



Luma Mirely de Souza Brandão  
Milson dos Santos Barbosa  
Danyelle Andrade Mota  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores

Multiplicidades do

# MEIO AMBIENTE

na contemporaneidade

2



2022





Luma Mirely de Souza Brandão  
Milson dos Santos Barbosa  
Danyelle Andrade Mota  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores

Multiplicidades do

# MEIO AMBIENTE

na contemporaneidade

2



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

**MULTIPLICIDADES DO MEIO AMBIENTE NA CONTEMPORANEIDADE,  
VOLUME 2.**

Todo o conteúdo dos capítulos desta obra, 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

Érica de Melo Azevedo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

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

Glauco 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



2022

Jaisa Klauss - Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória  
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)**

M961 Multiplicidades do meio ambiente na contemporaneidade [livro eletrônico] : volume 2 / Organizadores Luma Mirely de Souza Brandão... [et al.]. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2022.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5364-116-7

1. Meio ambiente – Brasil. 2. Sustentabilidade. I. Brandão, Luma Mirely de Souza. II. Barbosa, Milson dos Santos. III. Mota, Danyelle Andrade. IV. Freitas, Patrícia Gonçalves de.

CDD 363.7

**Elaborado por Ana Carolina Silva de Souza Jorge – CRB6/2610**

**Editora e-Publicar**  
Rio de Janeiro, Brasil  
contato@editorapublicar.com.br  
www.editorapublicar.com.br



2022

## APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar vem apresentar a obra intitulada "Multiplicidades do meio ambiente na contemporaneidade, Volume 2". 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 .....	13
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, RS, BRASIL.....	13
DOI 10.47402/ed.ep.c202219381167	Andreza Lautenschleger Helen Freitas Ferraz de Oliveira Paulo Henrique Lemes Talita Aguida Dadalt
CAPÍTULO 2 .....	33
UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DAS SACOLAS PLÁSTICAS E SEUS IMPACTOS NO AMBIENTE .....	33
	Telma Aparecida Campos Corrêa Edinéia Vilanova Grizio-Orita
CAPÍTULO 3 .....	50
UM GAVIÃO “ESGOTADO”: A NATURAL/SOCIAL CONDIÇÃO ATUAL DO RIO DE UMA CIDADE DO SEMIÁRIDO BAIANO.....	50
	Guilherme Matos de Oliveira
CAPÍTULO 4 .....	64
MODELAGEM DE RIQUEZA DE ESPÉCIES E ALGORITMO MAXENT NA ECOLOGIA .....	64
	Henrique Ledo Lopes Pinho Marcelo Leandro Bueno Yzel Rondon Suárez
CAPÍTULO 5 .....	83
OS GEOPARQUES E A PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO: ALGUNS APONTAMENTOS .....	83
	Luciana De Aguiar Belizio Susana Da Costa Mota Rodson Oldani Casanova Diovane Da Rosa Dill Leonice Aparecida De Fátima Alves Pereira Mourad
CAPÍTULO 6 .....	93
DESMISTIFICAÇÃO DA PROPAGANDA FEDERAL SOBRE A IDEIA POSITIVA DO AGRONEGÓCIO NO BRASIL .....	93
	Luciano Aranha Andrade
CAPÍTULO 7 .....	103
AVALIAÇÃO DOS PLANOS DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN QUANTO AO SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	103
	Camila Denise de Oliveira Silva Maria Aliny Souza Silva Maria Josicleide Felipe Guedes

CAPÍTULO 8.....	119
OS PROCESSOS DE COMBUSTÃO DO LIXÃO A CÉU ABERTO EM SANTA MARIA DO PARÁ E SUAS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DA POPULAÇÃO .....	119
DOI 10.47402/ed.ep.c202222578167	Adegilson Abreu Lima Railda Neyva Moreira Araújo Lourivaldo da Silva Santos
CAPÍTULO 9.....	139
IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICO NA CIDADE DE SÃO PAULO FRENTE ÀS PERSPECTIVAS DA NORMA ISO 14.000.....	139
DOI 10.47402/ed.ep.c202222589167	Rodrigo Nicolosi Romulo Rissardi Selma Dairan Rodrigues da Silva Helene Sabbagh Haddad Amanda Carvalho Miranda José Carlos Curvelo Santana Fernando Tobal Berssaneti
CAPÍTULO 10.....	150
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS NO BAIRRO DE PALHA SÉ E NO AEROPORTO INTERNACIONAL DA CIDADE DA PRAIA (CABO VERDE) .....	150
DOI 10.47402/ed.ep.c2022225910167	Nay Cabral Antonio Albuquerque Sanderson Leitão
CAPÍTULO 11.....	169
POTENCIAL FITOPROTETOR DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE <i>HANCORNIA SPECIOSA</i> GOMES (APOCYNACEAE) CONTRA A AÇÃO TÓXICA DO CLORETO DE MERCÚRIO .....	169
DOI 10.47402/ed.ep.c2022226011167	Fernanda Cavalcante Novaes Agledison Vieira do Nascimento Janáina Esmeraldo Rocha Henrique Douglas Melo Coutinho Aracelio Viana Colares
CAPÍTULO 12.....	179
ICTIOFAUNA MARINHA AMEAÇADA DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO MUNDAÚ .....	179
DOI 10.47402/ed.ep.c2022226112167	Célio Alves Ribeiro Ana Nunes Cunha Francisco das Chagas da Conceição Francisco José Sousa Bonifácio
CAPÍTULO 13.....	190
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES: UMA PROPOSTA DE GESTÃO BASADA NAS FUNÇÕES AMBIENTAIS .....	190
DOI 10.47402/ed.ep.c2022226213167	Fábio Luiz Mação Campos Isabela de Almeida Tonani

<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>204</b>
<b>SUPRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE NO PARNAMUL - LAGES (SC).....</b>	<b>204</b>
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022226314167</b>	Francine Malinverni Freitas Lucia Ceccato de Lima Grazielle Schemes Oliveira
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>220</b>
<b>LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL: UM NOVO DESAFIO PARA A SUSTENTABILIDADE NO MUNICÍPIO DE SERRITA, PERNAMBUCO .....</b>	<b>220</b>
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022226415167</b>	Iara Alves de Lavôr Dan Vítor Vieira Braga Camila Silva de Lavôr
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>235</b>
<b>LUBRIFICANTES BIODEGRADÁVEIS OBTIDOS POR EPOXIDAÇÃO ETÍLICA DO ÓLEO DE SOJA COMERCIAL E USADO EM FRITURA.....</b>	<b>235</b>
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022226516167</b>	Jefferson Felipe dos Santos Cruz José Carlos Oliveira Santos
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>253</b>
<b>DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA: ALGUNS APONTAMENTOS SOBRE OS DESAFIOS E AS ESTRATÉGIAS ADOTADAS PELO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PARAÍBA .....</b>	<b>253</b>
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022226617167</b>	Julia Diniz de Oliveira Joyce Clara Vieira Ferreira
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>272</b>
<b>AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NOS ESTUÁRIOS DAS REGIÕES DE CARAVELAS E MUCURI (BA-BRASIL) COM BASE NO MODELO PRESSÃO ESTADO IMPACTO RESPOSTA (PEIR).....</b>	<b>272</b>
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022226718167</b>	Laís Alencar de Aguiar Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima Tatiana Santos da Cunha Raphael do Couto Pereira Tetyana Gurova Alena Torres Netto Patricia dos Santos Matta Josimar Ribeiro de Almeida
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>286</b>
<b>NOVAS PERSPECTIVAS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL: AVANÇOS E RETROCESSOS.....</b>	<b>286</b>
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022226819167</b>	Luana Vanessa de Carvalho Alves Dan Vítor Vieira Braga

CAPÍTULO 20..... 300  
DRENAGEM SUPERFICIAL DAS ÁGUAS E O APARECIMENTO DE EROÇÃO NA  
CIDADE DE VITÓRIA DA CONQUISTA – BA..... 300

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022226920167**

Lucas Libarino Barbosa  
Meirilane Rodrigues Maia  
Artur José Pires Veiga  
Daniela Andrade Monteiro Veiga

CAPÍTULO 21..... 314  
IMPACTOS SOCIAIS CAUSADOS PELA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE  
EMPREENDIMENTOS DO SETOR DE ENERGIA EÓLICA: REVISÃO E ANÁLISE DE  
NÍVEL DE INTERESSE POR MEIO DE TREND DATA..... 314

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022227021167**

Marcos Guedes do Nascimento  
Bruno César Bezerra Nóbrega de Souza  
Raimundo Aprígio de Menezes Júnior  
Renan Aversari Câmara  
Pedro Henrique Soares Melo  
Vicente de Paula Sousa Júnior

CAPÍTULO 22..... 323  
IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE  
EMPREENDIMENTOS DO SETOR DE ENERGIA EÓLICA: REVISÃO E ANÁLISE DE  
NÍVEL DE INTERESSE POR MEIO DE TREND DATA..... 323

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022227122167**

Marcos Guedes do Nascimento  
Bruno César Bezerra Nóbrega de Souza  
Raimundo Aprígio de Menezes Júnior  
Renan Aversari Câmara  
Juliano Sebastião Gonçalves Pereira  
Marcel Miranda de Medeiros Silva  
Rômulo Diniz Araújo  
Rubem Alves de Lima

CAPÍTULO 23..... 335  
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ATMOSFÉRICA POR MEIO DA BIOMONITORAÇÃO  
COM BROMÉLIAS NO ASSENTAMENTO NATUBA, VITÓRIA DE SANTO ANTÃO,  
BRASIL ..... 335

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022227223167**

Maria da Conceição Cavalcanti de Lira  
Mariana Luiza de Oliveira Santos Ramos  
Emerson Emiliano Gualberto de Farias  
Thiago Oliveira Santos  
Milena Tereza Torres do Couto  
Bianca Vitória dos Santos Alves  
Flávio de Araújo Wanderley  
Johnson Kleber da Silva

CAPÍTULO 24.....	344
ENSINANDO E APRENDENDO BOTÂNICA ATRAVÉS DO REGISTRO FOTOGRÁFICO E DE AULA PRÁTICA .....	344
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227324167</b>	Maria Aparecida Pessoa Vasconcelos Maria do Socorro Souto Braz Maria Eduarda da Silva Santos Maria Clara Nascimento dos Santos
CAPÍTULO 25.....	362
IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS SOBRE A SAÚDE: UMA PROBLEMÁTICA CONTEMPORÂNEA .....	362
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227425167</b>	Maria Isabel Gonçalves da Silva Maria Assunta Busato Marcelo Moreno Junir Antonio Lutinski Vanessa da Silva Corralo
CAPÍTULO 26.....	377
TERRITÓRIO, TERRITORIALIDADE EM UM POSSÍVEL DESENVOLVIMENTO: REVISITANDO NOÇÕES, GERANDO E APLICANDO CONCEITOS .....	377
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227526167</b>	Mitali Daian Alves Maciel Alessandra Troian
CAPÍTULO 27.....	395
IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE CAUSADOS PELO USO INADEQUADO DO SOLO: ESTUDO DE CASO EM ÁREA RURAL NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP, BRASIL .....	395
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227627167</b>	Ronaldo Alberto Pollo Ricardo Alberto Pollo Renan Lucas Pollo
CAPÍTULO 28.....	405
CENÁRIO DA COLETA SELETIVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA .....	405
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227728167</b>	Samara Avelino de Souza França Raphael Tobias de Vasconcelos Barros
CAPÍTULO 29.....	417
QUALIDADE DO SOLO DO PROJETO HORTA SAUDÁVEL DO HOSPITAL FUNDAÇÃO ASSISTENCIAL DA PARAÍBA .....	417
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227829167</b>	Sayonara Medeiros Duarte David Marx Antunes de Melo Simão Lindoso de Souza
CAPÍTULO 30.....	427
MONITORAMENTO AMBIENTAL COSTEIRO: USO DE CIRRIPIEDIA (CRUSTACEA: BALANOMORPHA) COMO BIOINDICADOR.....	427
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022227930167</b>	Raisa Arruda de Oliveira Simone Ferreira Teixeira

CAPÍTULO 31 ..... 449  
EFEITOS DO EFLUENTE DA MANDIOCA EM *EISENIA* SPP.  
(OLIGOCHAETA, LUMBRICIDAE) ..... 449

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022228031167**

Antônia Vitória Damasceno da Costa  
Clisley Marielly Ribeiro Lameira  
Thaisa Pegoraro Comassetto



# CAPÍTULO 1

## GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, RS, BRASIL

**Andreza Lautenschleger  
Helen Freitas Ferraz de Oliveira  
Paulo Henrique Lemes  
Talita Aguida Dadalt**

### RESUMO

Esse capítulo aborda a gestão de resíduos na Universidade Federal de Pelotas (UFPel). A gestão ambiental da instituição reúne esforços para atender às exigências da ISO 14.001 e das legislações atinentes à gestão de resíduos em instituições de ensino superior, que dada a sua complexidade exige comprometimento integrado de toda a comunidade acadêmica. A organização da coleta de resíduos na UFPel fica a cargo do Núcleo de Planejamento Ambiental (NPA), que é responsável pela gestão ambiental na instituição. Para tanto, planeja e executa ações voltadas para o gerenciamento de resíduos sólidos, a fim de orientar a comunidade e padronizar os procedimentos e o manejo interno dos seus principais resíduos. O gerenciamento interno dos resíduos coletados é realizado de acordo com a composição desses materiais. Já a destinação final, na maioria dos casos, é realizada por empresas terceirizadas especializadas. Entre as práticas de gestão adotadas pela UFPel destacam-se medidas e programas para evitar a geração de resíduos e a parceria formada com cooperativas de catadores em relação aos resíduos recicláveis, já que em ambos os casos elas atendem os pressupostos da ordem de precedência da PNRS.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de resíduos; Plano de Gestão; Instituição de ensino; Educação ambiental.

### INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos são todo tipo de material no estado sólido ou semissólido e/ou substância descartados após cumprirem suas finalidades em atividades humanas (BRASIL, 2010). A sua gestão integrada e gerenciamento, bem como a destinação final ambientalmente adequada desses, é regulada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, detalha sobre os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativos à gestão de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, bem como às responsabilidades dos geradores, do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. A PNRS busca, através de suas resoluções, configurar um conjunto de ações que visem administrar os resíduos sólidos gerados no Brasil sob a premissa do desenvolvimento sustentável, abrangendo as

dimensões política, econômica, ambiental e cultural da sociedade (BRASIL - PNRS 2010; LAVNITCKI et al., 2018).

Para fins de organização, referente aos planos de resíduos sólidos, a PNRS determina quais os tipos de Planos devem ser aplicados em situações específicas. Também fica determinado por meio desta lei que pessoas físicas ou jurídicas, empresas e estabelecimentos que gerem resíduos que sejam desproporcionais, quanto à natureza, composição ou volume, aos resíduos domiciliares são por esses responsáveis (BRASIL - PNRS 2010). Consta-se assim que, as Instituições de Ensino Superior (IES), nas suas modalidades presenciais, encaixam-se nesse pressuposto legal, uma vez que seu funcionamento é, de certo modo, análogo ao de pequenas cidades (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

Com um fluxo constante e elevado de pessoas, e considerando a diversidade de atividades desenvolvidas nessas instituições (que vão de restaurantes comunitários a centros hospitalares) as IES apresentam um possível impacto ambiental decorrente do seu funcionamento (ALSHUWAIKHAT; ABUBAKAR, 2008; RIBEIRO et al., 2019), e são incumbidas, pela PNRS, a promoverem o descarte e gerenciamento dos resíduos oriundos de suas atividades. Além disso, a gestão de resíduos sólidos nas IES ganha destaque quando analisado o papel social dessas, e a sua participação como entes do poder público em um sistema compartilhado de gestão integrada de resíduos, em que visa diminuir os efeitos ambientais de suas atividades (MARCO; SARMENTO, 2019), assim como discutir o caminho da sustentabilidade nos dias atuais (WACHHOLZ et al., 2015).

Tendo em vista a relevância da discussão sobre a geração e destinação final de resíduos sólidos, e a importância social que as IES possuem nas cidades onde estão instaladas, este capítulo tem como objetivo apresentar, por meio de uma análise documental, um panorama da gestão de resíduos na Universidade Federal de Pelotas, identificando as etapas que precisam ser otimizadas e propondo alternativas de melhorias no Plano de Gerenciamento de Resíduos.

## **CARACTERIZAÇÃO E FONTES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA UFPEL**

De acordo com a PNRS (2010), os resíduos sólidos são classificados quanto à origem e à periculosidade. A classificação dos resíduos, produzidos pela UFPEl, quanto à origem está apresentada na Tabela 1:

**Tabela 1:** Classificação dos resíduos sólidos quanto a origem de acordo com a PNRS (2010).

<b>TIPO</b>	<b>DENOMINAÇÃO</b>
Resíduos domiciliares	Aqueles originários das atividades domésticas em residências urbanas.
Resíduos sólidos urbanos	Quando compreendem os resíduos domiciliares e os resíduos de limpeza urbana.
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	São resíduos gerados nessas atividades, excetuados os resíduos de limpeza urbana, os resíduos de serviços públicos de saneamento básico, de serviço de saúde, serviços de transporte e de construção civil. Se os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços forem caracterizados como não perigosos, os mesmos podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.
Resíduos de serviços de saúde	São resíduos gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
Resíduos de serviços de transportes:	São resíduos originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Desde 1972, a UFPEL vem construindo a sua história, estruturando as suas ações de forma a atuar na formação de profissionais, com base na ciência e almejando a transformação da sociedade. À vista disso, a instituição possui mais de 19,4 mil alunos e 2,6 mil servidores e suas atividades englobam o ensino de graduação (bacharelado, licenciatura e tecnólogo) nas modalidades presencial e à distância (EAD), pós-graduação (especialização, mestrado e doutorado). Além de atuar em produções científicas, inovações tecnológicas, projetos de extensão, e contar com programas de bolsas, assistência estudantil, bibliotecas e serviços para a comunidade. Para isso, a IES possui 6 campi: Campus Capão do Leão, Campus Fragata, Campus Norte, Campus Porto, Campus Anglo e o Campus Centro (UFPEL, 2017).

Desse modo, devido a extensa gama de atividade (que conta com dois restaurantes escola, laboratórios de pesquisa, ensino e extensão distribuídos em 23 unidades, além de atendimento clínico, hospitalar, ortodôntico e veterinário) os resíduos gerados pela UFPEL são diversos. E eles se classificam, de acordo com a resolução nº 358 do CONAMA, da seguinte maneira:

**(i) GRUPO A** - Onde encontram-se os resíduos (de origem biológica, química e/ou radioativa) que, de acordo com sua virulência, podem apresentar risco de infecção devido a

presença de agentes biológicos. Dentro do Grupo A os agentes biológicos são distribuídos em subcategorias conforme os riscos que oferecem.

No grupo A1 estão resíduos como culturas e estoques de microrganismos, descarte de vacinas, amostras de laboratório, recipientes e materiais utilizados em processos de assistência à saúde ou que contenham sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde. Já no grupo A2 estão carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais. Em A3 encontram-se peças anatômicas, e produtos de fecundação humana sem valor científico ou legal e que não tenham sido requisitados pelo paciente ou familiares. No grupo A4 estão diversos materiais oriundo de procedimentos realizados em humanos (tais como equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, resíduos de tecido adiposo, resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos etc). Por último, o grupo A5 pertence aos materiais com suspeita ou certeza de contaminação com príons. que são moléculas de origem proteica com morfologia anormal e potencial infectante (COSTA, 2016).

**(ii) GRUPO B** - É onde estão os resíduos químicos que possuem potencial risco, tanto à saúde pública quanto ao meio ambiente. Nesta categoria encontram-se materiais com data de validade vencidas, restos de aulas práticas e rejeitos de projetos de pesquisa. São considerados perigosos, de acordo com a NBR 10.0044, aqueles materiais químicos que possuem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade.

**(iii) Grupo C** - Destinado àqueles resíduos que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites estabelecidos nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear-CNEN. Nas Instituições de Ensino Superior, geralmente esses materiais provêm de atividades na área da saúde (como análises clínicas e radioterapia, por exemplo).

**(iii) GRUPO D:** Atribuído aos resíduos domiciliares que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente.

**(iv) GRUPO E:** Onde estão os materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, etc.

Precisa-se diferenciar rejeito de resíduos sólidos. Se ao primeiro é associado definições de algo sem valor ou utilidade, ao segundo - quando designado corretamente- é atribuído um potencial econômico e ambiental elevado. Entre os procedimentos que evitam de um resíduo se tornar rejeito estão a separação de materiais de origem orgânica (restos de alimentos) daqueles

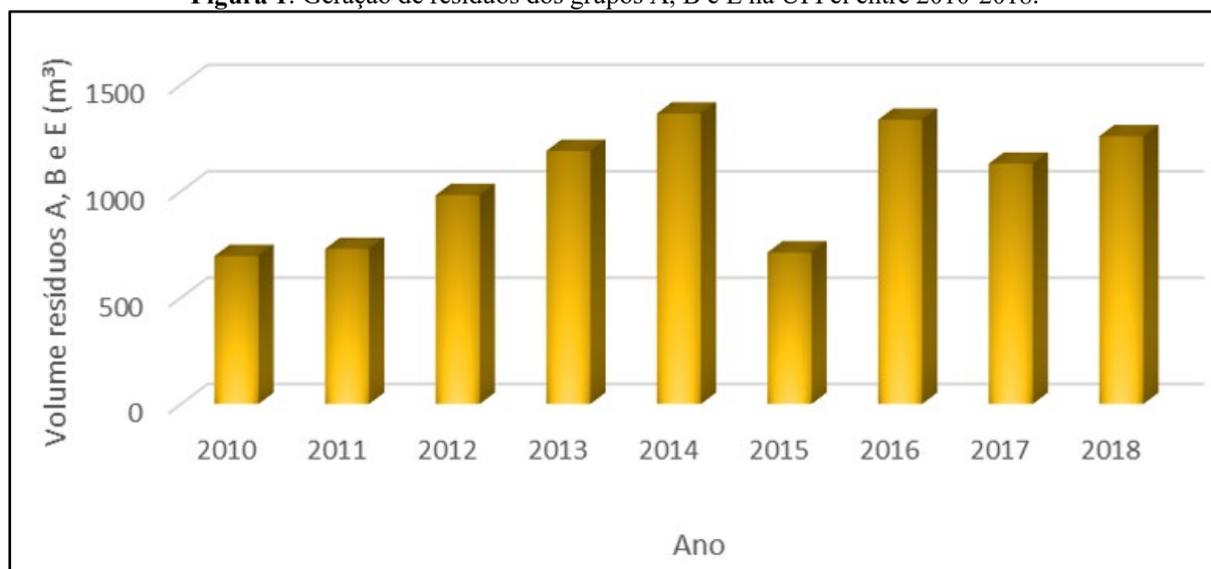
que podem ser reciclados (tais como embalagens plásticas, latas e papéis), seguidos pela reciclagem e pelo reuso (CONSEG- AMBIENTAL, 2011).

A PNRS aponta, em seu Art 9º, que essa ordem deve ser mantida e tomada como prioridade. De modo que a preferência é sempre pela não geração de resíduos, porém quando esse é inevitável deve-se buscar a redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada para aqueles materiais que tiveram suas chances de aproveitamento esgotadas na cadeia de reciclagem e reuso, denominados de rejeitos (PNRS, 2010).

Apesar das definições legais adotadas pela PNRS, o último levantamento da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) apontou que a produção de resíduos sólidos urbanos no Brasil teve um incremento de 19% na década após a implantação da lei em questão. Chegando a marca de 79,6 milhões de toneladas de RSU gerados em 2020, sendo que apenas 40% desse importe tiveram uma destinação final inadequada. Por disposição final adequada entende-se: “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (PNRS, 2010).

Conforme os dados de 2010 e 2018, apresentado na Figura 1, na UFPel são gerados em média 1044 ( $\pm$  273) m<sup>3</sup>/ano de resíduos do grupo A, B e E.

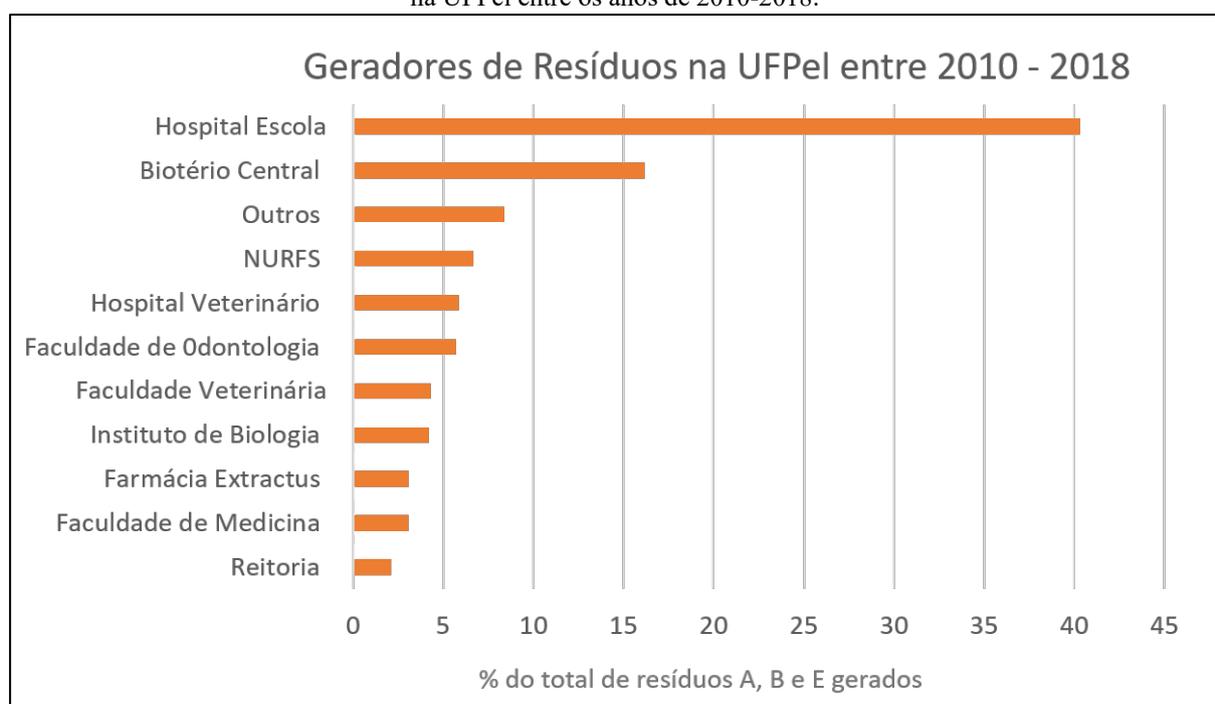
**Figura 1:** Geração de resíduos dos grupos A, B e E na UFPel entre 2010-2018.



Fonte dados: Diesel, 2019.

Em relação às fontes de geração de resíduos A, B e E, Diesel (2019) aponta que dos 33 locais de geração de resíduos, o hospital escola foi o principal gerador no período avaliado (2010-2018), seguido do biotério central, e pelo Núcleo de Reabilitação da Fauna Silvestre (NURFS).

**Figura 2:** Contribuição das fontes de geração de resíduos dos grupos A, B e E para o montante final produzido na UFPel entre os anos de 2010-2018.



Fonte: Adaptado de Diesel, 2019.

Conforme a Resolução CONAMA nº 358/2005, esses resíduos devem ser gerenciados e destinados conforme suas características de periculosidade. No entanto, o cumprimento dessas definições e metas encontra dificuldades extremas no Brasil (CETRULHO et al. 2018; LEITE, 2019; Abrelpe 2020). Tais dificuldades, no entanto, são compatíveis com a sociedade de um país subdesenvolvido, que possuem carências tanto no sistema de educação quanto no de saneamento básico (CETRULHO et al. 2018; LEITE, 2019).

## PLANO DE GESTÃO ATUAL

No ano de 2019 a UFPel publicou o seu Plano de Logística Sustentável (PLS – disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/pls/>), com a finalidade de atender as normativas que regulam as práticas de desenvolvimento sustentável nas instituições de administração pública. O documento é uma ferramenta de gestão, que visa desenvolver, acompanhar e avaliar a estratégia institucional para a promoção do uso racional de recursos naturais e financeiros,

visando a proteção ambiental, a qualidade de vida e o desenvolvimento com sustentabilidade (UFPEL, 2019).

O PLS tem a sua aplicação construída a partir de uma metodologia composta por cinco etapas, que se retroalimentam. As etapas são: i – diagnóstico; ii- planificação; iii- implantação; iv – monitoramento; v- verificação e avaliação. Os responsáveis pela execução dessas etapas são os componentes da Gestora do Plano de Logística Sustentável (CGPLS), instituída pela Portaria 1.167/2017, que é composta por servidores e técnicos-administrativos. No entanto, a ideia do Plano é envolver os demais membros da comunidade acadêmica, como professores e alunos, em um processo construtivo/participativo a fim de construir um pensamento ecológico e sustentável coletivo na instituição (UFPEL, 2019).

Durante a etapa de diagnóstico a equipe realizou um levantamento de ações sustentáveis já aplicadas na UFPEL. No ramo da gestão de resíduos sólidos destacam-se as iniciativas do princípio de “Não produção”, através de medidas que otimizam e reduzem o uso de materiais de consumo. Entre essas estão a criação de um Sistema Eletrônico de Informações (SEI) que permite o trâmite de documentos e assinaturas de modo digital, estímulo a ações para a adoção de canecas no lugar de copos descartáveis, e a implementação do *Re.partilhar* para intermediar a doação e troca de bens de consumo entre as unidades da universidade (UFPEL, 2019).

Em relação a gestão de resíduos gerados, o diagnóstico indica que as primeiras iniciativas datam do ano de 2008 e 2009, quando foi firmado um contrato com empresa terceirizada para a destinação adequada de resíduos e a compra de lixeiras apropriadas para a coleta de lixo interna da instituição, respectivamente. Os últimos cinco anos foram marcados por medidas importantes para a instalação de uma gestão sistemática na universidade, que culminaram em documentos importantes como o Manual para Gerenciamento de Resíduos Perigosos e o próprio PLS. Além disso, a partir de 2014 o resíduo reciclável gerado pela UFPEL passou a ser doado para cooperativas de catadores, totalizando um montante de 17.615 kg em 2018 (UFPEL, 2019).

Referente à etapa de implementação, o PLS proposto pela instituição trabalha a partir de sete eixos de sustentabilidade, cada um com seus objetivos específicos, metas e ações distintas. O Figura 3 apresenta uma síntese do que é proposto no plano. A etapa de monitoramento será executada continuamente através da elaboração de relatórios e de reuniões periódicas da CGPLS. Assim como as ações de Educação Ambiental (EA) e a sensibilização

da comunidade acadêmica para práticas sustentáveis dentro do cenário universitário, que estão previstas para ocorrerem durante todo o período de vigência do plano (UFPEL, 2019).

**Figura 3:** Quadro contendo resumo dos eixos temáticos (em azul) do PGA da UFPel e seus objetivos nos quadros brancos.

Água e esgoto				
Criar base de informação que possibilite a rápida formulação de pareceres técnicos, informativos ou corretivos	Desenvolver métodos e processos de eficiência para redução do consumo de água.	Garantir a potabilidade da água distribuída nos campi.	Viabilizar o tratamento dos efluentes gerados	
Gestão de resíduos				
Manter, acompanhar e aprimorar a política institucional para Coleta Seletiva.	Planejar e executar Sistema de Coleta Seletiva nas Unidades.		Qualificar a gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde	
Energia elétrica				
Organizar dados, analisar e otimizar o perfil de consumo de energia elétrica	Adotar melhorias nos sistemas de iluminação.	Melhorias no sistema de iluminação artificial	Dar eficiência aos equipamentos eletroeletrônicos	Geração de Energia de Fontes Alternativas.
Material de consumo				
Estabelecer práticas de sustentabilidade e de uso racional de papel, copos plásticos, toners e cartuchos para impressão				
Qualidade de vida no ambiente de trabalho				
Criar e gerenciar espaços de convivência.		Proporcionar condições de saúde e conforto no trabalho		
Compras e contratações sustentáveis				
Qualificar a fiscalização de contratos e o desempenho dos funcionários terceirizados.		Realizar a fiscalização integrada dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para obras contratadas		
Deslocamento de Pessoal				
Reduzir deslocamentos por veículo particular entre unidades.	Desenvolver medidas para reaproveitamento de pneus de descarte.		Atender Resolução nº 362/2005 do CONAMA.	

Fonte: Autoria própria, 2022.

Diesel (2019) realizou uma avaliação da gestão ambiental na Universidade Federal de Pelotas, buscando averiguar se existia a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) na UFPel que atenda às normas da ISO 14.001:2004. A autora concluiu que, apesar de louváveis, os esforços realizados pela instituição carecem de uma unificação. Desse modo, as ações realizadas até então estão longe de atender às exigências da ISO 14.001, respondendo a apenas cerca de % dessas. Uma das principais carências das iniciativas apresentadas pela UFPel é a ausência de uma Política Ambiental, que é um meio de

organização dos princípios e objetivos em relação ao meio ambiente. Assim, a elaboração dessa seria primordial para conferir uma unidade as ações adotadas.

## **SISTEMA DE COLETA E DESTINAÇÃO FINAL**

A organização da coleta de resíduos na UFPel fica a cargo do Núcleo de Planejamento Ambiental (NPA), que é responsável pela gestão ambiental na instituição. O NPA foi criado em 2017 depois de uma série de mudanças na conformação desse departamento ao longo dos anos. Um dos principais objetivos do NPA é garantir que o manejo interno dos resíduos ocorra de forma adequada, desde a sua geração até o descarte. Para tanto, em 2020 foi publicada uma cartilha para o manejo de resíduos sólidos na UFPel, a fim de orientar a comunidade e padronizar os procedimentos e o manejo interno dos principais resíduos (UFPEL, 2020).

Segundo as orientações desta cartilha, os resíduos mais comuns gerados na instituição devem ser destinados em suas lixeiras correspondentes que se encontram espalhadas pelos *campi*. Na cor laranja para resíduos orgânicos e rejeitos e na cor verde para resíduos recicláveis. Em um segundo momento uma empresa terceirizada realiza o transporte interno dos resíduos orgânicos e dos rejeitos das lixeiras para contêineres identificados. E esses, posteriormente, são recolhidos pelo serviço público municipal. Já o material reciclável é apanhado pela cooperativa habilitada por meio de edital, e transportado para unidades de triagem, posteriormente esse resíduo é destinado a comercialização (UFPEL, 2020).

Já os resíduos que não podem ser destinados à coleta comum possuem procedimentos específicos. Como as lâmpadas, pilhas e baterias, que ficam armazenadas temporariamente nas prefeituras dos *campi* e na sede da NPA, respectivamente. Posteriormente são contratadas empresas para realizarem o transporte e a destinação adequadas, para então ser gerado o certificado de destinação final, que será utilizado na elaboração de relatórios internos da instituição. Durante os meses finais de 2020 a UFPel encaminhou para o tratamento e destinação final ambientalmente adequada 45.000 unidades de lâmpadas, e 500 quilos acumulados de pilhas. Empresas terceirizadas também são responsáveis pela coleta e pelo fornecimento de caixas específicas para o descarte de resíduos perfurocortantes (tipo E). Já os resíduos da construção civil são encaminhados através da contratação de caçambas coletoras que realizam o destino final ambientalmente adequado (UFPEL, 2020).

Sobre os procedimentos a serem adotados em relação aos resíduos perigosos, a UFPel lançou, em 2017, um manual de normas e procedimentos com o intuito de gerenciar esses



resíduos gerados dentro da universidade em atividades de ensino, pesquisa e extensão. De acordo com a NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), são entendidos como resíduos perigosos aqueles que oferecem risco potencial à saúde pública e ao ambiente, por apresentarem características como inflamabilidade e toxicidade, por exemplo.

O manual segue a nomenclatura apresentada pela resolução nº 358 do CONAMA, que divide os resíduos perigosos em cinco categorias (A, B, C, D e E) de acordo com suas características. No entanto, o documento dá atenção especial a destinação e procedimentos a serem adotados para os grupos: A (resíduos biológicos), B (resíduos químicos) e E (resíduos perfurocortantes). No grupo A estão incluídos os resíduos com a possível presença de agentes biológicos que podem apresentar risco de infecção. Esses são subdivididos em classes de risco que variam de 1 (baixo risco) até 4 (alto risco) (“Classificação de risco dos agentes biológicos” MS – 2017).

O acondicionamento e a destinação final dos resíduos biológicos variam de acordo com a classe de risco e com o material constituinte desses. Equipamentos e materiais utilizados em atividades vinculadas à saúde (tais como bolsas transfusionais, culturas de microorganismos), e materiais de origem animal (como carcaças, peças anatômicas, vísceras, órgãos, tecidos, fluidos orgânicos) são acomodados em sacos contendo em uma de suas faces o símbolo internacional de “**Substância Infectante**”. Já resíduos como equipamentos médico-hospitalares e de pesquisa, sobras de amostras laboratoriais, resíduos de procedimentos cirúrgicos são descartados em caixas amarelas específicas, que atendam aos padrões estabelecidos pela NBR 13.853 da ABNT.

Já no grupo B estão resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente. Nesse caso destaca-se a importância da etapa de identificação do resíduo, ficando esta responsável por quem gerou o resíduo. Isso deve-se ao fato de que a composição química dessas substâncias é primordial não só para seu acomodamento, mas também para o seu transporte e a sua destinação final. Além disso, há riscos de acidentes se essa etapa for mal realizada, devido à incompatibilidade química dos elementos.

Uma vez separados e acondicionados os materiais, de ambas as categorias, passam para a etapa de transporte externo que é realizada por empresa especializada, sob a supervisão do NPA. Esta empresa também é responsável pelas etapas de transporte, tratamento (quando não

é possível realizar esse procedimento no próprio laboratório) e destinação final (quando não há possibilidade de descarte na pia ou na coleta regular). Cada unidade geradora de resíduos deve solicitar ao NPA bombonas para o armazenamento temporário dos resíduos até estes serem coletados pela empresa contratada.

A destinação final desses resíduos são: solos preparados para a função (de acordo com a resolução nº 237/97 do CONAMA) para os resíduos biológicos (Grupo A); e aterro industrial é o apropriado para os resíduos químicos sólidos perigosos não-tratados ou que não perderam as características de periculosidade mesmo após tratamento, sendo proibido por lei a destinação de resíduos líquidos para esses aterros.

## **PERCEPÇÃO SOCIAL DA INSTITUIÇÃO E O PAPEL DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

O gerenciamento de resíduos produzidos pelas instituições de ensino superior tem se tornado pauta de projetos que implementam os procedimentos necessários para a sua gestão e tratamento, assim como a destinação final ambientalmente adequada (MARTINS; SCHNETZLER, 2018). Tais ações encontram amparo legislativo que indicam os parâmetros adequados para a disposição de determinados resíduos, obrigando as universidades a investirem em ações que minimizem os efeitos ambientais, trabalhando em ações preventivas relacionadas a educação ambiental com o objetivo de mitigar as consequências ao meio ambiente (MACHADO; YOKOYAMA, 2020).

Nessa perspectiva, os vieses jurídicos, morais, tecnológicos e éticos devem ser sistematizados em programas e planejamentos das instituições de ensino superior, com o intuito de gerir os seus resíduos, enquadrando-os na não-geração, prevenção, tratamento e destinação dos resíduos dispostos em seu espaço, reduzindo assim a exploração dos recursos naturais, os seus gastos e desperdícios, despertando uma imagem de entidade responsável com o meio ambiente, servindo de exemplo para a comunidade interna e externa (VEGA *et al.*, 2008).

As universidades, por desempenharem um compromisso fundamental para a promoção e desenvolvimento da sociedade, devem assumir a sua responsabilidade socioambiental, articulando atividades relacionadas a sua estrutura de educação, pesquisa e extensão, propiciando ações pertinentes a uma formação acadêmica e atuação social, imbuídas de produções científicas que se ampliem e sejam praticadas para toda a comunidade na qual faz parte (GRANDISOLI, 2020).



Apesar da UFPel possuir ações ambientais em andamento, promovidas e gerenciadas pelo NPA, a ausência de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) formalmente institucionalizada é pertinente para a descrição da postura ambiental dessa instituição federal de tamanha relevância para a comunidade pelotense (DIESEL, 2019).

Destarte, é oportuno enfatizar que as Instituições de Ensino Superior devem fomentar a produção de conhecimento no que concerne às ações mais sustentáveis (AVERY; NORDÉN, 2017). Valendo-se da sua organização multifacetada e munida de sua importância social (LIRA; MARTINS, 2021). Colaborando, desta maneira, com as transformações sociais, econômicas, tecnológicas e políticas que demandam uma gestão sustentável em diversas esferas que aplicam as suas atividades (SCHOPP; BORNEMANN; POTTHAST, 2020).

Com o dever de difundir percepções acerca da conscientização ambiental, as universidades necessitam atribuir às suas propostas pedagógicas e administrativas, uma política que colabore com a inserção de conteúdos e práticas que requeiram um posicionamento crítico e sensível da comunidade acadêmica diante da crise ambiental instalada, formando assim cidadãos críticos que reflitam sobre o seu papel como parte da natureza (DE CONTO, 2010).

Para melhor implementação de uma gestão sustentável, é indicado para as universidades, uma readequação do planejamento pedagógico para novas concepções educacionais e uma recomposição administrativa interna, baseando-se na inovação tecnológica aliada a reestruturação técnica com a finalidade de obter competências necessárias para que os princípios atinentes ao desenvolvimento sustentável sejam executados (LIRA; MARTINS, 2021).

Com projetos voltados à sustentabilidade, as universidades poderão impulsionar a comunidade acadêmica a uma sensibilização frente a importância da gestão de resíduos sólidos (GRANDISOLI, 2020). Exercendo a sua função de educar a sociedade, assim como restando os efeitos de suas atividades ao meio ambiente (ROMERO *et al*, 2008). Partindo desta premissa, a Universidade Federal de Pelotas, por meio do NPA assegura os procedimentos adequados quanto a administração dos resíduos, adequando-os desde a geração até o descarte, convergindo com as propostas e objetivos da instituição que é demonstrar o quanto é necessária a participação de todos em tal problemática (UFPEL, 2020).

Na Índia, Shankar Y e Khandelwal (2017) evidenciaram que os benefícios oriundos de uma gestão sustentável e bem estruturada no campus universitário da Jaypee University of



Engineering and Technology podem trazer vantagens socioeconômicas para a universidade e ao meio ambiente, a exemplo da geração de biogás a partir de resíduos orgânicos, a otimização de recursos através do conceito 3R (reduzir, reutilizar e reciclar) de materiais como papel, plásticos, papelão, vidro, metais, etc.

Beringer (2006) instituiu no Canadá, em especial no campus de Sierra Youth, onde já possui um projeto denominado campus sustentável, a técnica de auditoria para fins de avaliação desta sustentabilidade implantada. De tal modo, obteve como conclusão de que esta ferramenta foi benéfica para propagar a educação de sustentabilidade, sendo possível avaliar os recursos naturais, a comunidade, governança e fatores econômicos dispostos em 169 indicadores durante o ano letivo.

Nesse mesmo contexto, Alghamdi; Den Heijer; de Jonge (2017) desenvolveram uma rede de conteúdos e organização sobre a sustentabilidade em universidades, estruturando-os em análises de 12 ferramentas de avaliação de sustentabilidade nas instituições de ensino superior, evidenciando assim que os indicadores destacados nas pesquisas realizadas, apontavam claramente o papel essencial da sustentabilidade nas universidades.

Para Milaré (2018), um dos principais instrumentos legais que auxilia no processo de conscientização a respeito da preservação do meio ambiente é a Constituição Federal de 1988, que em seu artigo 225, garante o meio ambiente ecologicamente equilibrado como um direito social, reforçando e atualizando o disposto na lei nº 6.938 de 1981, conhecida como a Política Nacional do Meio Ambiente, referência na proteção ambiental.

Em 1993, especificamente a respeito dos resíduos sólidos, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, o CONAMA, publicou a resolução nº 5 que trata e altera os dispositivos legais que versam sobre os resíduos sólidos e os provindos dos serviços de saúde (CONAMA, 1993).

Seguindo tal entendimento, a legislação acerca da gestão de resíduos sólidos se faz presente na implementação de projetos nos órgãos da administração pública, abarcando as instituições de ensino superior (GOBIRA; CASTILHO; VASCONCELOS, 2017). Como entidade pública, as universidades federais, em 2006, foram alcançadas pelo Decreto Federal nº 5.940, que determinou a separação e descarte dos resíduos recicláveis gerados pelos órgãos públicos federais, devendo ser destinados aos catadores de materiais recicláveis (BRASIL, 2006).



Nesse sentido, na UFPel, o NPA publicou em 2005, a Portaria nº 1.306, em que compôs o Grupo de Estudos para Tratamento de Resíduos. Já em 2008, instituiu por meio do Núcleo de Saneamento Ambiental (NSA) o órgão de gestão ambiental, tendo seu nome alterado em 2009 para Coordenadoria de Gestão Ambiental (CGA). Em 2017, com a sua extinção, foi designado junto à Coordenadoria do Plano Diretor, (CDPD), e indicado como Núcleo de Planejamento Ambiental (DIESEL, 2019).

Em 2010, foi instituída a Lei nº 12.305, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). De acordo com Gobira, Castilho e Vasconcelos (2017), esta lei pode ser considerada um marco legal a respeito da legislação ambiental. Para Ribeiro *et al* (2019), esta lei se torna um desafio à sociedade e às suas instituições, em especial para as universidades, pois teriam que analisar a utilização dos seus recursos naturais e a produção de resíduos, reformulando uma gestão cada vez mais voltada à sustentabilidade.

Visando uma maior aplicabilidade legal no que concerne aos resíduos sólidos, o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, publicou em 2015 a Portaria nº 23, em que determinava as boas práticas de gestão e uso de energia elétrica e água nos entes da Administração Pública Federal, direta, autárquica e fundacional para ter o consumo monitorado (BRASIL, 2015). Já em 2020, por meio do Decreto 10.240, houve a inserção de novas condutas relacionadas à logística reversa e a sua utilização pela sociedade (BRASIL, 2020).

Cabe às universidades obedecerem às prerrogativas dispostas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei nº 12.305 de 2010 para se amoldarem à uma gestão sustentável atinente aos seus resíduos em resoluções internas (JULIATTO; CALVO; ELPÍDIO, 2011). Por isso, é indispensável a inserção da Educação Ambiental para delinear as ações necessárias de implementação dos projetos referentes aos resíduos sólidos nas universidades (ALMEIDA, 2018).

Com a finalidade de corroborar com o papel da Educação Ambiental, a Política Nacional de Educação Ambiental foi estabelecida em 1999, por meio da Lei nº 9.795, que em seu artigo 2º determina que “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.” (BRASIL, 1999).

Prosseguindo no mesmo caminho normativo, em 2010, a educação ambiental foi enfatizada no Decreto 7.404, que dispõe sobre educação ambiental na gestão de resíduos



sólidos, em seu artigo 77, aduz que “A educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos [...] tem como objetivo o aprimoramento do conhecimento, dos valores, dos comportamentos e do estilo de vida relacionados com a gestão e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.” (BRASIL, 2010). Por seu turno, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei nº 12.305, em seu artigo 8º, VIII, no mesmo ano, institui ainda que a Educação Ambiental é um de seus instrumentos (BRASIL, 2010).

Para Silva (2017), a educação ambiental é um mecanismo impulsionador de consciência e mudança comportamental em favor do meio ambiente. Bet et al (2020), entendem que a educação ambiental é capaz de utilizar os mais diversos meios para introduzir os seus princípios, destacando a gestão ambiental como norte de suas ações. Na análise de Meyer (2017), a questão socioambiental voltada para as instituições de ensino superior carece de uma institucionalização por meio da implementação da Educação Ambiental, facilitando assim uma gestão mais democrática e participativa.

Na UFPel, algumas ações ambientais já foram realizadas, mas há ainda a premência de uma regularidade do SGA para que mais iniciativas relacionadas à educação ambiental sejam tomadas para a prevenção e resolução das problemáticas que a universidade possui (DIESEL, 2019). A organização de um sistema que compreenda uma gestão eficiente, faz com que haja um engajamento de toda a comunidade universitária, em especial para as práticas norteadas pela sustentabilidade e educação ambiental, fazendo com que a universidade assuma a responsabilidade na transformação da sociedade (BURSZTYN, 2012).

Diante da preocupação relativa à gestão dos resíduos inserida nas discussões relativas à Educação Ambiental, as universidades devem investir em propostas pedagógicas, pois elas possuem uma responsabilidade no que se refere a sensibilização ambiental na sociedade (ENGELMAN; GUISSO; FRACASSO, 2009). As universidades têm que ser atualizadas para novos tempos em que a formação acadêmica caminhará além de conteúdos programados nas grades curriculares, com a inserção de profissionais em uma sociedade que ressaltará o seu posicionamento crítico e de como lidam com a realidade ambiental (STANQUEVISKI, 2019).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atualmente a gestão de resíduos sólidos na UFPel é regularizada por dois documentos principais: o Plano de Logística Sustentável (PLS) implantado em 2019; e o Manual de Normas e Procedimentos para Resíduos Perigosos, do ano de 2017. Além desses, em 2020 foi publicado

pela instituição uma cartilha para o manejo de resíduos sólidos, com orientações sobre os trâmites internos dos resíduos nessa. Seguindo os protocolos dessas definições os resíduos da UFPel possuem as seguintes destinações: (a) resíduos comuns: acondicionados em dispositivos espalhadas pelos campi e recolhido pelo serviço municipal (quando orgânico) e doado à cooperativas de catadores (quando reciclável); (b) coletadas nas prefeituras dos campi e em locais específicos quando não adequado aos dispositivos comuns (como pilhas e baterias por exemplo); e (c) em casos de material perigosos (principalmente dos Grupos A, B e E), seguindo procedimento de coleta e armazenamento específico, de acordo com a composição, e geralmente tendo as fases de transporte e destinação final delegados a empresas terceirizada. Com a soma dos procedimentos e providências esclarecidos por esses documentos, a UFPel pretende, além de atender as normativas legais a qual é submetida, implantar uma consciência social e sustentável em sua gestão.

O núcleo de planejamento ambiental da UFPel, vem desenvolvendo ações socioambientais com o objetivo de propaga-las como instrumento para uma gestão de resíduos sólidos mais eficaz e que envolva toda a comunidade acadêmica. Com o intuito de participar do desenvolvimento da sociedade, a universidade assume o compromisso de estabelecer a sua gestão pautada nas legislações voltadas para a temática ambiental, nas resoluções internas e na aplicabilidade da educação ambiental como base de suas intervenções nos campi.

Nesse sentido, ainda que haja tais incentivos para o manejo correto de seus resíduos, é necessário que advenha a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para que todos essas ferramentas tenham a aplicabilidade eficiente e esperada diante do que se propõe o planejamento da instituição quanto às suas atividades e a sua responsabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS

ALGHAMDI, N.; HEIJER, D. A.; JONGE, H. Assessment tools' indicators for sustainability in universities: an analytical overview - **International Journal of Sustainability in Higher Education**. v. 18, s. 1, p.84-115, 2017.

ALMEIDA, J. A. Gestão de resíduos sólidos em instituição de ensino: experiências internacionais, nacionais e no Município de Belo Jardim/PE. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v.7, n. 2, p. 58, 2018.

ALSHUWAIKHAT, H. M.; ABUBAKAR, I. An integrated approach to achieving campus sustainability: assessment of the corrente campus environmental management practices. **Jornal of Clean Production**, Oxford, v.16, p.1777-1785, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13853: Informação e documentação: Tratamento de resíduo**. Rio de Janeiro, p. 9. 2018. Disponível em: < <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MTk2OA%2C%2C&C=M Tk2OA%2C%2C> > Acesso em 15 jul 2022.

AVERY, H.; NORDÉN, B. Working with the divides Two critical axes in development for transformative professional practices - **International Journal of Sustainability in Higher Education**. [s.l.], v.18, n° 5, p. 666-680, 2017.

BERINGER, A. Campus sustainability audit research in Atlantic Canada: pioneering the campus sustainability assessment framework - **International Journal of Sustainability in Higher Education**. [s.l.], v. 7, p. 437-455, 2006.

BET, G.L *et al.* Educação Ambiental aplicada à gestão de Resíduos Sólidos: A iniciativa inovadora do programa condomínio sustentável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. São Paulo, v.15, n° 5, p. 282-298, 2020.

BRASIL, **Decreto nº 5.904 de 25 de outubro de 2006**. Brasília, 2006. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/decreto/d5904.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5904.htm) > Acesso em 15 jul. 2022.

BRASIL, **Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010**. Brasília, 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm) > Acesso em 15 jul. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Política Nacional de Educação Ambiental, Brasília, 1999. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm) > Acesso em 15 jul. 2022.

BRASIL, **Decreto nº 10.240, DE 12 de fevereiro de 2020**. Brasília, 2020. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10240.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10240.htm) > Acesso em 15 jul. 2022.

BRASIL, **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010** - Política Nacional de Resíduos Sólidos, Brasília, 2010. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm) > Acesso em 15 jul. 2022.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 23, de 12 de fevereiro de 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: < [https://www.tst.jus.br/documents/10157/12455710/MPOG++PORTARIA+N%C2%BA%2023\\_2015,%20DE+12\\_2\\_2015](https://www.tst.jus.br/documents/10157/12455710/MPOG++PORTARIA+N%C2%BA%2023_2015,%20DE+12_2_2015) > Acesso em 15 jul. 2022.

BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CONSEG. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos: A responsabilidade das empresas e a inclusão social.** Disponível em: < <http://www.conseg-ambiental.com.br/home.php?area=news&id=60>. > Acesso em 15 jul. 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1993. **Resolução CONAMA nº 005/1993 - Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.** Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasil. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0005-050893.PDF> > Acesso em 15 jul. 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1997. **Resolução CONAMA nº 237/1997 - Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.** Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasil. Disponível em: < [https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237\\_191297.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf) > Acesso em 15 jul. 2022

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2005. **Resolução CONAMA nº 358/2005 - Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.** Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasil. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462> > Acesso em 15 jul. 2022.

COSTA, Tereza. Moléculas infecciosas: príons. **Casa de Oswaldo Cruz - Fiocruz**, 2016. Disponível em < <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1441&sid=9&tpl=printerview>. > Acesso em 13 nov. 2021.

DE CONTO, S. M. **Gestão de resíduos em universidades.** Caxias do Sul: Educus, 2010.

DIESEL, T. N. **Análise das ações ambientais na Universidade Federal de Pelotas.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, p. 68, 2019.

ENGELMAN, R.; GUISSO, R. M.; FRACASSO, E. M. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que tem sido feito. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 1, art. 2, p. 22-33, 2009.

FERREIRA, João Alberto. Resíduos sólidos e lixo hospitalar: uma discussão ética - **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.11, nº 2, 1995.

GOBIRA, S.A, CASTILHO, A. A. R, Vasconcelos, W. C. F. Contribuições da Educação Ambiental na Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Rio Grande, v. 34, n.1, p. 57-71, 2017.

GRANDISOLI, E. (org). **Educar para a Sustentabilidade: Visões de presente e futuro.** São Paulo: Na Raiz, 2020.

JULIATTO, D. L.; CALVO, J. M.; CARDOSO, E. T. Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de Ensino Superior. **Revista Gestão Universitária na América Latina – GUAL**. Florianópolis, v. 4, nº 3, p.170-193, 2011.

LAVNITCKI, L.; BAUM, C. A.; BECEGATO, V. A. Política Nacional dos Resíduos Sólidos: abordagem da problemática no Brasil e a situação na região sul. **Ambiente & Camp; Educação**, v. 23, n. 3, p. 379–401, 2018.

LIRA, L. O. J.; MARTINS, M.F. Competências de sustentabilidade no âmbito das universidades: revisão sistemática da literatura. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, nº 13, p. 1-16, 2021.

MACHADO, G; YOKOYAMA, L. Estudo de tratamento de efluente de serviço de saúde para redução de custos econômicos e impactos ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v.55, n.1, p. 89-102, 2020.

MARCO, R. A.; SARMENTO, D.F. Educação de qualidade e responsabilidade social universitária: Uma relação indissociável. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 20, nº 43, p. 234-255, 2019.

MARTINS, J. P. A.; SCHNETZLER, R. P. Formação de professores em Educação Ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa. **Revista Ciência e Educação**, São Paulo, v. 24, n. 3, 2018.

MEYER, A. A. S. **A Educação Ambiental no Centro Universitário de União da Vitória**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Tuiuti do Paraná, p. 153, 2017.

MILARÉ, E. **Direito do Ambiente**. 11ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2018.

RIBEIRO, E.N. *et al.* Diagnóstico ambiental de um campus universitário como estratégia para proposta de práticas sustentáveis. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Brasília, v. 11 p. 1-17. 2019.

ROMERO, E *et al.* Manejo de desechos en universidades. Estudio de caso: Instituto Tecnológico de Costa Rica. **Tecnología en Marcha**. [s.l.], v. 21, nº 3, p. 33-41, 2008.

SCHOPP, K.; BORNEMANN, M., POTTHAST, T. The whole-institution approach at the University of Tübingen: Sustainable development set in practice. **Sustainability**, Switzerland, v.12, nº 3, p. 1-24, 2020.

SHANKAR Y. S.; KHANDELWAL, R. Sustainable waste management strategy for a campus: a case study of JUET, Guna - **Management of Environmental Quality: An International Journal**. v. 28 s. 5, p.610-623, 2017.

SILVA, S. P. **A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades pela ótica da economia solidária**. Rio de Janeiro: Livraria IPEA, 2017.

STANQUEVISKI, C. **Ambientalização curricular em uma perspectiva de educação ambiental freiriana**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, p.109, 2019.

TAUCHEN; BRANDLI; LONDERO, L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Gestão & Produção** (online), [s.l.], v. 13, n.3, pp.503-515, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **Plano de Logística Sustentável**. UFPEL, Pelotas, 2020. Disponível em: < <https://wp.ufpel.edu.br/pls/> > Acesso em 15 jul. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. **Núcleo de Planejamento Ambiental: Cartilha para o Manejo Interno de Resíduos Sólidos**. UFPEL, Pelotas, 2020. Disponível em: < <https://wp.ufpel.edu.br/npa/cartilha-para-manejo-interno-de-residuos-solidos/> > Acesso em 15 jul. 2022.

VEGA, C. A.; BENÍTEZ, S. O.; BARRETO; M. E. R. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. **Waste Management**, [s.l.], v. 28, p. 21–26, 2008.

WACHHOLZ, C. B.; CARVALHO, I. C. M. Indicadores de sustentabilidade na PUCRS: uma análise a partir do projeto rede de indicadores de avaliação da sustentabilidade em universidades latino-americanas. **Revista Contrapontos**, [s.l.], v.15, nº 2, p.279-296, 2015.

# CAPÍTULO 2

## UMA REFLEXÃO SOBRE O USO DAS SACOLAS PLÁSTICAS E SEUS IMPACTOS NO AMBIENTE

**Telma Aparecida Campos Corrêa  
Edinéia Vilanova Grizio-Orita**

### RESUMO

O presente trabalho faz parte do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), curso de formação continuada em rede da Secretaria de Educação do Estado do Paraná e tem como objetivo propiciar a compreensão de que as mudanças no meio ambiente só acontecem com a participação efetiva do Estado e sociedade. A metodologia utilizada para viabilizar a teoria foi a produção de uma Unidade Didática, a qual foi aplicada com os alunos do 9º ano, do Ensino Fundamental do Colégio Estadual Professor Júlio Teodorico, de Ponta Grossa, PR. Espera-se com a aplicação desse trabalho que os alunos passem a visualizar os danos causados ao meio ambiente pela praticidade do uso das sacolas plásticas, bem como adquirir novos hábitos em relação à forma de transportar seus produtos e maior responsabilidade ao descartar os resíduos sólidos e orgânicos de suas residências.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio ambiente; Reciclagem; Resíduos Sólidos; Sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

Esta produção é uma das atividades previstas no plano de formação continuada do Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE), ofertado pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná aos professores da rede pública estadual.

Foi desenvolvida com os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental do Colégio Estadual Júlio Teodorico, na cidade de Ponta Grossa/PR, norteou-se na Pedagogia da Pesquisa, com enfoque para o trabalho colaborativo e reflexivo, tendo o professor como mediador do conhecimento.

O objetivo foi sensibilizar os alunos para mudanças de hábitos em relação ao uso das sacolas plásticas, fazendo-os compreender que as mudanças no meio ambiente só acontecem com a participação efetiva do Estado e da sociedade.

Essas mudanças são difíceis de ser alcançadas, porque a população utiliza as sacolas para transporte de produtos e descarte do lixo, e porque falta esclarecimento com relação aos impactos ambientais que elas causam, como: lixos espalhados pelas calçadas quando as sacolas se rompem, entupimento de bueiros em dias de chuvas, morte de diversos animais quando



ingerem alimentos juntamente com pedaços de sacola. Além disso, as sacolas são produtos difíceis de reciclar e acabam tendo o seu destino nos aterros sanitários.

Em virtude dessas considerações, percebeu-se a necessidade de esclarecer os alunos sobre a regra dos “3R’s – reduzir, reutilizar e reciclar”, para isso foram desenvolvidas atividades que possibilitaram a reflexão sobre as atitudes ao consumir e descartar produtos. No entanto, destacou-se que grandes mudanças no uso das sacolas plásticas dependem de políticas públicas, mas também que escolhas individuais adequadas podem contribuir para um meio ambiente melhor.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

### **RELAÇÕES DO SER HUMANO COM A NATUREZA**

Desde que o ser humano passou a habitar a superfície terrestre, inevitavelmente estabeleceu contato direto com a natureza, pois dela depende para a sua sobrevivência. No entanto, com o passar dos anos, principalmente após a Revolução Industrial, essa relação homem-natureza foi tomando rumo bastante agressivo devido ao aumento populacional e, especialmente, em decorrência da criação de novas tecnologias.

Conforme Gonçalves (2005), a relação homem-natureza difere muito entre as diversas sociedades do planeta. Enquanto há sociedades consumistas ao extremo, há outras que vivem à margem desse sistema, como as populações mais pobres e algumas tribos indígenas e africanas.

Assim, entende-se que essa relação varia significativamente, pois as sociedades que mais fornecem os recursos naturais para a criação de Novas Tecnologias (NTs) são as que menos utilizam esses recursos, contudo são as mais afetadas pela ação humana sobre o espaço natural.

A ocorrência de impactos ambientais observados nas últimas décadas, ocasionados pelo consumismo exagerado, tem levado diversos segmentos da sociedade a discussões sobre isso e à busca de possíveis soluções.

Segundo as Nações Unidas no Brasil (ONUBR, 2012), em 1983, Gro Harlem Brundtland ao assumir a presidência da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento publica o relatório “Nosso Futuro Comum”, no qual se tem pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável.



A partir dessa publicação foram fomentadas algumas ações como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como “Cúpula da Terra”, realizada no Rio de Janeiro, em 1992, da qual se originou a “Agenda 21”, documento importantíssimo em que os países se comprometem, dentro do prazo de duas décadas, a rever seus modos de produção, procurando desenvolver um crescimento econômico, que não prejudique o meio ambiente.

Questões discutidas e metas afirmadas pelos países nessa conferência foram revistas na III Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a RIO +20, no Rio de Janeiro em 2013.

Além das conferências organizadas em prol do meio ambiente, muitos pesquisadores estudam o tema em questão conforme Leff (2001, p. 15):

[...] a crise ambiental veio questionar a racionalidade e os paradigmas teóricos que impulsionaram e legitimaram o crescimento econômico, negando a natureza. A sustentabilidade ecológica aparece assim como um critério normativo para a reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro, questionando as próprias bases de produção (Leff, 2001, p. 15).

Mas se observa que, apesar dos esforços empreendidos em ações ambientalistas por órgãos internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU) e as Organizações Não Governamentais (ONGS), ainda há crescimento das grandes corporações mundiais que entram essas ações. Portanto, se não houver consenso entre poder público e privado na efetivação de ações que busquem o desenvolvimento sustentável, viver-se-á apenas uma utopia.

## O LIXO E A RECICLAGEM

Pesquisas demonstram que juntamente com o avanço do processo urbano-industrial na sociedade ocorre o aumento do lixo. Sobre isso, Padovani (2011, p.19) diz que “[...] um cidadão ocidental produz, em média a cada ano, 500 quilos de lixo urbano, enquanto um brasileiro é responsável por 378 quilos anuais”.

Essa relação entre o homem e o lixo, conforme o mesmo autor (2011), sempre existiu, mas com o aumento populacional e os avanços técnicos a quantidade de lixo tornou-se maior, ocasionando preocupações para o cidadão.

Na virada do século XIX para o XX, o mesmo autor comenta que se iniciou o processo de limpeza urbana, pois a situação já estava tornando-se insustentável e, no Brasil, a primeira empresa de limpeza pública surgiu no Rio de Janeiro em 1876, comandada por Aleixo Gary.

Em meio a tudo isso, vê-se o ser humano cada vez mais desorientado, pois, ao mesmo tempo em que produz o lixo, torna-se vítima dessa situação ao contribuir para a ocorrência de eventos catastróficos. Diante do panorama atual, no qual não há como conter os meios de produção, resta a sensibilização da sociedade, colocando em prática a regra dos 3R's, que tem como primeiro passo reduzir o consumo, o segundo reutilizar ao máximo o produto antes de descartá-lo e como o terceiro passo reciclar.

Um espaço privilegiado para tal sensibilização é a escola, mas quando nela se aborda esse tema observa-se uma visão um tanto quanto reducionista, visto que há uma preocupação exagerada em abordar questões relacionadas ao lixo e à reciclagem, parecendo que os problemas ambientais giram em torno apenas disso. Nesse sentido, Layrargues (2005, p.180) diz:

apesar da complexidade do tema, muitos programas de educação ambiental na escola são implementados de modo reducionista, já que, em função da reciclagem, desenvolvem apenas a Coleta Seletiva de Lixo, em detrimento de uma reflexão crítica e abrangente a respeito de valores culturais da sociedade de consumo, do consumismo, do industrialismo, do modo de produção capitalista e dos aspectos políticos e econômicos da questão lixo (Layrargues, 2005, p.180).

Por isso, entende-se que a discussão sobre questões ambientais vai além do lixo e da reciclagem e se relaciona também com situações sociais, tal como a dos catadores de recicláveis, que circulam pelas ruas com seus enormes carrinhos coletando o descarte de toda a população.

Esses trabalhadores estão na base de toda a cadeia produtiva do lixo, contribuindo com seu árduo trabalho ao revenderem o que coletam para associações de catadores ou usinas de reciclagem, essas repassam o material reciclado para indústrias, que por sua vez são as melhores beneficiadas e recebem maior lucro.

Dessa forma, percebe-se que a participação do Estado na criação de políticas públicas é imprescindível, pois segundo Layrargues (2005, p.181), “as dispersas e isoladas iniciativas de criação de cooperativas de catadores de lixo, por exemplo, ainda não alcançou uma articulação ampla e coesa o suficiente para transformar essa atividade em política pública”.

Ao encontro dessas ideias, surge a Lei Federal 12.305/10, sancionada pelo presidente Lula, que normativa a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e tem como alicerces a logística reversa, a responsabilidade solidária e compartilhada, a participação de todos da cadeia e a inclusão social com geração de trabalho e renda (BRASIL, 2010).

O estado do Paraná possui a Lei Estadual 12.493/99 que versa sobre princípios, procedimentos e normas referentes à geração, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada de resíduos (SEMA, 2010).

A lei propiciou o programa “Desperdício Zero”, criado em 2003 pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, que tem como objetivo a conscientização da população em relação à separação e coleta seletiva do lixo, e a logística reversa, em que a embalagem faz o caminho inverso (consumidor, comerciante e fabricante), sendo assim a responsabilidade compartilhada por todos na cadeia produtiva de resíduos sólidos (SEMA, 2010).

Deste modo, percebe-se que com a ação compartilhada entre poder público e iniciativa privada, o processo de coleta seletiva no país só tende a aumentar, e mais produtos voltarão à cadeia produtiva, diminuindo o volume de resíduos nos lixões e aterros sanitários.

## O PLÁSTICO NA SOCIEDADE MODERNA

Um dos resíduos sólidos mais utilizados pelo ser humano e mais encontrado em lixões e aterros sanitários é o plástico, que segundo Fabro et al. (2007), foi inventado por Alexander Parkes, em 1862.

A matéria prima do plástico é o petróleo que, de acordo com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2010), é formado pela união de cadeias moleculares chamadas de polímeros, os quais são formados por moléculas menores, os monômeros. O plástico é produzido por meio de um processo químico dessas moléculas, chamado de polimerização. Mas pode-se produzir esse produto por meio de polímeros naturais, comuns em plantas e animais (algodão, madeira, cabelos, cifre de boi, látex, entre outros), e sintéticos obtidos através de reações químicas.

Cada produto plástico é fabricado com resinas plásticas diferentes, por isso foi adotada uma simbologia internacional, denominada símbolo de Mobius, que se refere ao processo de reciclagem do produto, utilizada nos Estados Unidos, Japão, Europa e Brasil. Esse símbolo é

formado por três setas retorcidas, sendo que no seu centro aparece o número da resina e abaixo das setas a sigla da resina (SEMA, 2010).

A classificação das resinas plásticas no Brasil, segundo a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, é bastante variada, no caso das sacolas plásticas, as resinas classificam-se da seguinte forma: resina 2 – PEAD (polietileno de alta densidade), resina 3 – PVC (policloreto de vinila), resina 4 – PEBD (polietileno de baixa densidade). O plástico é 100% reciclável, no entanto somente 16% do plástico são recicláveis no Brasil (SEMA, 2010).

Percebe-se que a porcentagem de reciclagem do plástico é muito pequena, daí depreende-se que os produtos plásticos que não vão para a reciclagem estarão nos lixões, aterros sanitários ou poluindo rios, mares, florestas e cidades. Entre esses está a sacola plástica, que de acordo com Fabro et al. (2007, p.15), teve sua origem:

[...] nos anos 70, os sacos de plásticos rapidamente se tornaram muito populares em especial através da sua distribuição gratuita nos supermercados e lojas, que embalam em saquinhos tudo o que passa pela caixa registradora, não importando o tamanho do produto que se tenha à mão (Fabro et al., 2007, p.15).

Atualmente esse produto tem causado grande problema ao meio ambiente, pela forma de seu descarte, sendo principalmente utilizado como saco de lixo, indo parar em lixões e aterros sanitários, prejudicando a decomposição de outros resíduos.

Por conta disso, tanto o poder público quanto a sociedade necessitam mobilizar-se para criar maneiras menos agressivas para o meio ambiente no descarte desse material.

Uma das formas de solucionar esse problema, segundo Rosa (2011), é a fabricação de sacola com materiais biodegradáveis, que são polímeros naturais extraídos das plantas como milho, banana, batata e cana-de-açúcar, e se decompõem em até 180 dias no ambiente, desde que haja condições naturais de umidade e oxigênio.

Outra forma, comenta a mesma autora, seria a fabricação das sacolas adicionando-se um aditivo químico à base de metais como cobalto, níquel, ferro e manganês. Esses materiais ajudam no processo de oxidação do polietileno, por isso essas sacolas são chamadas de oxibiodegradável. Com a presença da luz e calor elas podem se decompor em até 18 meses, porém esses aditivos são metais e podem contaminar o solo.



Diante das dificuldades na decomposição das sacolas, torna-se emergente a busca por alternativas reutilizáveis do transporte de produtos comercializados, tais como as ecobags, as caixas plásticas dobráveis, os carrinhos de lona entre outros.

Por tudo isso, especialmente no que se refere às ações e discussões acerca do meio ambiente, verifica-se a importância da educação nesse processo, mais especificamente da educação ambiental, conforme Sorrentino & Trajber (2007, p.14) que:

[...] assume assim a sua parte no enfrentamento dessa crise radicalizando seu compromisso com mudanças de valores, comportamentos, sentimentos e atitudes, que deve se realizar junto à totalidade dos habitantes de cada base territorial, de forma permanente, continuada e para todos (Sorrentino & Trajber, 2007, p.14).

Nesse contexto, o educador pode desenvolver práticas pedagógicas significativas e que produzam mudanças, pois não basta somente informação em relação à educação ambiental, mas sim sensibilização, cuja manifestação pode ser verificada pelas mudanças comportamentais do indivíduo. Nesse caso, pode-se dizer que com a implementação desse trabalho na escola conseguiu-se efetivamente desenvolver práticas que levam à educação ambiental.

## **METODOLOGIA**

O Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) proporciona ao professor pesquisador além do conhecimento teórico, a possibilidade de elaborar uma produção didática pedagógica, a qual será aplicada com seus alunos, possibilitando comprovar a aplicabilidade de sua pesquisa na comunidade escolar.

Na proposta de pesquisa “as sacolas plásticas”, o trabalho realizado com os alunos dividiu-se nas seguintes etapas: conhecimento teórico sobre o tema, experimentação, pesquisa com a comunidade escolar e sociedade e a apresentação do trabalho para comunidade escolar.

O trabalho com os alunos iniciou-se com leituras sobre a origem do plástico e das sacolas plásticas, e como esses produtos tornaram-se tão aceitos pela sociedade, principalmente pela praticidade, levando-os a entender que essa facilidade conduziu a sociedade de consumo a ter sérios problemas com esse tipo de resíduo.

Conforme Barbosa (2012), vários locais no mundo já baniram ou taxaram o uso das sacolas plásticas. A partir dessa informação, foi proposto aos alunos que utilizassem um mapa mudo, e nele localizassem esses locais.



Outra atividade realizada foi a visita à Acamaruva (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Uvaranas), que teve como finalidade levar os alunos a entenderem qual o destino das sacolas plásticas em Ponta Grossa, além de possibilitar que verificassem a grande quantidade de resíduos sólidos produzidos pela população pontagrossense.

Também foi produzido um experimento no Laboratório de Ciências do colégio, no qual os alunos enterraram três diferentes tipos de materiais, sendo cada tipo num determinado vaso: no primeiro vaso, sacolas oxibiodegradáveis, no segundo vaso, sacolas biodegradáveis, no terceiro vaso, um pedaço de plástico a base de amido de batata. O período do experimento foi de quatro de março a dez de setembro de dois mil e treze, data em que os materiais foram desenterrados e foi analisado o processo de decomposição pelo qual passou cada uma deles.

Para ter conhecimento de como as famílias dos alunos agem e pensam sobre a questão da reciclagem e do uso das sacolas plásticas, foi elaborado um questionário, o qual foi aplicado a 100 pais, posteriormente seus dados foram tabulados, resultando em dois gráficos. Com as seguintes perguntas: Qual a sua escolaridade? Qual a sua profissão? Você realiza a coleta seletiva em sua casa? Você sabe que as sacolas plásticas causam graves problemas ambientais? Escreva um exemplo. Se o supermercado em que você normalmente faz as suas compras não mais fornecesse sacolas plásticas, continuaria fazendo suas compras nesse estabelecimento? E se o supermercado cobrasse pela sacola plástica, você continuaria comprando nesse estabelecimento? Caso o supermercado vendesse sacolas retornáveis, você compraria? Você sabe o que é uma sacola oxibiodegradável? Se sua resposta for sim, explique. E uma sacola biodegradável, você sabe o que é? Explique. Se no Brasil fosse criada uma lei para retirar o uso das sacolas plásticas, como já ocorre em muitos países, qual seria a sua opção a partir de então, para fazer suas compras? Você sabe o tipo de sacola plástica que o supermercado utiliza onde faz suas compras?

Em outro momento, os alunos fizeram uma entrevista com os consumidores de dois supermercados locais, para isso utilizaram-se das mesmas perguntas do questionário. Em seguida, realizaram a comparação dos dados do questionário respondido pelos pais às respostas dadas pelos consumidores.

A finalização dessa proposta resultou num jornal mural, o qual ficou exposto na escola, dessa forma buscando-se divulgar para a comunidade escolar o trabalho de pesquisa realizado pelos alunos.

## RESULTADOS

A proposta de pesquisa sobre as sacolas plásticas permitiu aos alunos desenvolverem pesquisa teórica e prática sobre o assunto, o que resultou na produção de mapa, material informativo, experimentação, gráficos, tabela e jornal mural.

Os alunos iniciaram o trabalho de pesquisa sobre as sacolas plásticas com leituras e discussões sobre a origem, fabricação, utilização e danos causados por elas ao meio ambiente. Além disso, com o auxílio de um mapa mudo confeccionaram um mapa mundi para que pudessem ter uma visão global sobre quais locais procuram alternativas em relação ao uso das sacolas plásticas.

Com a elaboração do mapa (Figura 1), os alunos puderam ver que os dois países mais populosos do mundo, China e Índia, já aderiram à mudança de hábito relacionada ao uso de sacolas plásticas e puderam perceber que a opção de mudança independe do grau de desenvolvimento, e sim de políticas públicas. Em relação à mudança, ainda foi possível observar, no mapa, locais que apresentam diferentes graus de desenvolvimento econômico e social como Ruanda e Austrália.

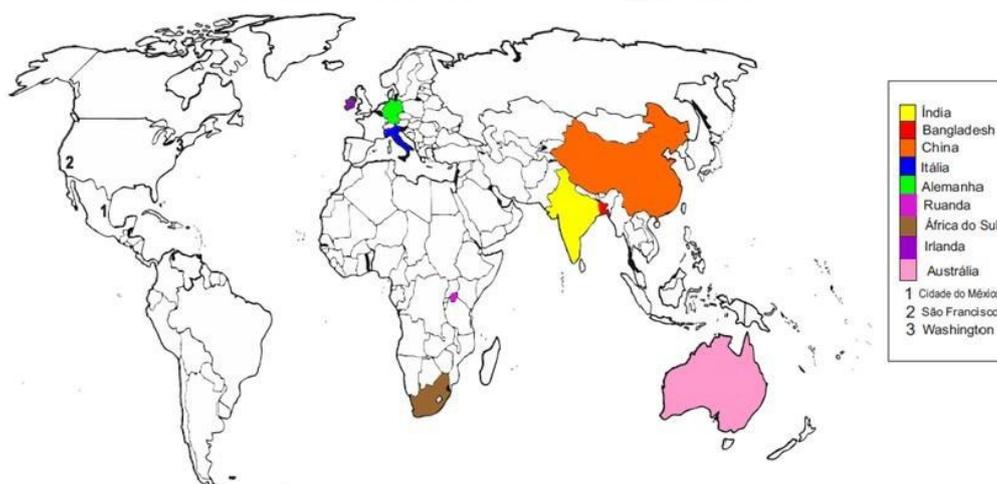
E no Brasil, como está o problema?

Desde 2008, a utilização de sacolas plásticas tem causado grande polêmica na sociedade brasileira, e muitas cidades brasileiras têm discutido a questão do seu uso. Belo Horizonte foi a pioneira na regulamentação da Lei nº 9.529/08 que substituiu a sacola de plástico feita de petróleo por sacolas de lixo ecológico (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2011).

Já em São Paulo a Lei Municipal nº 15.374/2011, proibiu a distribuição das sacolinhas plásticas na cidade de São Paulo, no entanto, isso gerou controvérsias entre ambientalistas, supermercadistas, indústrias e consumidores, devido à variação de interesses de cada segmento da sociedade.

**Figura 1:** Localização dos lugares que mudaram o hábito em relação ao uso das sacolas plásticas.

### 12 lugares no mundo que baniram ou taxaram o uso de sacola plástica



**Fonte:** BARBOSA (2012).

No Paraná, o governo realizou audiência pública com as redes de supermercados, para a troca das sacolas não recicláveis por sacolas oxibiodegradáveis.

As divergências de atitude quanto à adesão ou não ao uso de sacolas ecológicas entre estados e cidades brasileiras ocorrem porque não há uma Lei Federal que regulamente o uso das sacolas plásticas no país.

Os alunos também pesquisaram na internet sobre as sacolas plásticas e produziram material informativo que ficou exposto nos corredores do colégio.

Para demonstrar a importância de uma experiência num trabalho científico, foi produzido pelos alunos um plástico à base de amido de batata (Figura 2), seguindo a experiência de Rosa (2011), esse material também foi enterrado em um vaso (Figura 3).

**Figura 2:** Plástico de amido de batata.



**Fonte:** Corrêa (2012).

**Figura 3:** Plástico sendo enterrado.



**Fonte:** Corrêa (2012).

No mesmo dia também foram montados mais dois vasos, um com sacolas oxibiodegradáveis que de acordo Rosa (2011) leva na sua composição um aditivo químico que acelera o processo de decomposição para 18 meses); no segundo vaso as sacolas biodegradáveis (conforme a mesma autora, são sacolas produzidas à base de produtos como milho, cana-de-açúcar, banana, batata entre outros). O material dos três vasos (Figura 4) ficou enterrado por seis meses.

**Figura 4:** Vasos da experiência.



**Fonte:** Corrêa (2012).

O resultado da experiência demonstrou que no vaso em que foi enterrado o amido de batata, houve total decomposição do material (Figura 5), já nos outros dois vasos não aconteceu o processo de decomposição do material (Figura 6).

**Figura 5:** Vaso com amido de batata.



**Fonte:** Corrêa (2012).

**Figura 6:** Sacolas que não se decomuseram.



**Fonte:** Corrêa (2012).

A explicação possível para isso é que no vaso em que estava o plástico de amido de batata ocorreu a decomposição pelo fato de o material ter sido produzido de forma artesanal,



isso comprova os benefícios apresentados por sacolas produzidas com materiais que se degradam em menos tempo no meio ambiente.

No entanto os vasos que tinham sacolas oxibiodegradáveis e biodegradáveis não se decompuseram, talvez por variáveis naturais como umidade, temperatura, luminosidade, solo ou até mesmo a falta de material orgânico. Outra hipótese seria de que os materiais das sacolas podem não ser compatíveis à indicação de tempo de decomposição exposto nas sacolas, mas para se verificar esse fator seria necessário enviar as sacolas a um Laboratório de Química, o que não foi possível pelo prazo estipulado para a finalização da proposta.

Por isso, pretende-se dar continuidade ao experimento no próximo ano, enterrando os mesmos tipos de sacolas diretamente no solo, adicionando material orgânico e deixando-as por um período mais prolongado.

Após os alunos já terem o conhecimento teórico sobre as sacolas plásticas, realizou-se uma visita a Acamaruva - Associação de Catadores Materiais Recicláveis de Uvaranas.

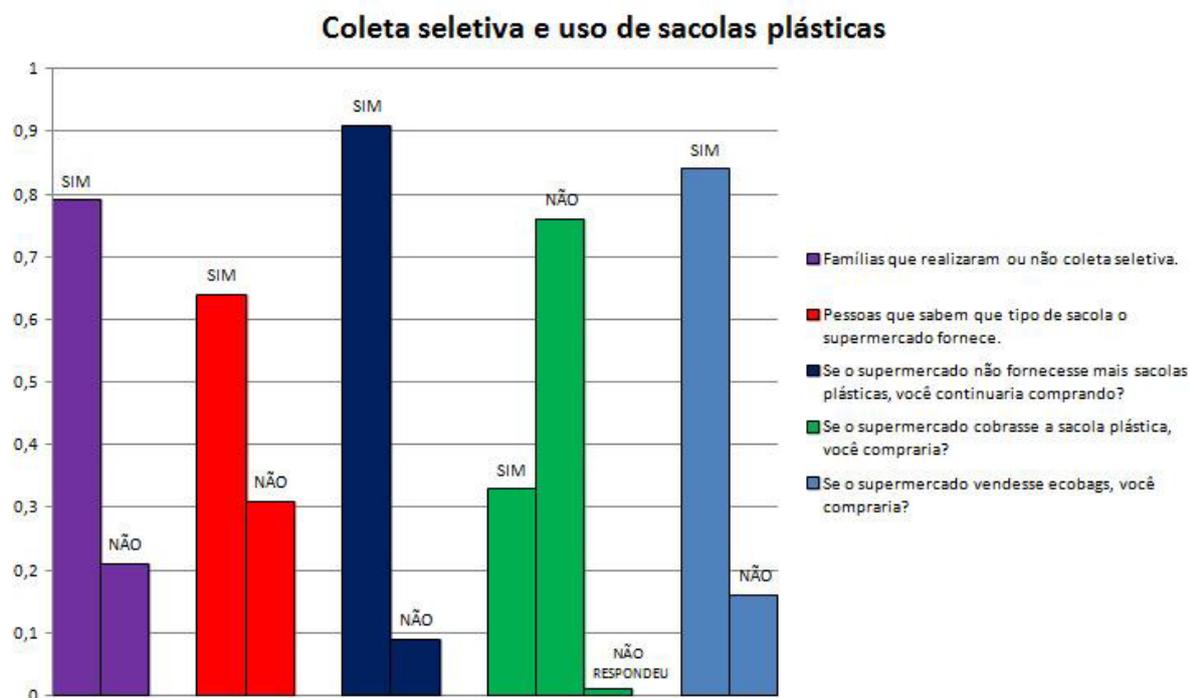
Essa visita proporcionou aos alunos verem a quantidade de resíduos sólidos que se gera num período de 2 a 3 dias, assim, demonstrando-se que o consumismo exacerbado da população está produzindo uma infinidade de resíduos sólidos que as usinas de reciclagem não estão dando conta de administrar, onde o destino final de muitos desses resíduos fica nos aterros sanitários.

A visita proporcionou aos alunos que se sensibilizassem pela forma de trabalho dos funcionários da usina, pois tiveram o conhecimento de que muitos deles são ex-catadores de resíduos sólidos. As mulheres recebem o material que chega e fazem a separação; os homens são responsáveis pela pesagem e compactação do material. Os funcionários são divididos em dois grupos, que alternam o trabalho de 8 horas diárias, com média salarial de um salário mínimo.

Sobre as sacolas plásticas os alunos obtiveram a informação de que não despertam interesse das indústrias por causa do rápido processo de decomposição que algumas apresentam, e que eles têm somente uma empresa de Curitiba que compra esse resíduo, mas não souberam nos informar o que a empresa faz com essas sacolas, acumulando-se a maior parte delas na usina ou tendo como destino o aterro sanitário.

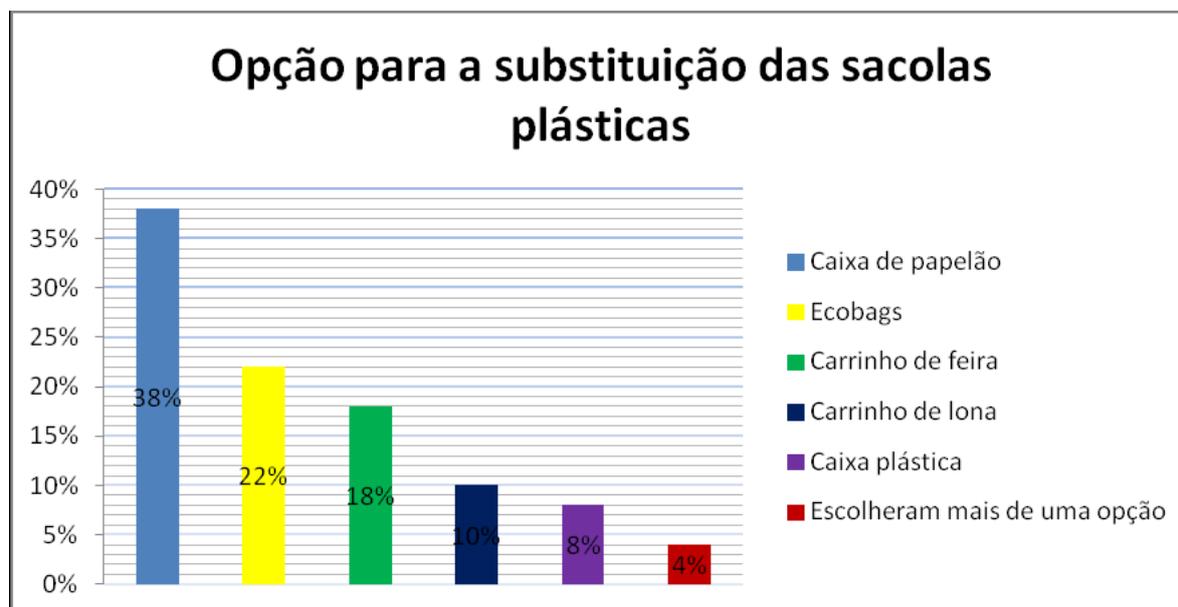
Além disso, para envolver as famílias dos alunos, foi enviado um questionário aos pais dos alunos do Colégio Júlio Teodorico, para saber se as famílias realizavam coleta seletiva e o que pensavam sobre o uso das sacolas plásticas (Figuras 7 e 8).

Figura 7: Resultados do questionário.



Fonte: Corrêa (2012).

Figura 8: Resultado do questionário.



Fonte: Corrêa (2012).



Como resultado, constatou-se que 20% das famílias submetidas ao questionário ainda não realizam coleta seletiva; mais de 60%, sabe que tipo de sacola plástica o supermercado fornece, mas não tem o conhecimento do processo de decomposição de uma sacola plástica, não entendendo a diferença entre uma sacola de plástico comum, oxibiodegradável e biodegradável.

Outro dado curioso é que a maioria dos entrevistados é consumidor fiel aos lugares onde realizam suas compras, pois 90% continuariam comprando no mesmo supermercado, mesmo que esse não fornecesse mais as sacolas plásticas. Por outro lado, se tivessem que pagar pela sacola, 90% não compraria, e se o supermercado fornecesse ecobags, mais de 80% mudaria para as ecobags.

Assim é importante elencar que, pelos dados apresentados, mais de 50% das pessoas mudariam o hábito de usar a sacola plástica se tivesse mais orientação sobre os danos causados por ela e que optariam, principalmente, para o uso de caixa de papelão e ecobags.

Fez-se também um comparativo dos dados acima com as respostas de uma entrevista, cujas questões eram as mesmas do questionário, realizada a 100 consumidores de dois supermercados locais, para confrontar as opiniões e o conhecimento sobre o uso das sacolas plásticas.

Tabularam-se os dados (Quadro 1), constatou-se que 60% das pessoas realiza coleta seletiva, 20% a menos que as famílias dos alunos. No que se refere à possibilidade de não fornecimento gratuito e venda de sacola plástica pelo supermercado, ou venda de ecobags, os resultados se equivalem.

Quanto ao conhecimento do consumidor sobre sacolas oxibiodegradáveis, percebe-se que há confusão na diferenciação entre essas e as biodegradáveis, visto que os consumidores que afirmaram conhecê-las, respondem que as sacolas oxibiodegradáveis são sacolas que se degradam rapidamente no ambiente, sem saber responder o que são sacolas biodegradáveis.

**Quadro 1:** Resultado da entrevista.

	SIM	NÃO
Realiza coleta seletiva.	60%	40%
Compraria no mesmo local, se não tivesse mais sacola plástica.	81%	19%
Compraria no mesmo local, se fosse vendido à sacola plástica.	45%	55%
Compraria no mesmo local, se fosse vendido ecobags.	80%	20%
Consumidores que sabem o que é uma sacola oxibiodegradável.	50%	50%
Consumidores que sabem o que é uma sacola biodegradável.	31%	69%

Fonte: Corrêa (2012).

Nessa linha de análise entende-se que a população tem conhecimento sobre os sérios danos causados pelas sacolas plásticas ao meio ambiente, mas continua a usar por não ter uma solução para o problema, nesse caso a discussão deveria acontecer em nível nacional, como já ocorreu em diversos lugares do mundo.

Com o intuito de apresentar a pesquisa dos alunos foi produzido um jornal mural, intitulado “Geonatureza”, no qual foram apresentados dados sobre os danos que as sacolas plásticas causam ao meio ambiente e possíveis soluções para o problema.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração desse material foi de grande valia, visto que se fundamentou em informações fornecidas por estudiosos da área e instituições governamentais, ambos repassaram diversos dados sobre as sacolas plásticas. De posse dessas informações a pesquisadora pode realizar atividades práticas junto aos alunos, propiciando-lhes a apropriação de significativos conhecimentos.

Com a produção da unidade didática e a implementação do projeto, foi possível desenvolver a aplicabilidade, alcançando-se o objetivo de mostrar aos alunos que as mudanças para diminuição dos impactos ambientais ocasionados pela ação humana, nesse caso, o uso das sacolas plásticas, só ocorrerão se houver uma política pública e, além disso, a colaboração da sociedade.

Diante das tantas polêmicas sobre o uso das sacolas plásticas, as discussões devem ser inesgotáveis, a fim de se buscar soluções sustentáveis, para isso, vê-se a necessidade de mais investigação e divulgação, para a população em geral, a respeito dos tipos de sacolas (oxibiodegradável e biodegradável) que existem atualmente, enfatizando-se o fornecimento dos dados de decomposição dessas sacolas alternativas em comparação à sacola de plástico comum.

É necessário avaliar com cautela esses tipos de sacolas, realizar mais experimentos sobre o seu processo de decomposição, como também os possíveis danos que podem causar ao meio ambiente, para depois optar sobre o uso ou não das sacolas plásticas.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, V. 12 lugares no mundo que baniram ou taxaram o uso de sacola plástica. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/sustentabilidade/noticias/12-lugares-no-mundo-que-baniram-ou-taxaram-o-uso-de-sacola-plastica>. Acesso em 20 mar. 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.3025/10. Política Nacional De Resíduos – PNRS. Multiplicadores Ambientais, Paraná, 4º ed, p. 05, 2010.

FABRO, A. T.; LINDEMANN, C.; VIEIRA, S. C. Utilização de Sacolas Plásticas em Supermercados. Revista Ciências do Ambiente On-line. v. 3; nº 1; 2007.

GONÇALVES, C. W. P. Os (Des) Caminhos Do Meio Ambiente. São Paulo: Contexto; 2005. 148 p.

LAYRARGUES, P. P. (org.) et al. O Cinismo da Reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In. Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania. 3. Ed. São Paulo: Cortez; 2005. p179-219.

LEFF, E. Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis: Vozes; 2001. 494 p.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. A ONU e o meio ambiente. Disponível em: <http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 16 mai. 2012.

PADOVANI, W. F. Os Desafios Da Era Do Lixo. Revista Veja. n 2249 p. 18-24, dez. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Diário Oficial do Município, Belo Horizonte, 13 abri 2011. Disponível em: > Acesso em: 17 mai. 2012. <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1056045>



ROSA, E. Composição química das sacolas plásticas. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/composicao-quimica-sacolas-plasticas-629297.shtml>>. Acesso em: 16 mai. 2012.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. RUMO ao Desperdício Zero e Multiplicadores Ambientais e Inclusão Social no Paraná. Produção: F5 Produções. Paraná, 2010.

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Multiplicadores Ambientais e Inclusão Social no Paraná. Paraná: 4º. ed. 2010. 97 p.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R. (Comissão Editorial). Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental; Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO; 2007. 248 p.

# CAPÍTULO 3

## UM GAVIÃO “ESGOTADO”: A NATURAL/SOCIAL CONDIÇÃO ATUAL DO RIO DE UMA CIDADE DO SEMIÁRIDO BAIANO

Guilherme Matos de Oliveira

### RESUMO

O espaço geográfico, na contemporaneidade, vem sendo reproduzido pelas aproximações entre sociedade/natureza sob os direcionamentos desiguais do modo de produção capitalista. Os rios compõem esse processo, à medida que suas dinâmicas naturais são atravessadas por conflitos e contradições provocadas socialmente, principalmente na cidade e no urbano. Partindo desse panorama, este artigo tem o objetivo de analisar a atual condição geográfica do Rio Gavião na cidade de Anagé, no semiárido do Sudoeste da Bahia, evidenciando os problemas naturais/sociais que são estabelecidos no curso das suas águas. Para tanto, contamos metodologicamente com a contribuição teórica de autores que tratam da temática em questão, a exemplo de Mendonça (2001); Assad (2013); Oliveira et al. (2015) dentre outros; e com reflexões oriundas de registros fotográficos e notas de pesquisa realizada *in loco*. Diante do que foi constatado, sobretudo os dejetos de esgoto que são lançados nas águas do rio, entendemos ser urgente a junção de forças dos variados entes sociais do município em tela num esforço comum pela revitalização efetiva do Rio Gavião, uma vez que este se encontra na condição de “esgotado” e necessita de um renovado equilíbrio entre sua natureza física e a natureza social anageense que se reproduz ao seu redor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água, Anagé, Natureza, Rio Gavião, Sociedade.

### INTRODUÇÃO

Na trajetória da Geografia, enquanto campo do pensamento científico – seja ele oriundo da totalidade mundial e/ou das particularidades de sua sistematização em âmbito brasileiro, regional e/ou local, inúmeras são as questões e reflexões que são tecidas na busca pela compreensão sobre a produção do espaço geográfico, que se repousam principalmente no desvelar dos conteúdos advindos da relação sociedade/natureza, e que em nossa leitura são movidos pelo trabalho socialmente produzido nos seus mais diversos contextos e processos escalares.

Enquanto produto dessas condicionantes geográficas que se expressam na realidade concreta, o Rio é um dos vários componentes da natureza em sua dimensão física, agregando em si relações geomorfológicas, pedológicas, climáticas, ecológicas, biológicas, ambientais dentre outras que repercutem constantemente em suas formatações e materialidades que, ao



mesmo tempo, fundamentam historicamente variados processos de realização social da vida humana, uma vez que sua essência, numa dimensão ontológica, também é natural.

Essas dinâmicas são oriundas de circunstâncias coletivas – como no compartilhamento das águas para irrigações de diversos cultivos e de uso doméstico de inúmeras comunidades ribeirinhas e cidades seculares/milenares; e/ou dos sistemas produtivos do capital – que ao serem individuais/monopolizadores, sustentam diversos modos de produção, seja na constituição “civilizatória” das colonizações por todo o mundo, ou na atual apropriação privada dos recursos hídricos para serem comercializados a toda sociedade.

Decorrente disso, os problemas e impactos que são ocasionados nos rios – e que são estabelecidos por meio das contradições da produção desigual do espaço sob o ímpeto corrosivo do mundializado sistema capitalista – agravam as condições de manutenção dos seres naturais e humanos na terra, uma vez que vem se conformando a acumulação e o lucro do mercado na banalização da morte de tudo aquilo que é vivo e/ou daquilo que faz a vida acontecer, como as águas dos rios.

Mediante esse entendimento, este artigo tem o objetivo de evidenciar a contemporaneidade geográfica do Rio Gavião na cidade de Anagé, no semiárido do Sudoeste da Bahia; trazendo para nossa discussão as repercussões das mediações naturais/sociais que são encaminhadas em torno desse rio, sendo este paulatinamente atingido pelas contradições do urbano que são transparecidos nos seus meandros aquosos em âmbito municipal.

Para tanto, nos sustentamos metodologicamente tanto em contribuições de autores que teorizam acerca da temática deste estudo como Mendonça (2001); Silva (2001); Suertegaray (2002); Assad (2013) dentre outros; quanto no delineamento de nossas análises que, somadas às reflexões de Lima, Pitiá e Santos (2006); Maia, Oliveira e Lima (2011) e Oliveira et al. (2015) dentre outros, trazem breves apontamentos oriundos da observação de registros fotográficos obtidos de alguns trechos de percurso do rio anageense, e que apontam os dilemas e as perspectivas em torno da reprodução degradante das águas de um gavião que tem se “esgotado” cotidianamente.

## A RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA NA ATUAL PROCESSUALIDADE CONTRADITÓRIA DO ESPAÇO GEOGRÁFICO NO MODO DE PRODUÇÃO CAPITALISTA

As transformações que ocorrem no espaço geográfico são resultantes de diversas processualidades relacionais entre sociedade/natureza que são mediadas pelo trabalho e que se encontram sob o controle do modo de produção hodierno, como na formação da propriedade privada e na apropriação dos instrumentos produtivos, sejam eles das ‘forças da natureza’ ou das ‘forças sociais do trabalho’ – advindas das práticas humanas ou de seus discursos teóricos, para que a lógica de acumulação seja garantida.

Diante deste cenário atual, as questões que envolvem a categoria natureza devem ser colocadas de maneira crítica. Smith (1988) pontua que elas são movidas mais efetivamente diante da eclosão urbana-industrial do capitalismo, uma vez que as modificações gestadas por esse contexto se objetivam na vida humana construída socialmente, tanto numa dimensão concreta da produção material quanto do pensamento intelectual sobre o que se concebe do/no mundo natural.

Torna-se preciso destacar que nossa compreensão sobre o debate categorial da natureza está imersa em uma perspectiva ontológica do ser social, posto que este é:

[...] um processo que participam o homem e a natureza, processo em que o ser humano com sua própria ação impulsiona, regula e controla seu intercâmbio material com a natureza. Defronta-se com a natureza como uma de suas forças. Põe em movimento as forças naturais de seu corpo, braços e pernas, cabeça e mãos, a fim de apropriar-se dos recursos da natureza, imprimindo-lhes forma útil à vida humana. Atuando assim sobre a natureza externa e modificando-a, ao mesmo tempo modifica sua própria natureza (MARX, 1989, p. 202).

Alinhada com a leitura dialética da relação entre natureza e sociedade, Silva (2001, p. 36) assevera que tudo é natureza, desde os microorganismos presentes nos ecossistemas naturais até os mais sofisticados robôs ou computadores, bem como o raio solar e o raio laser; tudo é criado pela natureza que se encontra externamente ou internamente nos sujeitos humanos, que produzem seus espaços e nele estão em sua natureza social. Nesse entendimento, a natureza é externa e interna ao ser, é humana e física, orgânica e inorgânica, animal e social.

Corroborando com isso, a teoria lefebvreaana aponta que os homens ao se relacionarem socialmente produzem sua vida, sua trajetória na história, sua consciência e o mundo onde vivem, em que não há nada que tenha acontecido historicamente na sociedade que tenha sido

adquirido e produzido, à medida que a “[...] “natureza”, ela mesma, tal como se apresenta na vida social aos órgãos dos sentidos, foi modificada, portanto, produzida.” (LEFEBVRE, 2000, p. 105-106). Assim:

O ato de produzir é igualmente o ato de produzir espaço. A promoção do homem animal a homem social deu-se quando ele começou a produzir. Produzir significa tirar da natureza os elementos indispensáveis à reprodução da vida. A produção, pois, supõe uma intermediação entre o homem e a natureza, através das técnicas e dos instrumentos de trabalho inventados para o exercício desse intermédio (SANTOS, 2004, p. 202).

Ao se pensar na produção do espaço geográfico é preciso considerar as dinâmicas espaciais – que são fomentadas socialmente e naturalmente – em suas constantes repercussões e articulações, seja em âmbito mundial, continental, nacional, regional e/ou local, bem como na economia, na cultura, na política, dentre outros contextos e demandas que são inerentes à vida humana e que se materializam de um modo socioespacial.

Em meio ao movimento concreto existente entre sociedade/natureza, surgem diversas interpelações por parte das(os) cientistas, sobretudo aqueles ligados às ciências humanas e sociais, sobre os rumos da conjuntura na humanidade – principalmente nos tempos atuais de deturpação da realidade pelo negacionismo e pelas *fake news* – haja vista que os avanços tecnológicos e científicos são questionados. Balizados por essa premissa, as(os) geógrafas(os) no conjunto das demais ciências possuem um papel fundamental na construção de outras racionalidades que sejam emancipatórias à sociedade (ARMOND & AFONSO, 2010, p. 8).

Cabe ressaltar que as discussões conceituais envolvendo a natureza e a sociedade são sistematizadas na Geografia desde a sua gênese enquanto ciência moderna no século XIX. Entretanto, num primeiro momento, o meio era colocado como natureza e o homem era visto como elemento externo ao meio (SUERTEGARAY, 2002, p. 116).

No decorrer da História da Geografia são formuladas outras compreensões acerca das relações sociais/naturais, fundamentadas seja pelos métodos do positivismo lógico, fenomenológico e materialista histórico dialético, ao passo que mais recentemente estão sendo traçados esforços epistemológicos, mesmo que ainda residuais, para uma integração do natural e do societal na ciência geográfica, no intento de ser superada a fragmentação existente entre “Geografia Física” X “Geografia Humana”, ao tempo em que:

A concepção aqui adotada toma em consideração a convicção de que a abordagem geográfica do ambiente transcende à desgastada discussão da dicotomia geografia física versus geografia humana, pois concebe a unidade do conhecimento geográfico

como resultante da interação entre os diferentes elementos e fatores que compõem seu objeto de estudo. (MENDONÇA, 2001, p. 115).

Silva (2001) sinaliza que frente a essas preocupações, a Geografia pode ser pensada diante do espaço produzido e entrelaçado pelo que é social/natural, uma vez que as atividades próprias da natureza física estão sempre contidas na natureza das relações sociais que são produzidas no sistema capitalista.

Posto isso, no tópico a seguir buscamos perceber como essas mediações estão sendo empregadas na reprodução do espaço da cidade e do urbano sob os moldes da lógica do atual modo de produção, observando também as implicações sociais dessa situação nas composições físico-naturais dos rios em âmbito nacional.

## **A CIDADE, O URBANO E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIETAIS NA NATUREZA DOS RIOS BRASILEIROS**

As variadas nuances que se sucedem no cotidiano da lógica do urbano – expressa nos espaços das cidades – fazem com que nos situemos em diversas leituras que revelam as configurações cunhadas socialmente nos entremeios das dinâmicas naturais dos rios em sua objetivação, uso(s) e degradação dos/nos seus corpos de água; e que por vezes são engendradas pelas/nas contradições do mundo moderno sob a égide do modelo produtivo ao qual estamos inseridos, posto que diante dessa premissa:

O tema da água envolve, por certo, várias perspectivas teóricas e distintos campos de saberes. Sendo assim, é possível, sob o critério geográfico, elaborar uma interpretação territorial da água? Se a resposta for sim, há que se organizarem as escalas interpretativas. Primeiro, convém ver a água como um componente natural, um bem comum sem o qual não há vida. Segundo, destaca-se que a sociedade capitalista, financeirizada e neoliberal, faz dela um recurso para reproduzir o capital e auferir lucro (NASCIMENTO & GONÇALVES, 2018, p. 9).

Podemos perceber, desse modo, que as questões e os conflitos pelo uso da água estão envoltos à produção desigual e classista do espaço geográfico pelo capitalismo, que tem sido permeada pela constância do funcionamento dos seus moldes urbano-industriais; estes que, na cidade, são visualizados de maneira efetiva.

Carlos (2007) pontua que a cidade, enquanto produto histórico-social da construção do trabalho humano que tem se acumulado de geração em geração, é fundamentada a partir da relação sociedade/natureza, sendo que ao se cumular como realidade espacial concreta, a cidade se revela na incorporação de ações pretéritas que, simultaneamente, sinalizam as possibilidades futuras da vida cotidiana que se efetua no presente. A cidade, para a autora supracitada, tem seu

sentido e finalidade histórica na realização produtiva da vida humana, à medida que a problemática urbana é posta no plano teórico, e no plano prático da reprodução contraditória das relações sociais estão postos a cidade e o urbano.

É válido salientar que, diante da formação da propriedade privada e dos seus desdobramentos na oposição das classes sociais que produzem o espaço urbano, a cidade vem sendo apropriada, em suas particularidades naturais, pelos ditames especulatórios e mercantis da classe burguesa na contemporaneidade, visto que:

A natureza na cidade é uma necessidade, que infelizmente foi engolida e propagada pelas possibilidades de consumo [...]. Para os agentes do mercado [...] a natureza na cidade não é uma necessidade coletiva, e a exclusão é exercida a serviço da acumulação. (BAUMGARTNER, 2009, p. 133).

Decorrente deste cenário de complicações societais, as formas e conteúdos sobre a natureza acabam sendo, na maioria das vezes, ressignificadas e reduzidas como recurso, uma vez que “[...] o sentido de preocupação ecológica se esvai e o que resta é a conversão das questões ambientais em mera representação estética da natureza.” (ZANGALLI JUNIOR & SANT’ANNA NETO, 2015, p. 48). Nisso:

A separação entre homem e natureza, valor de uso e valor de troca sinaliza a extensão do processo de desenvolvimento do mundo da mercadoria que embasa o processo de produção do espaço urbano, transformando-o em mercadoria valorizada pelo processo de urbanização da sociedade, e, com ele, eliminando referenciais, volatilizando relações sociais e gerando individualismo (CARLOS, 2007, p. 50).

Ao serem promovidas medidas mitigadoras e/ou de adaptação ao contexto de crise do urbano nas conexões entre sociedade/natureza – sobretudo nas questões relativas à água – foram organizadas pelo poder estatal brasileiro, mais especificamente pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a criação da resolução nº 357, de 17 de março de 2005, no intuito de que ela seja aplicável à gestão e monitoramento das áreas aquáticas em nível nacional. Esse documento dispõe sobre os níveis dos corpos hídricos e as diretrizes para os limites que devem ser observados no enquadramento destes corpos, sendo que o art. 42 trata sobre as águas doces, consideradas classe 2, enquanto for possível uma melhoria dos indicadores de qualidade hídrica no território nacional. Todavia, é preciso observar o artigo 12 quando aborda sobre os efluentes, que são resíduos agrícolas, industriais, de esgoto etc.

Art. 12. O lançamento de efluentes em corpos de água, [...] não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis (BRASIL, 2011, não paginado).

Fica perceptível, nesse sentido, que as diretrizes acima mencionadas não situam formas concretas de eliminação dos poluentes que são despejados diariamente nas águas de nosso país, dentre elas as que estão no curso dos inúmeros rios brasileiros. Assad (2013) aponta que o Brasil possui a maior rede hidrográfica e a maior reserva de água doce do planeta, que ao ser considerada com a quantidade de água advinda de outros países e imersa nas bacias amazônica, do Uruguai e do Paraguai, tem vazão média de 267 mil metros cúbicos por segundo.

Contudo, para a autora anteriormente citada, o país relaciona-se com seus rios de maneira ambígua, pois as cidades, ao mesmo tempo em que os “abraçam” no interesse de crescerem e se desenvolverem seja em âmbito urbano e/ou agrícola, os aniquilam quando são tornados receptores de esgoto e de muitas outras problemáticas.

Os rios sofrem com a poluição, o assoreamento, o desvio de seus cursos e com a destruição das matas ciliares; e a beleza da paisagem fica obstruída pelo mau cheiro, mudança de coloração, incapacidade de uso original de seus recursos. Os cursos d'água possuem múltiplos usos: consumo humano, aproveitamento industrial, irrigação, criação animal, pesca, aquicultura e piscicultura, turismo, recreação, geração de energia, lazer e transporte. [...] estiveram e ainda estão, associados ao cotidiano de populações ribeirinhas [...] para o deslocamento de pessoas e mercadorias, para lavagem de roupas, para atividades extrativistas como a pesca e para a mineração de areia, argila e minerais como o ouro (ASSAD, 2013, p. 6).

Cabe ressaltar, segundo dados informados pela Agência Nacional de Águas (ANA), que a irrigação na agricultura é responsável por quase metade da água consumida no país e tem o maior dos percentuais (49%), tendo destaque nas áreas das regiões do Atlântico Sul e Nordeste Oriental, do Paraná e do São Francisco (BRASIL, 2019). Diante desses dados, é preciso desmistificar a ideia de que a sociedade é a única responsável pela degradação e/ou “escassez” das águas dos rios, haja vista que incorremos ao erro:

[...] utilizando argumentos não só irrelevantes, mas inverossímeis sobre a escassez hídrica, visando atingir todas as camadas sociais. Por meio de imagens, enunciados e figuras uma concepção apocalíptica se cristaliza em torno da água que poderá acabar devido à “morte” de muitos rios - não raro, sem explicações da causa dessa “morte” - , resultando em “guerras pela água”. Fixa-se uma abordagem cataclísmica devido à contaminação da água causada por indivíduos que têm a “cultura” de depositar nos rios todos os resíduos de suas atividades. Há a prescrição de como os indivíduos devem economizar água - fechando as torneiras, não tomando banhos prolongados, regulando as descargas para economizar água, não lavando as calçadas, pátios e carros com água potável através de jatos de mangueira etc., numa explícita ação de individualização de uma problemática que é do conjunto da sociedade. Ao mesmo tempo, outras formas de consumo e desperdício da água doce não são problematizadas adequadamente junto à sociedade – observamos, por exemplo, o silenciamento acerca dos usos, desperdícios e contaminação de aquíferos ligados às diferentes práticas relacionadas à agropecuária/agronegócio - e aprofunda-se uma representação de natureza finita com a “escassez” da água, que merece uma análise mais aprofundada (FREITAS & DEL GAUDIO, 2015, p. 441).

Emerge-se desse raciocínio nossa pretensão em abordar criticamente as especificidades da realidade social/natural do Rio Gavião, que tem suas sendas encrustadas no sertão baiano; tendo em vista que as grandes dificuldades enfrentadas no percorrer das suas águas estão vinculadas ao processo mais geral de (des)realização da vida natural pelo atual modo de produção por meio das determinações do urbano, que também tem se reificado no município em estudo.

### **A NATURAL/SOCIAL CONDIÇÃO ATUAL DO “ESGOTADO” RIO GAVIÃO NO ESPAÇO URBANO DE ANAGÉ, NO SEMIÁRIDO DO SUDOESTE DA BAHIA**

Ao nos atermos às modificações que são estabelecidas em meio ao elo natureza/sociedade, direcionamos nosso olhar analítico para a expressividade real dessa conjugação ao vislumbrarmos as particularidades geográficas do Rio Gavião, no semiárido da Região Sudoeste da Bahia, onde é possível perceber as influências ambientais e antrópicas na condição atual de suas águas.

Em se tratando da Região Sudoeste da Bahia, ela é formada por 39 municípios que estão espalhados em uma área total de 42.542,9 km<sup>2</sup>, abrigando em si uma notável diversidade geoambiental por entre trechos da Mata Atlântica, Caatinga e de outras formações intermediárias (MAIA, OLIVEIRA & LIMA, 2011, p. 2).

O pediplano sertanejo – onde está localizado o Rio Gavião, de acordo com os autores acima citados, ocupa a área oeste da região, caracterizando-se com baixo índice pluviométrico e com prolongada estação seca; ao tempo em que este indicador climático se acentua diante da irregularidade espaço-temporal das precipitações, e também por conta do baixíssimo potencial de proteção do solo frente aos processos morfogenéticos. Cabe ainda considerar que:

Ha déficit hídrico. Mas essa expressão não significa falta de chuva ou de água. O grande problema é que a chuva que cai é menor do que a água que evapora. No Semi-Árido brasileiro, a evaporação é de 3.000 mm/ano, três vezes maior do que a precipitação. Logo, o jeito de agasalhar a água de chuva é fundamental para aproveitá-la (MALVEZZI, 2007, p. 10).

Malvezzi (2007) acrescenta que para além da evapotranspiração, existe o fenômeno do cristalino, que abrange 70% do semiárido brasileiro, sendo que as águas das chuvas não têm facilidade de serem absorvidas pelo solo, acabando por correrem para os rios intermitentes e, posteriormente, para o mar ou se perdendo em evaporação.

Na área semiárida do Sudoeste Baiano, é possível constatar também que suas altitudes variam de 240 a 600m, trazendo algumas elevações que ultrapassam esses dados. Em escala regional, essa unidade tem sido drenada quase que por completo pelo Rio de Contas – cujo regime é permanente – e por uma mínima faixa pelo riacho cacha, um afluente do Rio Paraguaçu. O Rio de Contas tem seus tributários intermitentes: o Rio Jacaré na margem esquerda e o Rio Gavião na margem direita (LIMA, PITIÁ & SANTOS, 2006, p. 4).

O Rio Gavião é um rio brasileiro que deságua no Rio de Contas, no estado da Bahia. Ele nasce em Jacaraci no estado da Bahia, passando por vários municípios da região, como Condeúba, Caraíbas e Anagé. Principais afluentes do Rio Gavião: Riacho do Mateiro (Tremedal-Ba) e Rio Riachão (rio temporário que corta todo o município de Maetinga-Ba). (OLIVEIRA et al., 2015, p. 2).

A vegetação circundante à área do Rio Gavião, segundo Lima, Pitiá e Santos (2006, p. 11), é composta pela caatinga, caracterizada por: árvores abertas sem palmeiras, espécies xerófilas – de arbustos com folhas decíduas, e espécies cactáceas – mesmo que em algumas dessas áreas apareçam uma densidade maior da vegetação. No entanto, os autores supracitados colocam que tem se notabilizado na área em questão a intensificação do desmatamento, tanto com a retirada da cobertura vegetal para o funcionamento de atividades agropecuárias, a exemplo da caprinocultura e da agricultura de subsistência, quanto com a perda das matas ciliares que provocam, como mostrado na figura 1, um acelerado assoreamento do Rio Gavião.

**Figura 1:** Rio Gavião perdendo cobertura vegetal, sua mata ciliar e sendo assoreado na cidade de Anagé-BA.



**Fonte:** Pesquisa de campo (2021).

Maia, Oliveira e Lima (2011) mostram que este ambiente, apesar da insólita utilização dos seus solos, apresenta de maneira quase permanente uma adesão a práticas rudimentares e



amplamente agressivas ao meio ambiente, seja com a frequência da rotação de terras, das queimadas e do plantio regulado pela inclinação do relevo.

Estes entraves, gerador da degradação das terras agricultáveis, vem sendo “naturalizado” no semiárido, visto que as terras marcadas pela erosão se tornam vulneráveis às variações climáticas, e por consequência, tem seus solos menos férteis – sobretudo quando atravessam um extenso período de estiagem. Os efeitos da degradação dessas terras se manifestam diretamente no declínio da produtividade, afetando negativamente a qualidade de vida dos sujeitos locais, em especial daqueles que trabalham na terra e sobrevivem dela (LIMA, PITIÁ & SANTOS, 2006, p. 11).

Nisso, os variados problemas que vão sendo fomentados pelas imposições do atual modelo produtivo capitalista que se consolida socialmente, são difundidos e percebidos no ambiente, na terra e nas águas do Gavião, e se encaminham num antagonismo a uma aproximação ontológica dos sujeitos com a natureza da água enquanto elemento vital para a humanidade. Essa acepção nos faz assimilar que:

[...] no capitalismo o uso da natureza é feito de forma irracional e desregulada, onde a exploração dos recursos naturais já não mais objetiva a subsistência, o prover o alimento, mas sim, a territorialização do capital e a construção de concepções de natureza vistas como algo oposto ao humano, contrária à sociedade, algo separado da condição e existência humana (SILVA & SOUZA, 2019, p. 10).

Em relação às adversidades do urbano que se apresentam no real concreto dos rios e das suas águas, Tonello et al. (2008, p. 45) pondera que nos atos de assentamento da população na cidade, o sistema de drenagem se sobrepõe como um sensível problema e um dos maiores acarretados pela urbanização, seja por conta dos empecilhos para o esgotamento das águas pluviais, dos dejetos domésticos e/ou em decorrência das ingerências para com os demais sistemas de infraestrutura, causando transtornos diversos para a vida dos cidadãos, como esgoto a céu aberto, enchentes etc. cujas consequências são a aquisição, por exemplo, de doenças como leptospirose, diarreia entre outras.

Assad (2013) ratifica que a legislação brasileira prevê e assegura nesses casos o saneamento básico, enquanto um direito constado na Constituição e designado pela Lei nº 11.445/2007 enquanto conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações para o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, condução de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Todavia, ao nos depararmos com a realidade do Rio Gavião no decorrer da malha urbana da cidade de Anagé (e que se exprime concretamente nas figuras 2 e 3), observamos um total abandono do poder público para com a manutenção e preservação do rio, se tornando omissos e, em alguma medida, promotor da contaminação das águas, uma vez que permite o lançamento dos esgotos advindos dos domicílios que o margeiam.

**Figuras 2 e 3:** Esgotos domiciliares sendo lançados no Rio Gavião, na cidade de Anagé-BA.



**Fonte:** Pesquisa de campo (2021).

Diante deste processo, consideramos que a cidade hodierna do capital se projeta na modernidade com os resquícios do atraso; ao tempo em que na realidade cidadina em tela o projeto capitalista em curso – com o aval do seu ente político, o Estado, através do poder executivo e legislativo local – se conforma na atrasada e cruel devastação dos espaços onde existe vida e/ou propiciam vida, como as águas do Rio Gavião.

Em um outro estudo realizado sobre os impactos socioambientais sofridos pelo Rio Gavião no município em questão, Oliveira et al. (2015) destacam que:

São pelo menos quatro caixas coletoras de esgoto abertas permanentemente despejando os dejetos no rio. Vê-se também, muito lixo e lama em estado de putrefação em todo o trecho que banha a cidade de Anagé, que se estende a localidades ribeirinhas abaixo até muito distante. Este rio já foi muito limpo, extensos lençóis de areia branca enchiam os olhos de quem o via. Seu leito, que a maior parte do ano perdurava seco, guardava água subterrânea limpa e cristalina que abastecia toda população ribeirinha mesmo nas longas estiagens comuns nesta região (OLIVEIRA et al., 2015, p. 4-5).

Outrossim, no contato com o real concreto local, percebemos que há um sentimento coletivo de desgosto da população anageense diante da indiferença do poder público no zelo para com o rio, uma vez que a degradação de suas águas atinge, de algum modo, o cotidiano da vida daqueles que produziram a cidade em outras épocas, dos que a produzem na atualidade, e

das gerações que a perpetuarão, devendo se reconhecer enquanto natureza para além do asfalto e das edificações da cidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto de crise estrutural das formas de sociabilidade do atual modo de produção tem gerado um quadro preocupante no tocante ao distanciamento cada vez maior entre sociedade e natureza, ao passo que as medidas paliativas de preservação do meio ambiente estão sendo inóspitas perante a urgência de ações equilibradas entre a humanidade e o espaço físico-natural em que se reproduz.

Ao vincularmos, nesse movimento, as singularidades das calamidades enfrentadas pelo Rio Gavião na cidade de Anagé-BA, entendemos que tem sido consubstancializada uma paulatina degradação das suas marcas naturais/sociais, acarretada em função de variados fatores, dentre eles o descarte dos dejetos produzidos na área urbana do município que, de maneira permanente, poluem o rio e deixam o gavião numa angustiante condição de “esgotado”.

É necessária, portanto, uma socialização de forças para uma revitalização efetiva do Rio Gavião, tanto do poder público quanto da população local com ações eficazes, uma vez que a relevância histórica, social, cultural e econômica anageense merece ser preservada em concomitância com uma renovada e justa manutenção do rio deste município, uma vez que sua natureza física, ontologicamente, faz parte também da natureza dos seres sociais que ali vivem.

## REFERÊNCIAS

ARMOND, Núbia Beray; AFONSO, Anice Esteves. Da Geografia Física à Geografia (sócio) ambiental e seu “retorno” à Geografia: breves reflexões sobre mutações epistemológicas e o campo científico. In: **Anais do XVI Encontro Nacional de Geógrafos**. Porto Alegre: AGB, p. 1-11, 2010.

ASSAD, Leonor. Cidades nascem abraçadas a seus rios, mas lhes viram as costas no crescimento. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 65, p. 6-9, 2013. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v65n2/03.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2022.

BAUMGARTNER, Wendel Henrique. **O direito à natureza na cidade**. Salvador: EDUFBA, 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 16 mai. 2011.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O Espaço Urbano: Novos Escritos sobre a Cidade**. São Paulo: Labur Edições, 2007.

FREITAS, Eliano de Souza Martins; DEL GAUDIO, Rogata Soares. Crise ecológica, escassez hídrica e ideologias: uma análise crítica da Carta de 2070. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 439-451, 2015.

LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço**. Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: La production de l'espace. 4e éd. Paris: Éditions Anthropos, 2000). Primeira versão: 2006.

LIMA, Kleber Carvalho; PITIÁ, Ana Marcia de Almeida; SANTOS, Jémison Mattos dos. Uma Contribuição aos Estudos de Geomorfologia Climática em Ambientes Semi-árido na Região Sudoeste da Bahia. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology**. Goiânia: UFG, p. 1-15, 2006.

MAIA, Meirilane Rodrigues; OLIVEIRA, Edvaldo; LIMA, Espedito Maia. O uso do solo e a questão ambiental na Região Sudoeste da Bahia - Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, Heredia, v. 2, n. 47E, p. 1-15, 2011.

MALVEZZI, Roberto. **Semiárido** – uma visão holística. Série Pensar o Brasil e construir o Futuro da Nação. Brasília: CONFEA, 2007.

MARX, Karl. **O Capital: crítica da economia política: Vol 1. Parte III, Cap VII**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

MENDONÇA, Francisco. Geografia Socioambiental. **Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 16, p. 113-132, 2001.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; GONÇALVES, Ricardo Junior de Assis Fernandes. **Água para o amanhã: Educação, gestão, manejo e recuperação de mananciais**. Goiânia: Kelps, 2018.

OLIVEIRA, Marilia de Jesus et al. Degradação Ambiental do Rio Gavião. In: **Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre: IBEAS, p. 1-5, 2015.

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. 6ª edição. São Paulo: EDUSP, 2004.

SILVA, Lenyra Rique da. **A natureza contraditória do espaço geográfico**. 2ª ed. São Paulo: Editora Contexto, 2001.

SILVA, Thais Souza; SOUZA, Suzane Tosta. Apropriação capitalista da natureza: a degradação do Rio São Francisco a partir da territorialização da FIOL em Bom Jesus da Lapa-BA. In: **Anais do V Encontro Nacional e XI Fórum Estado, Capital, Trabalho**. São Cristóvão, UFS, p. 1-11, 2019.



SMITH, Neil. **Desenvolvimento Desigual**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geografia física (?) Geografia ambiental (?) ou Geografia e ambiente (?). In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Saete. (Org.). **Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea**. Curitiba: Editora da UFPR, 2002.

TONELLO, Marcio Farkas et al. Situação Ambiental do Igarapé Mirandinha (canalização). **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 2, p. 41-53, 2008.

ZANGALLI JUNIOR, Paulo Cesar; SANT'ANNA NETO, João Lima. A mercantilização da natureza e o aquecimento global: o papel da mídia. **Territorium**, Coimbra, v. 1, n. 22, p. 45-54, 2015.

# CAPÍTULO 4

## MODELAGEM DE RIQUEZA DE ESPÉCIES E ALGORITMO MAXENT NA ECOLOGIA<sup>1</sup>

Henrique Ledo Lopes Pinho  
Marcelo Leandro Bueno  
Yzel Rondon Suárez

### RESUMO

As alterações ambientais causadas por fatores antropogênicos, traz consequências diretas sobre a distribuição das espécies, e neste sentido surgem trabalhos sobre modelagem preditiva de distribuição de espécies (MPDE) que busca através de algoritmos computacionais prever a distribuição espacial baseado em requerimentos ecológicos das espécies, estima áreas desconhecidas a partir de registros de ocorrências em locais conhecidos, possibilitando sua utilização como base para vários tipos de análises e avaliações. Existem diferentes terminologias para designar a modelagem referente a distribuição de espécies, dentre as mais utilizadas destacam-se a “modelagem de nicho ecológico” (MNE) e “modelagem de distribuição de espécies” (MDE), a razão pelo qual ainda não existe um consenso na terminologia é principalmente devido à dificuldade de se definir de forma consistente, o conceito de nicho. Diferentes algoritmos estão disponíveis, a diferença entre eles está em suas regras, parâmetros e pressupostos internos. O modelo MaxEnt é o que vem sendo mais recomendado quando realiza modelagem de riqueza de espécies. Depois da escolha do modelo e processar os dados é importante avaliar seu desempenho, e dentre as métricas mais utilizadas para a avaliação dos modelos destaca-se a AUC (*Area Under Curve*) e TSS (*True Skill Statistic*), a diferença entre elas é que a AUC é independente de um limiar de decisão e a TSS necessita definir um limiar. Mesmo sujeita a erros, e reconhecida como simplificações de uma realidade complexa de difícil compreensão, a MPDE é considerada a ferramenta mais avançada para estudos de distribuição em larga escala, útil para orientar tomadas de decisão e implementação de medidas de gestão junto ao governo.

**PALAVRAS-CHAVE:** distribuição de Espécies, MaxEnt, conservação da biodiversidade.

### INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e suas crescentes demandas em um mundo de recursos finitos, é considerado a causa final de todas as ameaças a biodiversidade (BONEBRAKE et al., 2019). As formas utilizadas para produção de alimento são responsáveis por cerca de 60% da perda global de biodiversidade terrestre e pela exploração excessiva de 33% das populações de peixes comerciais (UNEP, 2016; FAO, 2018). A poluição, superexploração, perda de habitat, espécies invasoras e mudanças climáticas, representam as causas perceptíveis de extinção que

---

<sup>1</sup> Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).



levam as espécies ao declínio e representam significativo desafio, por diferirem no tempo e espaço (BONEBRAKE et al., 2019). Essas alterações ambientais causadas por fatores antropogênicos, traz consequências diretas sobre a distribuição das espécies, em razão disso, demanda novas tecnologias e ferramentas de análise, que se possa adquirir ou aprofundar o conhecimento existente sobre as espécies para auxiliar em sua proteção e conservação (GIANNINI et al., 2012).

Neste sentido, diferentes estudos têm focado na caracterização da estrutura e funcionamento das comunidades biológicas, assim como também na predição de como estes impactos antrópicos devem afetar futuramente a conservação de espécies e o funcionamento destas comunidades (ANDERMANN et al., 2020). Modelos preditivos de distribuição de espécies tem mostrado expressivo desenvolvimento nos últimos anos devido à disponibilidade de dados climatológicos e ecológicos em largas escalas espaciais, somado também com a facilidade de acesso a Sistemas de Informação Geográfica, programas de otimização e maior capacidade computacional (EMBERT et al., 2011; TÔRRES e VERCILLO, 2012). A utilização desses modelos com capacidade de predizer a distribuição espacial baseado em requerimentos ecológicos das espécies, tem a habilidade de estimar áreas desconhecidas a partir de registros de ocorrências em locais conhecidos, possibilitando sua utilização como base para vários tipos de análises e avaliações (TÔRRES e VERCILLO, 2012; FREDERICO et al., 2021).

## **AS DIFERENTES TERMINOLOGIAS**

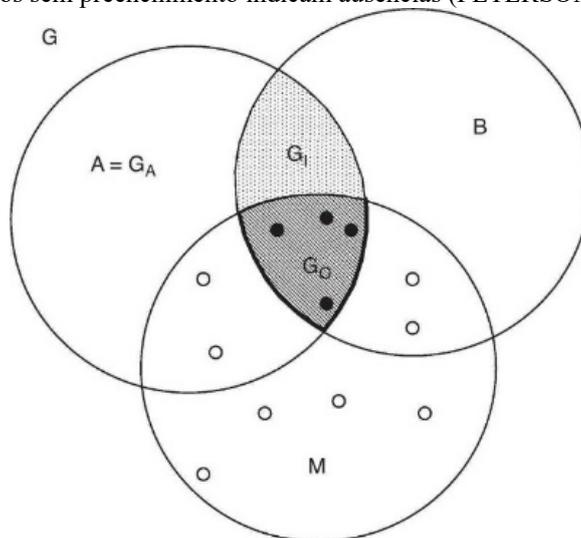
Existem diferentes terminologias para designar a modelagem referente a distribuição de espécies, “modelagem de distribuição geográfica” (AUSTIN, 2002), “modelagem de nicho ecológico” (MNE) (AUSTIN, 1992; SOBERÓN e PETERSON, 2005), “modelagem de distribuição de espécies” (MDE) (ELITH e LEATHWICK, 2009; FRANKLIN, 2009), “modelagem preditiva de distribuição de espécies” (GIANNINI, et al., 2012), “modelos de envelope bioclimático” (ARAÚJO e PETERSON, 2012), “modelos de adequação de habitat” (HIRZEL et al., 2006). A razão de ainda não existir um consenso entre a terminologia é principalmente devido à dificuldade de se definir de forma consistente, o conceito de nicho (ELITH e LEATHWICK, 2009; ARAÚJO e PETERSON, 2012; PETERSON e SOBERÓN, 2012)

MDE e MNE são os dois termos mais utilizados nos trabalhos científicos, utilizam praticamente os mesmos algoritmos matemáticos, as fontes de dados de ocorrência são

similares, as variáveis ambientais podem ser as mesmas, os resultados de ambos podem ser representados em mapas e os trabalhos desenvolvidos pelos dois procedimentos são publicados nas mesmas revistas (PETERSON e SOBERÓN, 2012), no entanto, ainda existe a discussão entre os termos MDE e MNE por calcularem diferentes regiões do diagrama BAM (Figura 1) (PETERSON e SOBERÓN, 2012). Nas situações em que se referir de forma geral tanto MNE quanto MDE, será utilizado neste trabalho de revisão o mesmo termo adotado por Giannini et al. (2012), “modelagem preditiva de distribuição de espécies” (MPDE).

O diagrama BAM (SOBERÓN e PETERSON, 2005; PETERSON et al., 2011) é uma representação do diagrama de Venn (diagrama matemático), em um contexto ecológico, onde mostra o comprimento do espaço geográfico (espaço G) de três fatores distintos necessários para representar a área de distribuição geográfica de uma espécie: biótico (B), abiótico (A) e mobilidade (M) (SOBERÓN; PETERSON, 2005; PETERSON et al., 2011) (Figura 1). A representação (B) corresponde as áreas onde as interações bióticas permitem a existência de populações viáveis; (A) representa as localidades geográficas onde as condições abióticas permitem taxas de crescimento populacional positivas; (M) representa as regiões que estão acessíveis a dispersão ou colonização por espécies em um determinado intervalo de tempo (PETERSON et al., 2011).  $G_0=A \cap B \cap M$  é a definida como a “área de distribuição ocupada” onde o símbolo da interseção ( $\cap$ ) representa os “fatores compartilhados” para obter a área de distribuição da espécie. É o subconjunto da região acessível em que ambas condições cenopoéticas e bióticas permitem que as espécies mantenham populações, e é sinônimo de “alcance realizado” de Gaston (2003).

**Figura 1:** Um diagrama heurístico simplificado do diagrama de Venn, denominado “diagrama BAM”, que descreve a interação entre fatores bióticos (B), abióticos (A) e de mobilidade (M). Quatro áreas são representadas: G = espaço geográfico, GA a área abióticamente adequada, G0 a área de distribuição ocupada e G1 a área com potencial de ocupação. Os círculos indicam dados de ocorrência: os círculos preenchidos indicam presenças e os sem preenchimento indicam ausências (PETERSON et al., 2011).



**Fonte:** PETERSON et al., 2011.

$G_1 = A \cap B \cap M^c$  é a “área de distribuição propensa a invasão (ou ocupação)” que a espécie poderia ocupar se fossem superadas as atuais restrições de distribuição. ( $M^c$  é o complemento de M, ou todas as áreas que a espécie é atualmente incapaz de migrar). A união (U) de áreas ocupadas e aptas a serem invadidas (ou ocupadas) pode ser definida como  $GP = G_0 \cup G_1$  a “área de distribuição potencial” (GASTON, 2003) da espécie.

Peterson et al. (2011) e Peterson e Soberón (2012), discutem que os modelos que obtêm distribuição potencial (GP) ou área abioticamente adequada (GA) para as espécies, devem ser classificados como MNE e os que obtêm a área de distribuição atual ocupada ( $G_0$ ) classificados como MDE. A área de distribuição atual ocupada de uma espécie pode ser obtida através de registros de presenças com a possibilidade de integrar também informações que representam barreiras de dispersão das espécies para chegar o mais próximo possível de  $G_0$  (PETERSON et al., 2011). Assim, o conjunto de aplicações que emprega ausências juntamente com registros de presença representaria a “modelagem de distribuição” (PETERSON et al., 2011). Entretanto, na maioria dos casos, os dados de ausências são raros, assim, modelos que buscam estimar GA, GP e os seus nichos associados, podem ser melhores performados sem utilização de dados de ausências e devem ser classificados como MNE (PETERSON et al., 2011).

Existem também argumentos favoráveis ao uso de MDE ao invés de MNE. O termo MDE é preferível a MNE porque o primeiro busca descrever o processo de modelagem e o seu



resultado, considerando que a modelagem é frequentemente adotada para estimar a distribuição geográfica das espécies, ao invés de realmente ser usada como forma de estudar características específicas do nicho das espécies (FRANKLIN, 2009). MNEs (Modelos de Nicho Ecológico) estimam nichos fundamentais de espécies, e são utilizados quando o objetivo é conhecer a distribuição potencial, como no caso de espécies invasoras ou projeções no espaço e no tempo (MERINO et al., 2020). Já, os MDEs (Modelos de Distribuição de Espécies) tentam estimar objetos no espaço geográfico, referindo-se a distribuições reais de espécies (PETERSON e SOBERÓN, 2012; SOBERÓN et al., 2017).

### **CONCEITO DE NICHOS ECOLÓGICO APLICADO À MODELAGEM**

Para Soberón e Peterson (2005), os modelos de nicho têm sido validados universalmente através de comparações entre ocorrências no espaço geográfico, embora eles sejam de forma mais restrita, modelos de nicho ecológico e não de distribuição geográfica. Já Phillips (2008) discute que, em alguns casos, a modelagem tenta estimar o quão satisfatório um local é para a espécie considerando suas condições ambientais. Dentro desse contexto, Giannini et al. (2012) considera que em termos estatísticos, o resultado da modelagem indica se um local é satisfatório para a espécie existir e não exatamente se ele está sendo ocupado.

De acordo com a teoria de nicho fundamental, as espécies são limitadas por sua tolerância a fatores ambientais (SOBERÓN e PETERSON, 2005). Os modelos preditivos definem um espaço ambiental que descreve o nicho ecológico da espécie, em seu componente abiótico (SOBERÓN, 2007), que pode ser projetado no espaço geográfico para estimar a distribuição no ambiente (COLWELL e RANGEL, 2009). O processo de modelagem da distribuição geográfica das espécies é, dessa forma, conceitualmente baseado na teoria do nicho ecológico (AUSTIN, 2002; SOBERÓN, 2007; COLWELL e RANGEL 2009; SOBERÓN e NAKAMURA, 2009; PETERSON et al., 2011) e tecnicamente sustentado por três pilares fundamentais: 1) a informação sobre as espécies (tolerância fisiológica a partir de dados de ocorrência), 2) as variáveis ambientais (variáveis preditoras) e 3) os próprios métodos analíticos (funções ou modelos que relacionam as informações sobre as espécies aos preditores ambientais) (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013) .

## FUNDAMENTOS DA MODELAGEM ECOLÓGICA

São reconhecidas três principais abordagens de MPDE: mecanicista (KEARNEY e PORTER, 2009), correlativa (PEARSON e DAWSON, 2003; GUISAN e THUILLER, 2005) e modelos orientados a processos (PETERSON et al., 2015).

Na abordagem mecanicista a distribuição é estimada utilizando condições ambientais consideradas com informações de fatores fisiológicos dos organismos, fatores que reagem a sobrevivência e reprodução das espécies (KEARNEY; PORTER, 2009; BUCKLEY et al., 2010). Na correlativa as condições ambientais são estimuladas pela correlação espacial que é feita entre os locais de ocorrência das espécies e valores ambientais desses locais (PETERSON et al., 2011), e com isso espera-se a persistência das espécies. A maior diferença entre essas duas abordagens é que nos procedimentos mecanísticos a definição dos valores das variáveis ambientais ocorre experimentalmente, e não com base em dados primários de registros de ocorrência geográfica, como é feito nos procedimentos correlativos (OLIVEIRA e CASSEMIRO, 2013). Na terceira abordagem, ou seja, nos modelos orientados a processos, estima a distribuição das espécies em termos de processos, incluindo capacidade de dispersão e interações bióticas (PETERSON et al., 2015).

Para realizar um trabalho de MPDE é preciso primeiro definir a questão na qual a estimativa da distribuição geográfica de espécies buscará responder (SANTANA et al., 2008). Tendo um objetivo definido, o próximo passo é obter os dados necessários para a análise: localidades da ocorrência geográfica das espécies e camadas de variáveis ambientais para a área de estudo (PEARSON, 2010). Os pontos de ocorrência consistem em dados primários biogeográficos, e devem ser criteriosamente avaliados quanto a sua identificação taxonômica e precisão geográfica (TESSAROLO et al., 2021). Na busca em estimar um número mínimo de pontos de ocorrências para a modelagem Wisz et al. 2008b, realizaram testes com espécies contendo 10, 30 e 100 pontos cada. Concluíram que o número mínimo seria de 30 pontos pois foi o que apresentou maior acurácia, sendo o MaxEnt e OM-GARP os melhores modelos para analisar 10 pontos. No entanto, Stockwell e Peterson 2002, sugerem números menores de pontos de ocorrência. Outros autores defendem a utilização de métodos específicos para análises com número muito baixo de ocorrências para as espécies raras (SIQUEIRA et al., 2009).



A maioria dos estudos de MPDE, utilizam variáveis climáticas como preditores nos modelos de distribuição devido a facilidade de obtenção e manipulação dos dados (FRANKLIN, 2009). Em razão do clima ser alvo de estudo em vários campos do conhecimento, diversas variáveis climáticas são extraídas de estações meteorológicas distribuídas em todo o mundo (RIBEIRO e DINI-FILHO, 2013). De acordo com Hijmans et al. (2005), quatro variáveis climáticas básicas são interpoladas (precipitação total, temperatura média, máxima e mínima) obtidas através das estações meteorológicas e a partir destas calcularam 19 variáveis “bioclimáticas”, representando tendências climáticas anuais e sazonais, variações extremas e condições limitantes (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013). Essas 19 variáveis bioclimáticas estão disponibilizadas em formato de imagem “*raster*” com diferentes resoluções espaciais em um banco de dados “*online*” disponíveis no site worldclim (FICK e HIJMANS, 2017) e são a base da maioria dos trabalhos recentes usando MPDE.

Antes de processar os dados deve-se estabelecer qual escala espacial e temporal que melhor expressa os objetivos do estudo, pois dela depende a qualidade dos dados de ocorrência, quais variáveis preditoras serão utilizadas, além disso a configuração da escala interfere nas predições dos modelos (WHITTAKER et al. 2001). A escala tem dois componentes: extensão e resolução. O tamanho da área de estudo e a amplitude temporal são atributos da extensão (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013). A extensão define o conjunto total de condições às quais os modelos são utilizados para extrapolar a partir dos dados (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013). A resolução refere-se a características de uma única observação, ela define a extensão espacial e/ou a amplitude temporal em que uma única observação dos dados é obtida, seja para ocorrência das espécies ou para as variáveis preditoras (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013).

Em termos práticos, os dados necessários para calibrar modelos preditivos de distribuição de espécies (MPDEs) são representados espacialmente em mapas, os quais são divididos em células (pixel), de modo a formar uma grade (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013). Juntos, os dois atributos da escala (extensão e resolução) determinam o aspecto geral dos mapas (RIBEIRO e DINIZ-FILHO, 2013). Os componentes da resolução e extensão são independentes entre si, contudo, normalmente são correlacionados para estabelecer um balanço entre a qualidade e natureza dos dados, o alcance desejado das predições e o objetivo dos estudos que utilizam MPDE (WILLIS e WHITTAKER, 2002).



A precisão dos dados espaciais e temporais é crucial para o bom desempenho dos modelos e conseqüentemente a estimativa da distribuição, pois eles são o reflexo dos dados, das variáveis de entrada, e do nível de ajuste que é obtido entre a variável resposta (distribuição de espécies) e preditoras (variáveis de entrada) (ARAÚJO e GUIBAN, 2006).

## ESCOLHA DO MODELO

Depois de executados as etapas de processamento mencionado anteriormente, é necessário escolher um algoritmo para executar o procedimento da modelagem. O algoritmo pode ser compreendido de forma simples como um método matemático de análise de dados (SANTANA et al., 2008). Algoritmos aplicados na MPDE, lidam com dados de ocorrências e, variáveis ambientais, que geram uma estimativa da distribuição das espécies em função de um conjunto de variáveis dispostos no espaço geográfico (PETERSON et al., 2011).

Diferentes algoritmos encontram-se disponíveis para a MPDE, a diferença entre eles está em suas regras, parâmetros e pressupostos internos (PETERSON et al., 2011; SANTANA et al., 2008). Dentre as principais diferenças desses algoritmos está na natureza dos dados de entrada, pois existem métodos que utilizam apenas dados de presença, outros apenas dados de presença e ausência verdadeira, outros que requerem dados de presença e de pseudoausências (PETERSON et al., 2011). Existe diferenças também na abordagem metodológica dentre os algoritmos, podendo ser baseados em método de envelope, regressão, estatística bayesiana e aprendizagem de máquina (*machine-learning*) (PETERSON et al., 2011).

Existem trabalhos demonstrando que métodos que utilizam combinação entre múltiplos modelos (“*Ensemble Forecasting*”) melhoram as predições resultantes (ARAÚJO e NEW, 2007; STOHLGREN et al., 2010; GRENOUILLET et al., 2011; LOYOLA et al., 2012; OPPEL et al., 2012). No entanto nem sempre é viável utilizar o método ensemble, principalmente quando se quer modelar grande conjuntos de dados em máquinas com média e baixa capacidade de processamento (KAKY et al., 2020). Diante das dificuldades em processar grande volume de dados e limitação de máquina, iremos dar enfoque na modelagem utilizando um único algoritmo de modelagem que vêm sendo amplamente aceito para modelagem de nicho ecológico.

## DESCRIÇÃO DO ALGORITMO MAXENT

O algoritmo MaxEnt é o que vem sendo mais recomendado no contexto geral de MPDE e também quando se trabalha com riqueza de espécies (ELITH et al., 2006; WISZ et al., 2008a; KAKY e GILBERT, 2020; KAKY et al., 2020). Dentre as maiores vantagens no seu uso, destacam-se: implementação em vários pacotes R; disponibilizado gratuitamente em software independente simples e fácil de usar; todos os programas e pacotes em que ele é disponibilizado, permitem que muitos parâmetros sejam determinados manualmente pelo usuário; requer somente dados de presença; considerado robusto para pequenos números de amostras; modela relações complexas e não lineares entre a variável resposta e os preditores (KAKY et al., 2020).

Apesar dos resultados significativos que o MaxEnt apresenta, existem algumas considerações quanto a possibilidade de erros de omissão nas suas predições (PETERSON, PAPES, EATON, 2007). No entanto, é a facilidade e simplicidade de sua implementação que impulsionou ser a técnica MPDE mais proeminente e amplamente utilizada na pesquisa científica (FITZPATRICK et al., 2013; FOURCADE et al., 2014).

Para melhor compreensão Elith et al. (2011) descreveu em uma perspectiva ecológica como funciona o algoritmo do MaxEnt, para prever a distribuição de espécies. De acordo com essa descrição, a paisagem de interesse é denotada por  $L$ ;  $y=1$  (presença);  $y=0$  (ausência);  $z$ = vetor de covariáveis representando as condições ambientais;  $f(z)$ = densidade de probabilidade de covariáveis em  $L$  (uma amostra aleatória de  $L$ ) e  $f_1(z)$ =densidade de probabilidade de covariáveis em locais de  $L$  onde a espécie está presente;  $f_0(z)$ = onde a espécie está ausente (densidades – ou funções de densidade de probabilidade - descrevem a probabilidade relativa de variáveis aleatórias em seu intervalo e podem ser uni variadas ou multivariadas). A probabilidade que se quer encontrar é a probabilidade da presença de acordo com as condições das covariáveis ambientais:  $\Pr(y=1|z)$ . Somente dados de presença permite modelar apenas  $f_1(z)$ , que por si só não pode estimar a probabilidade de presença. Dados de presença/fundo nos permitem modelar  $f_1(z)$  e  $f(z)$ , e isso fica dentro de uma constante de  $\Pr(y=1|z)$ . Aplicando essa constante ao teorema de Bayes (utilizado para calculo de probabilidade de um evento dado que outro evento já ocorreu - probabilidade condicional), temos a equação 1:

$$\Pr(y=1|z) = f_1(z) \Pr(y=1)/f(z) \quad (1)$$

Ainda existe  $\Pr(y=1)$ , a probabilidade de prevalência da espécie (proporção de lugares ocupados) na paisagem. Formalmente é dito que a prevalência não é identificável a partir de

dados apenas de presença (WARD et al. 2009). Isso significa que não pode ser determinado com exatidão, independentemente do tamanho da amostra; essa é uma limitação de dados somente de presença (ELITH et al., 2011).

As variáveis independentes em um modelo são comumente designadas de covariáveis, predictoras ou variáveis de entrada. Em algoritmos que utilizam o aprendizado de máquina (é o caso do MaxEnt), funções básicas e outras transformações de dados disponíveis são chamadas de recursos, ou seja, recursos são um conjunto expandido de transformações das covariáveis originais.

Alguns artigos descrevem o MaxEnt como estimando uma distribuição do espaço geográfico (PHILLIPS et al., 2006; PHILLIPS e DUDYK, 2008), mas Elith et al. (2011) caracterizou o modelo como estimando as densidades de probabilidade no espaço covariável. A Equação 1 mostra que, se conhecermos a densidade condicional das covariáveis nos locais de presença,  $f_1(z)$ , e a densidade marginal (ou seja, incondicional) das covariáveis na área de estudo  $f(z)$ , então precisamos apenas do conhecimento da prevalência  $Pr(y = 1)$ , para calcular a probabilidade condicional de ocorrência. MaxEnt primeiro faz uma estimativa da razão  $f_1(z)/f(z)$ , referida como saída “bruta” de MaxEnt. Este é o núcleo da saída do modelo MaxEnt, fornecendo informações sobre quais recursos são importantes e estimando a adequação relativa de um local versus outro. Como as informações necessárias sobre prevalência não estão disponíveis para calcular a probabilidade condicional de ocorrência, uma solução alternativa foi implementada (denominada saída "logística" do MaxEnt). Isso trata a logística de saída (log):  $\eta(z) = \log(f_1(z)/f(z))$  como uma pontuação logit (um número  $p$  entre 0 e 1) e calibra a interceptação para que a probabilidade implícita de presença em sites com condições "típicas" para a espécie (ou seja, onde  $\eta(z) = 0$ ) é um parâmetro  $\tau$ . O conhecimento de  $\tau$  resolveria a não identificabilidade da prevalência e, na ausência desse conhecimento, MaxEnt arbitrariamente define  $\tau$  igual a 0,5. Essa transformação logística é monótona (preservação da ordem) com a saída bruta.

$L_1$  foi definido como o subconjunto de  $L$  (paisagem de interesse) onde a espécie está presente. A distribuição de covariáveis na paisagem é transmitida por uma amostra finita – uma coleção de pontos de  $L$  com covariáveis associadas, normalmente chamada de “background” (amostra de fundo). Esses dados podem ser fornecidos na forma de grades de covariáveis cobrindo uma pixelização da paisagem; como padrão, o MaxEnt amostra aleatoriamente 10.000

locais de fundo de grades de covariáveis, mas os pontos de dados de fundo também podem ser feitos ajustes específicos (YATES et al., 2010). A amostra de fundo não leva em conta os locais de presença – é simplesmente uma amostra de  $L$  e pode, por acaso, incluir locais de presença. O uso de uma amostra aleatória de antecedentes implica a crença de que a amostra de registros de presença também é uma amostra aleatória de  $L1$ .

MaxEnt usa os dados de covariáveis dos registros de ocorrência e a amostra de fundo para estimar a razão  $f1(z)/f(z)$ . Ele faz isso fazendo uma estimativa de  $f1(z)$  consistente com os dados de ocorrência; muitas dessas distribuições são possíveis, mas ele escolhe aquela que está mais próxima de  $f(z)$ . Minimizar a distância de  $f(z)$  é sensato, porque  $f(z)$  é um modelo nulo para  $f1(z)$ : sem nenhum dado de ocorrência, não teríamos motivos para esperar que a espécie prefira quaisquer condições ambientais particulares sobre quaisquer outras, então não poderíamos fazer melhor do que prever que a espécie ocupa as condições ambientais proporcionalmente à sua disponibilidade na paisagem. Em MaxEnt, essa distância de  $f(z)$  é considerada a entropia relativa de  $f1(z)$  em relação a  $f(z)$  (também conhecida como divergência de Kullback-Leibler).

O uso de Background informa o modelo sobre  $f(z)$ , a densidade de covariáveis na região, e fornece a base para comparação com a densidade de covariáveis ocupadas pela espécie – ou seja,  $f1(z)$ . Restrições são impostas para que a solução seja aquela que reflita as informações dos registros de presença. Por exemplo, se uma covariável é a precipitação de verão, as restrições garantem que a precipitação média de verão para a estimativa de  $f1(z)$  esteja próxima de sua média nos locais com presenças observadas. A distribuição das espécies é assim estimada minimizando a distância entre  $f1(z)$  e  $f(z)$  sujeita a restringir a precipitação média de verão estimada por  $f1$  (e as médias de outras covariáveis) para estar próxima da média entre os locais de presença (ELITH et al., 2011).

## AVALIAÇÃO

Os termos “avaliação” e “validação” dos modelos são frequentemente usados como sinônimos (FRANKLIN, 2009), mas existe diferenças entre o significado desses termos (RIBEIRO e FILHO, 2013). A avaliação dos modelos é dependente de teste estatísticos e normalmente feita utilizando parte dos dados de calibração como dados de teste (PETERSON et al., 2011). Já a validação, é um caso especial de avaliação em que são utilizados dados de teste independentes (PETERSON et al., 2011).



Depois da escolha do modelo e processar os dados é importante avaliar seu desempenho (RIBEIRO e FILHO, 2013). A avaliação estatística nesse caso, se refere ao Modelo de Distribuição escolhido, avalia assim a distribuição geográfica modelada (refletida pelo nicho) que deve representar uma predição melhor do que outra gerada ao acaso, ou seja, como se os pontos de ocorrência da espécie tivessem sido amostrados aleatoriamente por toda a extensão da área de estudo (FIELDING e BELL, 1997). Dessa forma, se as predições de um modelo não diferirem de uma predição ao acaso, então não devem ser confiáveis (RIBEIRO e FILHO, 2013).

Para melhor avaliar os resultados obtidos na modelagem é crucial compreendermos sobre Matriz de Confusão (também conhecida como tabela de contingência) detalhada em Fawcett (2006). A Matriz de Confusão, é uma tabela de 2x2 (linhas x colunas) com os quatros resultados possíveis: Verdadeiro Positivo, Verdadeiro Negativo, Falso Positivo e Falso Negativo. Verdadeiro Positivo (o modelo prediz Presença enquanto a presença da espécie é conhecida naquele local), Verdadeiro Negativo (o modelo prediz ausência enquanto a espécie de fato não ocorre no local), Falso Positivo (modelo prediz presença enquanto não existe chance de a espécie ocorrer no local), Falso Negativo (modelo prediz ausência em local em que a ocorrência da espécie é conhecida).

A maioria dos MPDEs gera em suas predições, um gradiente de adequabilidade ambiental, sendo necessário escolher um valor desse gradiente para determinar os limites da área de distribuição geográfica modelada (chamado de limiar de decisão ou *threshold*) (LIU et al., 2005). Assim, somente os locais com adequabilidade igual ou superior ao limiar de decisão são preditos como adequados (presente) à ocorrência da espécie (RIBEIRO e FILHO, 2013). A área predita para a distribuição da espécie é, então totalmente dependente do critério utilizado para escolher o limiar de decisão (NENZÉN e ARAÚJO 2011). A escolha de um limiar baixo, resulta em uma área de distribuição extremamente ampla, que seria facilmente obtida ao acaso, aumentando os erros de predição (neste caso, erro de comissão, ou seja, o modelo prediz presença enquanto a espécie não foi observada – está ausente- naquele ambiente) (RIBEIRO e FILHO, 2013). Um limiar com valor muito alto resulta em uma distribuição muito reduzida, aumentando os erros de omissão (o modelo prediz que a espécie está ausente, enquanto ela foi observada e encontra-se presente naquele ambiente) (FIELDING e BELL 1997).

Existem alguns métodos de avaliação independentes de limiares específicos de decisão, como a análise da curva ROC (Receiver Operating Characteristic) (LIU et al., 2005). A curva ROC é obtida relacionando os valores de sensibilidade (proporção de positivos verdadeiros) no eixo-y ao complemento da especificidade (1- especificidade, ou proporção de falsos positivos) no eixo-x, de modo que a área sob essa curva, denominada de AUC (*Area Under Curve*), indica a qualidade das predições do modelo (RIBEIRO e FILHO, 2013). A AUC é considerada uma importante métrica do desempenho do modelo, pelo motivo dela não se basear na escolha de um único limiar de decisão em particular. Os valores de sensibilidade e especificidade são calculados a partir de diversos limiares de decisão, dessa forma, vários valores do gradiente de adequabilidade ambiental são preditos pelo modelo. Em termos práticos a AUC indica a probabilidade do classificador (neste caso MPDE) identificar corretamente o evento modelado (presença da espécie) (FIELDING e BELL 1997).

Outra métrica comumente utilizada para avaliar o desempenho de MPDEs é a TSS (True Skill Statistic). Dentre as suas características principais está a obtenção de medida de precisão dependente de um limiar de decisão e não é afetada pela prevalência das presenças nas predições e se apresenta como uma alternativa à AUC nos casos em que as previsões do modelo são formuladas como mapas de presença-ausência (ALLOUCHE et al., 2006). Existe também algumas considerações quanto a garantia de que ela não é afetada pela prevalência das predições, Somodi et al (2017) avaliou fontes realistas de dependência de prevalência da TSS e em seus valores máximos houve efeitos de prevalência mesmo em cálculos binários.

## **DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES E SUBSÍDIOS NA TOMADA DE DECISÃO**

Ainda que a distribuição geográfica obtida por modelos de nicho ecológico, não reflete os efeitos da dispersão e interações bióticas (SOBERÓN, 2010), trabalhos com objetivo de fornecer melhores modelos de diversidade demonstram que os modelos de nicho podem fornecer previsões precisas e com baixo erro, quando ajustados corretamente (BENITO et al., 2013). Mesmo sujeita a erros, e reconhecida como simplificações de uma realidade complexa de difícil compreensão, a MPDE é considerada a ferramenta mais avançada para estudos de distribuição em larga escala (FRANKLIN, 2009), útil para orientar tomadas de decisão e implementação de medidas de gestão junto ao governo (TÓRRES e VERCILLO, 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A finalidade deste capítulo foi apresentar uma breve contextualização sobre os processos metodológicos da modelagem preditiva de distribuição de espécies, enfatizando a importância da modelagem ecológica como ferramenta auxiliadora na conservação da biodiversidade, e o algoritmo do MaxEnt como referência. O objetivo para elaborar a revisão sobre o assunto, foi alcançado mediante consultas nas bases de dados Scielo, Google Acadêmico e Periódicos Capes; como descritores os temas “Modelagem de Distribuição de Espécies”, “Modelagem de Nicho Ecológico”, “Riqueza de Espécies” e “MaxEnt”. Após a revisão foram citados trechos da literatura os quais expressam a relevância que estruturou este capítulo.

## REFERÊNCIAS

- ALLOUCHE, O.; TSOAR, A.; KADMON, R. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 6, p. 1223-1232. 2006.
- ANDERMANN, T.; FAURBY, S.; TURVEY, S. T.; ANTONELLI, A.; SILVESTRO, D. The past and future human impact on mammalian diversity. **Science advances**, v. 6, n. 36, p. 1-17. 2020.
- ARAÚJO, M. B.; GUISAN, A. Five (or so) challenges for species distribution modelling. **Journal of biogeography**, v. 33, n. 10, p. 1677-1688. 2006.
- ARAÚJO, M. B.; NEW, M. Ensemble forecasting of species distributions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 22, p. 42–47. 2007.
- ARAÚJO, M. B.; PETERSON, A. T. Uses and misuses of bioclimatic envelope modeling. **Ecology**, v. 93, n. 7, p. 1527-1539. 2012.
- AUSTIN, M. Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modelling. **Ecological Modelling**, v. 157, p. 101–118. 2002.
- AUSTIN, M.P. Modelling the Environmental Niche of plants: Implications for Plant Community Response to Elevated CO2 Levels. **Australian Journal of Botany**, 40: 615-30. 1992.
- BENITO, B. M.; CAYUELA, L.; ALBUQUERQUE, F. S. The impact of modelling choices in the predictive performance of richness maps derived from species-distribution models: Guidelines to build better diversity models. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 4, n. 4, p. 327-335. 2013.

BONEBRAKE, T. C.; GUO, F.; DINGLE, C.; BAKER, D. M.; KITCHING, R. L.; ASHTON, L. A. Integrating proximal and horizon threats to biodiversity for conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 34, n. 9, p. 781-788. 2019.

BUCKLEY, L. B.; URBAN, M. C.; ANGILLETTA, M. J.; CROZIER, L. G.; RISSLER, L. J.; SEARS, M. S. Can mechanism inform species' distribution models? **Ecology Letters**, v. 13, n. 8, p. 1041-1054. 2010.

COLWELL, R. K.; RANGEL, T. F. Hutchinson's duality: the once and future niche. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. Supplement 2, p. 19651-19658. 2009.

ELITH, J.; GRAHAM, C. H.; ANDERSON, R. P.; DUDÍK, M.; FERRIER, S.; GUISAN, A.; HIJMANS, R. J.; HUETTMANN, F.; LEATHWICK, J. R.; LEHMANN, A.; LI, J.; LOHMANN, L. G.; LOISELLE, B. A.; MANION, G.; MORITZ, C.; NAKAMURA, M.; NAKAZAWA, Y.; OVERTON, J. MCC.; PETERSON, A. T.; PHILLIPS, S. J.; RICHARDSON, K. S.; SCACHETTI-PEREIRA, R.; SCHAPIRE, R. E.; SOBERO'N, J.; WILLIAMS, S.; WISZ, M. S.; ZIMMERMANN, N. E. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 129-151. 2006.

ELITH, J.; PHILLIPS, S. J.; HASTIE, T.; DUDÍK, M.; CHEE, Y. E.; YATES, C. J. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 1, p. 43-57. 2011.

ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 40, p. 677-697. 2009.

EMBERT, D.; STEFFEN, R.; ALCÁZAR, D. M. L.; CORTEZ, C.; MUÑOZ, A.; GONZALES, L.; MONTAÑO, R.; AGUAYO, R.; DOMIC, E.; PADIAL, J. M.; MALDONATO, M.; CABALLERO, P.; GUERRERO, M. Priority areas for amphibian conservation in a neotropical megadiverse country: the need for alternative, non place based, conservation. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 7, p. 1557-1570. 2011.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018. **Meeting th sustainable development goals**. Rome. 2018.

FAWCETT, T. An introduction to ROC analysis. **Pattern recognition letters**, v. 27, n. 8, p. 861-874. 2006.

FICK, S. E.; R.J. HIJMANS. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, 37 (12): 4302-4315. 2017.

FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental conservation**, v. 24, n. 1, p. 38-49. 1997.

FITZPATRICK, M. C.; GOTELLI, N. J.; ELLISON, A. M. MaxEnt versus MaxLike: empirical comparisons with ant species distributions. **Ecosphere**, v. 4, n. 5, p. 1-15. 2013.

FOURCADE, Y.; ENGLER, J. O.; RÖDDER, D.; SECONDI, J. Mapping species distributions with MAXENT using a geographically biased sample of presence data: a performance assessment of methods for correcting sampling bias. **Plos One**, v. 9, n. 5, p. e97122. 2014.

FRANKLIN J. **Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction**. Cambridge: Cambridge University Press. 2009.

FREDERICO, R. G.; REIS, V. C. S.; POLAZ, C. N. M. Conservação de peixes de riacho: planejamento e políticas públicas. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 2, p. 564. 2021.

GASTON, K. J. **The Structure and Dynamics of Geographic Ranges**. Oxford University Press, Oxford, UK. 2003.

GIANNINI, T. C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C. C.; SARAIVA, A. M.; SANTOS, I. A. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63, p. 733-749. 2012.

GRENOUILLET, G.; BUISSON, L.; CASAJUS, N.; LEK, S. Ensemble modelling of species distribution: the effects of geographical and environmental ranges. **Ecography** 34, 9–17. 2011.

GUISAN, A.; THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters** 8, 993-1009. 2005.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965–1978. 2005.

HIRZEL, A. H.; GWENAËLLE, L. L.; HELFER, V.; RANDIN, C.; GUIGAN, A. Evaluating the ability of habitat suitability models to predict species presences. **Ecological Modelling**, v. 199, n. 2, p. 142-152. 2006.

KAKY, E.; GILBERT, F. Allowing for human socioeconomic impacts in the conservation of plants under climate change. **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, v. 154, n. 3, p. 295-305. 2020.

KAKY, E.; NOLAN, V.; ALATAWI, A.; GILBERT, F. A comparison between Ensemble and MaxEnt species distribution modelling approaches for conservation: A case study with Egyptian medicinal plants. **Ecological Informatics**, v. 60, p. 101150. 2020.

KEARNEY, M.; PORTER, W. Mechanistic niche modelling: Combining physiological and spatial data to predict species' ranges. **Ecology Letters**, v. 12, n. 4, p. 334–350. 2009.

LIU, C.; BERRY, P. M.; DAWSON, T. P.; PEARSON, R. G. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. **Ecography**, v. 28, n. 3, p. 385-393. 2005.

LOYOLA, R. D.; LEMES, P.; FALEIRO, F. V.; FILHO, J. T.; MACHADO, R. B. Severe Loss of Suitable Climatic Conditions for Marsupial Species in Brazil: Challenges and Opportunities for Conservation. **Plos One** 7(9): e46257. 2012.

MERINO, S. M. M.; BONILLA, H. R.; NORIEGA, A. L. Ecological niche models and species distribution models in marine environments: A literature review and spatial analysis of evidence. **Ecological Modelling**, v. 415, p. 108837. 2020.

NENZÉN, H. K.; ARAÚJO, M. B. Choice of threshold alters projections of species range shifts under climate change. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 18, p. 3346-3354. 2011.

OLIVEIRA, H. R.; CASSEMIRO, F. A. S. Potenciais efeitos das mudanças climáticas futuras sobre a distribuição de um anuro da Caatinga *Rhinella granulosa* (Anura, Bufonidae). **Iheringia. Série Zoologia**, v. 103, n. 3, p. 272–279. 2013.

OPPEL, S.; MEIRINHO, A.; RAMÍREZ, I.; GARDNER, B.; O'CONNELL, A. F.; MILLER, P.; LOUZAO, M. Comparison of five modeling techniques to predict the spatial distribution and abundance of seabirds. **Biological Conservation**. 156, 94–104. 2012.

PEARSON, R. G. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. **Lessons in Conservation**. n. 3. p. 54-89. 2010.

PEARSON, R. G.; DAWSON, T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? **Global Ecology and Biogeography** 12, 361- 371. 2003.

PETERSON, A. T., PAPEŞ, M., SOBERÓN, J. Mechanistic and correlative models of ecological niches. **European Journal of Ecology**. v1, n2, p. 28-38. 2015.

PETERSON, A. T.; PAPEŞ, M.; EATON, M. Transferability and model evaluation in ecological niche modeling: a comparison of GARP and Maxent. **Ecography**, v. 30, n. 4, p. 550-560. 2007.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J. Species Distribution Modeling and Ecological Niche Modeling: Getting the Concepts Right. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, pág. 102-107. 2012.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J.; PEARSON, R. G.; ANDERSON, R. P.; MEYER, E. M.; NAKAMURA, M.; ARAÚJO, M. B. **Ecological niches and geographic distributions** Princeton University Press. 2011.

PHILLIPS, S. J. Transferability, sample selection bias and background data in presence-only modelling: a response to Peterson et al. (2007). **Ecography** 31: 272-278. 2008.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, 190, 231–259. 2006.

PHILLIPS, S. J.; DUDI'K, M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, 31, 161–175. 2008.

RIBEIRO, M. S. L.; DINIZ-FILHO, J. A. F.. Modelando a distribuição geográfica das espécies no passado: Uma abordagem promissora em paleoecologia. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v.15, n. 3, p. 371-385. 2013.

SANTANA, F. S.; SIQUEIRA, M. F.; SARAIVA, A. M.; CORREA, P.L.P. A reference business process for ecological niche modelling. **Ecological Informatics**, v. 3, n. 1, p. 75–86. 2008.

SIQUEIRA, M. F.; DURIGAN, G.; JÚNIOR, P. M.; PETERSON, A. T. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. **Journal for Nature Conservation**, 17: 25-32. 2009.

SOBERÓN, J. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distribution of species. **Ecology Letters**, 10: 1115-23. 2007.

SOBERÓN, J. Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. **Ecography**, 33: 159-167. 2010.

SOBERÓN, J.; NAKAMURA, M. Niches and distributive areas: concepts, methods and assumptions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. Suplemento 2, pág. 19644-19650. 2009.

SOBERÓN, J.; OLVERA, L. O.; PETERSON, T. Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. **Revista mexicana de biodiversidad**, v. 88, n. 2, p. 437-441. 2017.

SOBERÓN, J.; PETERSON, A.T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. **Biodiversity Informatics** 2: 1-10. 2005.

SOBERÓN, J; PETERSON, A. Townsend. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. **Biodiversity Informatics**, 2, pp. 1-10. 2005.

SOMODI, I.; LEPESI, N.; BOTTA-DUKÁT, Z. Prevalence dependence in model goodness measures with special emphasis on true skill statistics. **Ecology and Evolution**, v. 7, n. 3, p. 863-872. 2017.

STOCKWELL, D.R.B; PETERSON, A.T. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. **Ecological Modelling**, 148: 1-13. 2002.

STOHLGREN, T. J.; MA, P.; KUMAR, S.; ROCCA, M.; MORISETTE, J. T.; JARNEVICH, C. S.; BENSON, N. Ensemble habitat mapping of invasive plant species. **Risk Analysis**, 30, 224–235. 2010.

UNEP. Food Systems and Natural Resources. **A Report of the Working Group on Food Systems of the International Resource Panel**. Westhoek, H, Ingram J., Van Berkum, S., Özay, L., and Hajer M. 2016.

TESSAROLO, G.; LADLE, R. J.; LOBO, J. M.; RANGEL, T. F.; HORTAL, J. Using maps of biogeographical ignorance to reveal the uncertainty in distributional data hidden in species distribution models. **Ecography**, v. 44, n. 12, p. 1743-1755. 2021.

TÔRRES, N. M.; VERCILLO, U. E. Como ferramentas de modelagem de distribuição de espécies podem subsidiar ações de governo. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, p. 228-230. 2012.



WARD, G.; HASTIE, T.; BARRY, S.C.; ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Presence-only data and the EM algorithm. **Biometrics**, 65, 554–563. 2009.

WHITTAKER, R. J.; WILLIS, K. J.; FIELD, R. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. **Journal of biogeography**, v. 28, n. 4, p. 453-470. 2001.

WILLIS, K. J.; WHITTAKER, R. J. Species diversity--scale matters. **Science**, v. 295, n. 5558, p. 1245-1248. 2002.

WISZ, M. S.; HIJMANS, R. J.; LI, J.; PETERSON, A. T.; GRAHAM, C. H.; GUISAN, A. Effects of sample size on the performance of species distribution models. **Diversity and Distributions**. 14, 763–773. 2008a.

WISZ, M.S.; HIJMANS, R.J.; LI, J.; PETERSON, A.T.; GRAHAM, C.H.; GUISAN, A.; NCEAS. Predicting species distributions working group. Effects of sample size on the performance of species distribution models. **Diversity and Distributions**, 14: 763-773. 2008b.

YATES, C.; MCNEILL, A.; ELITH, J.; MIDGLEY, G. Assessing the impacts of climate change and land transformation on *Banksia* in the South West Australian Floristic Region. **Diversity and Distributions**, v.16, p. 187–201. 2010.

# CAPÍTULO 5

## OS GEOPARQUES E A PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO: ALGUNS APONTAMENTOS

**Luciana De Aguiar Belizio**  
**Susana Da Costa Mota**  
**Rodson Oldani Casanova**  
**Diovane Da Rosa Dill**

**Leonice Aparecida De Fátima Alves Pereira Mourad**

### RESUMO

O presente artigo de revisão apresentar a proposta de conservação e proteção do meio ambiente, da paisagem e da natureza por meio dos Geoparques Mundiais, conforme deliberação da UNESCO, O Brasil faz parte com os Geoparques Mundiais de Araripe na Bacia do Araripe no interior do Nordeste brasileiro, de Seridó no Rio Grande do Norte e dos Caminhos dos Cânions entre Santa Catarina e o Rio Grande do Sul. A UNESCO concede a noção de Patrimônio Mundial para os Geoparques com o intuito de proteger os sítios geológicos que eles possuem e pelo seu valor universal excepcional. A Ação de preservar no Brasil inclui a população residente e de visitantes de cada região. Os Geoparques brasileiros visam preservar e respeitar a história, a cultural e a paisagem natural de cada localidade chancelada pela UNESCO, assim, a comunidade local, as intuições de ensino e a ação turística de cada região podem manter o significado do bem natural, histórico-cultural e social de cada Geoparque Nacional.

**PALAVRAS CHAVE:** Geoparques; Patrimônio Mundial; UNESCO.

### INTRODUÇÃO

Os Geoparques Globais da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura-UNESCO são uma iniciativa de conservação e proteção do meio ambiente, da paisagem e da natureza. Esses espaços estão localizados em 46 países, e recentemente, o Brasil passou a fazer parte dessa lista com a divulgação de três Geoparques Mundiais em território nacional: o Geoparque Mundial Araripe, na Bacia do Araripe no interior do Nordeste brasileiro; o Geoparque Seridó no Rio Grande do Norte e o Geoparque Caminhos dos Cânions entre Santa Catarina e o Rio Grande do Sul.

Para a UNESCO (2006) o Geoparque é um território grande e com limites definidos, que serve de apoio ao desenvolvimento socioeconômico local e possui um determinado número de sítios geológicos relevantes ou um mosaico de aspectos geológicos de especial importância científica, raridade e beleza, além de, representar uma região e sua história geológica com ligado à ecologia, arqueologia, história e cultura.



Essas ações para preservar o ambiente e a paisagem natural se iniciam pela ação da UNESCO como sendo uma concepção de proteção, não apenas, de uma paisagem natural específica, e sim de sua totalidade no território dos geoparques, incluindo, as pessoas que vivem nesses territórios. Para o professor português, Artur Sá, docente do Departamento de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - UTAD, esse processo demorou alguns anos por ser um objetivo complexo baseado no Programa Internacional de Geociências, criado em 1972, que visava olhar para o planeta Terra e perceber como as formações geológicas podiam contar a história e evolução do planeta.

No entanto, este programa estava perdendo credibilidade no âmbito internacional e na UNESCO, sendo que em 2004, com a formação da Rede Mundial de Geoparques (Global Geoparks Network – GGN) e posteriormente, em 2015, durante a 38ª Conferência Geral, foi denominado um novo título para este projeto mundial, Geoparques Mundiais da UNESCO. O objetivo da UNESCO, com os Geoparques Mundiais, foi de constituir-los pelo mundo com intuito de fornecer, por meio de seus princípios orientadores, o diálogo intercultural pela proteção do patrimônio e a valorização da diversidade cultural e natural.

Assim, a UNESCO concedeu a noção de Patrimônio Mundial para os Geoparques com o intuito de proteger os sítios que possuem denominação de valor universal excepcional. Desta forma, um Geoparque Mundial deve utilizar o seu patrimônio geológico visando a preservação do patrimônio natural e cultural da área do geoparque. No entanto, para que isso aconteça, se torna essencial ações para aumentar a consciência e a compreensão da sociedade sobre o seu legado natural e cultural mundialmente, e também, como utilizar esse espaço de forma sustentável.

Logo, os Geoparques Mundiais da UNESCO existem para preservar o patrimônio natural e ensinar como a população residente e de visitantes devem preservar e respeitar a história, a cultural e a paisagem natural de cada Geoparque. Os Geoparques do Brasil não fogem desse objetivo, pois, todos os geoparques da UNESCO possuem o mesmo objetivo. Entretanto, a comunidade local, as intuições de ensino e a ação turística de cada região devem manter ações que visem o mesmo objetivo da UNESCO e seu Geoparques nacionais.

## **GEOPARQUES MUNDIAS DA UNESCO NO BRASIL**

Os Geoparques Mundiais da UNESCO se preocupam com a geologia e a paisagem natural de cada território pretendendo influenciar a sociedade, a diversidade cultural. Portanto,



os Geoparque trouxeram o reconhecimento internacional do conceito de patrimônio geológico que apresenta íntima relação com a geodiversidade, e também, com o geoturismo, um subsegmento do ecoturismo, que visa a promoção da proteção do patrimônio natural, histórico e cultural (NASCIMENTO, RUCHKYS E MANTESSO-NETO, 2008).

Conforme, o Serviço Geológico do Brasil o patrimônio geológico é identificado especificamente como aquele que possui necessidade de conservação, principalmente se ameaçado por atividades humanas, para evitar a danificação ou até a perda desse patrimônio, os países começaram a desenvolver iniciativas para reconhecer importantes sítios geológicos dentro de suas fronteiras nacionais, um exemplo dessa iniciativa, são os Geoparques da UNESCO.

Os Geoparques têm a finalidade de conservar o patrimônio geológico, com o intuito de investigar soluções para os problemas que desafiam as sociedades, atuando em áreas como Educação, Ciências Naturais, Ciências Humanas e Sociais, além da Cultura, da Comunicação e da Informação (ROCHA, FERREIRA E FIGUEIREDO, 2017). Percebe-se que o conceito de patrimônio geológico engloba outros conceitos como Geodiversidade, Geoconservação, Geoturismo e Geoparque. Pretende também a proteção e a promoção do patrimônio geológico, além do desenvolvimento sustentável por meio de uma rede global de territórios que possui uma geologia de valor destacado por sua singularidade. (SCHOBENHAUS E SILVA, 2012). Por isso que a geodiversidade sempre teve um papel fundamental nas atividades dos seres vivos. As complexas relações entre geologia, processos naturais, formas de relevo, solos e clima sempre foram condição para a distribuição dos habitats e das espécies, com especial destaque os grupos sociais.

Os recursos naturais sempre foram essenciais para a sociedade e o crescimento econômico (JORGE E GUERRA, 2016). Um dos conceitos de geodiversidade de Stanley (2000) traz a variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que produzem paisagem, rochas, e outros, como no caso de minerais, até em grande escala como as montanhas. Também, é considerado um estudo para reconhecer os principais aspectos do meio abiótico, ou seja, os elementos que não constituem fauna e flora e sua importância e como podem ser pela sociedade e racional e sustentável (ARRUDA, 2013). Desse modo, o Patrimônio geológico é o conjunto dos aspectos da geodiversidade, alcançou o objetivo de salvaguardar por meio de



medidas especiais proteção, configurando a geoconservação, que é qualquer ação empreendida no sentido de preservar e de defender a geodiversidade.

Assim sendo, as bases conceituais têm como ponto de partida a discussão a respeito da geodiversidade, patrimônio geológico-geomorfológico e o papel do geoturismo como um novo segmento do turismo sustentável e, por fim, a importância da geoconservação seja na escala global ou local, como um novo paradigma voltado à sustentabilidade (JORGE E GUERRA, 2016).

O geoturismo pode ser definido como uma forma de turismo sustentável, que objetiva a valorização e a conservação. Já que, para Sharples (2002), a geoconservação é o ato de conservar a diversidade natural e seus aspectos significativos dos processos geológicos, geomorfológicos e de solos, garantindo a manutenção da história de sua evolução, além de promover processos interativos com a geodiversidade entre a paisagem, a fauna, a flora e a forma como o homem se organiza (ARAÚJO, 2005).

Portanto, o geoturismo define-se como uma atividade turística que utiliza do ecoturismo e do patrimônio natural e cultural, incentivando sua conservação e buscando a formação de uma consciência ambientalista por meio da interpretação do ambiente (BRASIL, 2010) e Moreira (2014) reforça que o geoturismo, integrar documentos oficiais da UNESCO como a Declaração de Arouca de 2011, dessa forma, vem sendo pesquisado em diversos países, sob as mais variadas perspectivas e ambientes. A Declaração de Arouca procedeu do Congresso Internacional de Geoturismo - Arouca Geopark (Portugal) de 2011, como resultado das discussões ocorridas durante este evento. A Declaração de Arouca, que estabelece o que segue.

O geoturismo deve ser definido como o turismo que sustenta e incrementa a identidade de um território, considerando a sua geologia, ambiente, cultura, valores estéticos, patrimônio e o bem-estar dos seus residentes, por ser o turismo geológico uma ferramenta fundamental para a conservação, divulgação e valorização do passado da Terra e da Vida, incluindo a sua dinâmica e os seus mecanismos, e permitindo ao visitante entender o passado para analisar o presente com outra perspectiva e projetar os possíveis cenários futuros comuns para a Terra e a Humanidade.

Esse processo possibilita a valorização do patrimônio geológico, porém, essa ação deve ser inovadora e privilegiar a utilização de novas tecnologias de informação, de preferência para melhorar o conteúdo veiculado pelos clássicos painéis de informação. Por isso, a

disponibilização de informação deverá ser acessível e inteligível para o público em geral, vertida em poucos conceitos básicos e apresentados de forma objetiva.

Encorajamos os territórios a desenvolver o geoturismo, focado não apenas no ambiente e no patrimônio geológico, mas também nos valores culturais, históricos e cênicos. Neste sentido, incentivamos o envolvimento efetivo entre cidadãos locais e visitantes, para que estes não se restrinjam ao papel de turistas espectadores, ajudando assim a construir uma identidade local, promovendo aquilo que é autêntico e único no território. Desta forma conseguiremos que o território e os seus habitantes obtenham integridade ambiental, justiça social e desenvolvimento econômico sustentado (AUROCA, 2011, p. 1).

A partir da Declaração de Auroca (2011) e o princípio da UNESCO de apoiar os países no desenvolvimento e na expansão de atividades educacionais relacionadas a questões de sustentabilidade, tais como: a mudança climática ou a biodiversidade ou a redução de riscos e desastres ou temas relacionados a água, ou a diversidade cultural ou estilos de vida sustentáveis, traz os Geoparques como espaço central dessa ação, pois os Geoparques Globais capacitam comunidades locais e dão a elas a oportunidade de desenvolver parcerias coesas com o objetivo comum de promover os processos geológicos, os temas históricos ligados a geologia ou a beleza geológica excepcional.

As pessoas que são envolvidas na capacitação são os proprietários de terra, grupos comunitários, provedores de turismo, povos indígenas e organizadores locais e todos precisam ter consciência que um geoparque é um local de conservação do patrimônio geológico. De modo que, um geoparque, a partir do conceito da UNESCO e do Serviço Geológico do Brasil, deve: preservar o patrimônio geológico para as futuras gerações (geoconservação); educar e ensinar o grande público sobre temas de geológicos e ambientais e promover meios de pesquisa para as geociências; assegurar o desenvolvimento sustentável através do geoturismo, reforçando a identidade da população e o respeito ao meio ambiente; e gerar novas fontes de renda para a população local e atrair capital privado. Percebe-se a importância de um geoparque para uma localidade, já que estimula o território de forma holística.

O Brasil está inserido nesse processo de conservação e proteção do meio ambiente por meio dos três geoparques cancelados pela UNESCO, que são:

- **Geoparque Mundial Araripe** está situado no sul do estado do Ceará e possui uma Bacia Sedimentar do Araripe que se localiza em uma extensa área entre os limites dos estados do Piauí, Pernambuco, Ceará e Paraíba. Na parte cearense a grande superfície de chapada envolve um imenso vale chamado de Vale do Cariri em reconhecimento a nação indígena nativa



em um destacado planalto de arenitos avermelhados com uma morfologia característica, com uma área de aproximadamente de 5 mil km<sup>2</sup> de território cearense.

Esse espaço oferece a oportunidade para observação da história da evolução da vida na Terra através dos seus registros geológicos entre outros que relatam o valor territorial do geoparque, como a geologia da Bacia Sedimentar do Araripe é complexa e isso tem a ver diretamente com os processos geológicos envolvidos na sua gênese. No setor educacional promove ações como integrar, reforçar e dinamizar o trabalho em redes socioeducativas; promover um espaço aberto para novas práticas pedagógicas; elaborar programas e ações de educação arqueológica, museológica, patrimonial e em geociências; colaborar na produção de material didático-pedagógico; entre outras ações educacionais que o Geoparque promove. O setor do turístico oferece três roteiros: Nova Olinda, Santana do Cariri e Barbalha que incluem os segmentos científico, histórico, cultural, base comunitária, aventura e ecoturismo do território do geoparque do Araripe.

- **O Geoparque Seridó no Rio Grande do Norte** está situado na região centro-sul do estado do Rio Grande do Norte, semiárido nordestino, envolvendo o território dos municípios de Acari, Carnuába dos Dantas, Cerro Corá, Currais Novos, Lagoa Novas e Parelhas, que constitui mesorregião Central Potiguar e engloba parte das microrregiões de Serra de Santana e Seridó Oriental. Possui uma grande variedade de formas de relevo esculpidas em rochas sedimentarias cretáceas da Bacia Potiguar e terrenos mais antigos de embasamento cristalino. A vegetação é caracterizada pelo domínio da caatinga com um clima de índices pluviométricos e distribuição irregular, também, possui rios intermitentes como a Bacia Hidrográfica Piranhas-Açu formada pelos rios Seridó, Acauã e Salgado, no quesito solo a região do geoparque possui característica pedregosa e fertilidade mediana, dentre as principais características destaca-se Neossolos e Luvisolos.

No setor educacional desenvolve programas educativos explicam a importância da geodiversidade, cultura no território seridoense, patrimônio geológico e fomenta a sustentabilidade econômica, social e ambiental do geoparque. Uma das ações realizadas é o Projeto Os Cinco Sentidos do Geoparque Seridó, que promove o primeiro contato dos estudantes, das seis cidades que estão no entorno do geoparque, com a geodiversidade, a biodiversidade e a cultura e o patrimônio geológico do território do geoparque por meio de palestras nas escolas, visitas aos geossítios e atividades lúdicas, incluindo atividades culturais



como o geopiquiniques e feiras de ciências. No setor do turismo o geoparque disponibiliza o inventário turístico das cidades que envolvem o território do geoparque junto com o contato de guias e condutores de turismo, além de mapas geoturístico e registro dos visitantes ao Geoparque Seridó.

- **O Geoparque Caminhos dos Cânions** – está situado na região Sul do Brasil, entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O território integra 7 municípios, sendo 4 do estado de Santa Catarina: Praia Grande, Jacinto Machado, Timbé do Sul e Morro Grande; e 3 do Rio Grande do Sul: Torres, Mampituba e Cambará do Sul, totalizando uma área de 2.830 km<sup>2</sup> e uma população de pouco mais de 73.500 habitantes. O Geoparque busca impulsionar o desenvolvimento sustentável sociocultural, ambiental e econômico da região. O território expressa a paisagem da região Sul do Brasil, conhecida como Serra Geral. Formada por um prolongado e sinuoso escarpamento que limita dois compartimentos – o planalto e a planície costeira, com os cânions muito profundos e de singular beleza, repletos de quedas d’água e piscinas naturais. Com praticamente todas as nascentes na Serra Geral os rios desta região drenam e modelam uma ampla planície até alcançar o mar. Neste cenário de beleza singular, formado por dezenas de paleotocas, abrigos escavados por animais já extintos, que viveram há mais de 10 mil anos.

No setor educacional está inserido nos roteiros turísticos da região que contempla destinos cheios de encantos, em localidades ímpares, cada uma com sua peculiaridade, proporcionando diversas experiências dentro de um único roteiro. Um território repleto de atrativos unindo patrimônio natural e cultural. O Georroteiro tem como principais objetivos: a interação entre a comunidade local e o visitante; promover o conhecimento sobre a geodiversidade existente nos locais; valorizar o patrimônio natural e cultural; fomentar a economia local já existente, como também a abertura de novos empreendimentos gerando renda para as comunidades e firmar a vocação turística local, criando uma identidade turística. Assim, Os geossítios do Geoparque Cânions do Sul compreendem os lugares mais representativos da geodiversidade regional de reconhecido valor científico, educativo e turístico.

A partir dessa breve apresentação, dos Geoparque chancelados no território brasileiro, percebe-se a importância dos mesmos por propiciar o empoderamento das comunidades locais sobre seu patrimônio natural e cultural, e também fornecer meios de promover esse patrimônio



geológico de cada região brasileira para o mundo, com base nos princípios do desenvolvimento local sustentável.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A UNESCO por meio do seu projeto das Geoparques trouxe uma iniciativa de conservação e proteção para o meio ambiente e o patrimônio natural e cultural com alcance mundial, pois, ela conseguiu mobilizar 46 países incluindo o Brasil no seu objetivo de olhar para os recursos naturais do planeta Terra. Só que para isso acontecer foi necessário promover e mostrar como esse projeto serve de apoio ao desenvolvimento socioeconômico, além de preservar os sítios geológicos.

Para isso, foi necessário constituir um diálogo intercultural pela proteção do patrimônio e a sua valorização por causa da sua diversidade cultural e natural pelo mundo. Assim, a UNESCO concedeu a noção de Patrimônio Mundial para os Geoparques com o intuito de proteger os sítios que possuía denominação de valor universal excepcional junto com a ação de respeitar a história, a cultura e a paisagem natural de cada país que o Geoparque chancelado representa.

O objetivo principal da UNESCO é garantir a paz por meio da cooperação intelectual entre as nações, acompanhando o desenvolvimento mundial e auxiliando os Estados-Membros na busca de soluções para os problemas que desafiam as sociedades mundiais. Todos sabem que a situação ambiental e a preocupação com as questões de sustentabilidade tem sido um tema mundial nos últimos anos, até o Senado Federal do Brasil, expõe que a humanidade já está consumindo mais recursos naturais do que a natureza consegue repor.

Isso reforça o objetivo dos Geoparques mundiais de conservar o patrimônio geológico, com o intuito de investigar soluções para os problemas que desafiam as sociedades, atuando em áreas como Educação, Ciências Naturais, Ciências Humanas e Sociais, além da Cultura, da Comunicação e da Informação, porque, a proteção e a promoção do patrimônio geológico e do desenvolvimento sustentável no âmbito global expõe que os recursos naturais são essenciais para a sociedade e para o crescimento econômico.

Consequentemente, as pessoas precisam de exemplos e capacitação para constituir uma consciência de conservação e preservação sobre os ambientes naturais do planeta. Desse modo, que os Geoparques mundiais são um exemplo de espaço destinado a preservar o patrimônio

geológico para as futuras gerações visando educar e ensinar o grande público e promover meios de pesquisa para as geociências, além de assegurar e gerar novas fontes de renda de forma sustentável. Os Geoparque chancelados no território brasileiro trazem junto com o propósito dos Geoparques Mundiais da UNESCO meios de fornecer e promover o patrimônio geológico de cada região brasileira e a sua sustentabilidade social, cultural, econômica e natural .

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. L. S. **Geoturismo: conceitualização, implementação e exemplo de aplicação no Vale do Rio Douro no setor Porto Pinhão**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) Escola de Ciências da Universidade do Minho, Portugal, 2005.

AROUCA. **Declaração de Arouca**. In: Congresso Internacional de Geoturismo. 2011. Disponível em: <<http://www.geoparquearouca.com>>. Acesso em: 30 de junho de 2022.

ARRUDA, K. E. C. **Patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. Geodiversidade do Município de Araripina-PE, Noedeste do Brasil. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Pernambuco- Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2013.

BRASIL. **Ministério do Turismo. Ecoturismo: orientações básicas**. Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação. 2. ed. – Brasília: Ministério do Turismo, 2010.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. **Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos**. Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 6, N.1, 2016.

MOREIRA, J. C. **Patrimônio geológico em Unidades de Conservação: atividades interpretativas, educativas e geoturísticas**. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

ROCHA, L. C.; FERREIRA, A. C.; FIGUEIREDO, M. A. **A Rede Global de Geoparques e os desafios da integração dos Geoparques Brasileiros** *Caderno de Geografia*. vol. 27, núm. 2. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais Belo Horizonte, Brasil, 2017.

SCHOBENHAUS, C.; SILVA, C. R. **O papel do Serviço Geológico do Brasil na criação de geoparques e na conservação do patrimônio geológico**. Produção institucional do Serviço Geológico do Brasil. Editora: CPRM, 2012.

SHARPLES, C. **Concepts and Principles of Geoconservation**. Tasmanian Parks & Wildlife Service, 2002.



STANLEY, M. **Geodiversity**. Earth Heritage, v. 14, p.15-18, 2000.

UNESCO. **The criteria for selection**. 2006. Disponível em: <  
<https://whc.unesco.org/en/criteria/>>. Acesso em: 29 de junho de 2022.

# CAPÍTULO 6

## DESMISTIFICAÇÃO DA PROPAGANDA FEDERAL SOBRE A IDEIA POSITIVA DO AGRONEGÓCIO NO BRASIL

Luciano Aranha Andrade

### RESUMO

A ideia sobre o agronegócio pode ser interpretada de diversos fatores e através de variados sujeitos que integram a complexidade desse mercado. Tendo em vista a ampla divulgação do governo sobre os benefícios do agronegócio à economia brasileira, se faz necessária uma investigação sobre essa economia e os efeitos que ela causa à população e ao meio ambiente. Notou-se que os impactos são desastrosos, e se faz necessário debater na contemporaneidade as problemáticas observadas, que afetam o ser humano e a natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agronegócio; Ideologia; Natureza.

### INTRODUÇÃO: AGRONEGÓCIO E CONTEXTO HISTÓRICO RECENTE

Existem representações diversas e contraditórias sobre o campo que variam conforme as classes sociais, onde, a classe dominante com sua facilidade de promover suas ideias através da mídia, ganha ênfase com diversos discursos (VIEIRA, 2021). Temporalmente, observam-se publicações sobre invasão e vandalismo de propriedades privadas, crescimento econômico do país, e desde 2016, o slogan “o agro é *tech*, o agro é *pop*, o agro é tudo” veiculado pela Rede Globo, maior emissora de televisão do Brasil.

O fato é que as representações que formam o imaginário e a memória coletiva ligada ao meio rural sempre estiveram em crise devido aos meios de comunicação em massa estarem, ora defendendo o pequeno (na divisão de classes), ora auxiliando o grande (políticos e empresários).

Desta forma, será debatida a interferência e participação dos sujeitos, mediante pesquisa bibliográfica, sobre as mudanças econômicas e organizacionais que a sociedade vem presenciando, principalmente nos últimos dois séculos, desde a Rússia do final do século XIX (KAUTSKY; 1980).

Kautsky (1980) escreveu sobre a influência do capitalismo na agricultura e as transformações que ele trouxe para a Rússia no século XIX, baseado nas suas investigações acerca do campesinato russo e a introdução do capitalismo nas atividades agrícolas. A ideia



mais forte do autor foi a de que a grande propriedade rural tem superioridade técnica se comparada à pequena, pois pode se adaptar mais facilmente a industrialização e demais requisitos do sistema capitalista.

Assim, o esperado era que as pequenas propriedades desaparecessem, tendo em vista que são menos propícias a acumularem capital, já que não havia meios para investir e poderem prosperar no sistema, como aconteceu com os grandes proprietários. Logo, a provável situação do camponês, nesse caso, seria tornar-se operário, resultando numa dependência econômica em relação aos grandes empresários do campo (LUXEMBURGO, 1970; KAUTSKY, 1980).

Segundo Zylbersztajn (2017), nos Estados Unidos o conceito de “agronegócio” em sua origem não teve o significado distorcido para o eventual conflito entre grandes corporações e pequenos agricultores familiares como é visto no Brasil. O conceito considera apenas que a agricultura faz parte da esfera de negócios dos fenômenos. Um pequeno agricultor é parte do sistema do agronegócio, bem como uma grande fazenda corporativa.

De volta ao contexto brasileiro, Carvalho (2009) diz que a denominada 'revolução verde burguesa', iniciada por volta de 1970 foi implantada a partir das iniciativas do Estado Ditatorial Militarista (1964-1984), promotor de meios jurídicos e propaganda relacionada com o desenvolvimento do campo, iniciativas que traziam interesses da expansão mundial da acumulação capitalista de interesse industrial e também bancário.

A exemplo disso houve crédito rural subsidiado para as cooperativas burguesas e aos empresários da agroindústria, como o crédito rural entre 1966 e 1982 aumentado para 500% nos volumes com taxas de juros inferiores em relação à inflação. Política implantada objetivando a modernização agrícola, como a aquisição de tratores, colheitadeiras, adubos, venenos e sementes híbridas (CARVALHO, 2009).

Todo esse processo foi realizado com base na ideologia capitalista de que é necessário transformar qualquer território em espaço de desenvolvimento do capitalismo. Assim, percebe-se que uma parcela da população conseguiu meios para crescer economicamente ainda mais, já que o crédito era subsidiado para quem já era elitizado, enquanto os camponeses pobres estariam, naquele contexto, destinados à exploração.



Carvalho (2009) cita as lutas sociais promovidas pelo grupo denominado “campesinato brasileiro”, sejam aquelas de resistências ao avanço do capital, sejam aquelas de ocupação de latifúndios e de empresas que trabalhavam com práticas antiambientalistas e antissociais.

A partir dessas lutas e situações de resistência dos camponeses, se notam os outros lados do desenvolvimento, como a concentração fundiária, o trabalho humano escravizado, o desmatamento irresponsável, a poluição de solos e águas, os massacres a várias espécies de animais, o aumento de doenças nos seres humanos e até mudanças genéticas (CHAUD *et al.*, 2021).

## **METODOLOGIA**

Com o propósito de abordar a temática agronegócio, seu contexto histórico recente e efeitos adversos, a pesquisa se deu principalmente através de análise bibliográfica através de artigos, livros e jornais virtuais.

Conforme Batista e Kumada (2021), a pesquisa bibliográfica abrange dados passados de estudos anteriores que servem como base para a sequência das pesquisas, auxiliando na compreensão dos conceitos preexistentes.

Para Marconi e Lakatos (2010), na pesquisa bibliográfica o pesquisador tem contato direto com o que foi registrado sobre determinado assunto, em textos, vídeos e debates. Ainda apontam este tipo de pesquisa como um conjunto de oito etapas: a escolha do tema, a elaboração do plano de trabalho, a identificação dos documentos, a localização dos documentos, a compilação dos dados, o fichamento, a análise e interpretação dos dados e, finalmente, a redação.

Com base em tais definições, as principais referências consultadas, e que fundamentaram a ideia da pesquisa, foram Kautsky (1980) que resgata a realidade da Rússia no século XIX; Carvalho (2009) que trata da “revolução verde burguesa”, iniciada por volta de 1970; e Azar (2011) que cita a concentração fundiária. Utilizaram-se, também, dados da Organização das Nações Unidas – ONU, que rotineiramente atualiza informações de diversas áreas de pesquisa, principalmente relacionadas à saúde.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### O QUE PASSAM OS CAMPONESES E A SOCIEDADE EM GERAL

No Brasil, associado à questão econômica, o controle da terra encontra-se intimamente ligado à questão política. A forma como se deu o processo histórico da sua dominação por latifundiários, o poder político que até hoje os mesmos detêm e a dificuldade do avanço na implementação da reforma agrária são aspectos que demonstram como as dimensões política e econômica não se dissociam uma da outra (AZAR, 2011).

O que se tem hoje é resultado da crônica concentração fundiária do país. Em 2003,

dos 4.238.421 imóveis, cuja área ocupada totalizava 420.345.382 hectares, 1,6% dos estabelecimentos com mil hectares a mais (grandes propriedades) concentravam 43,6% das terras, enquanto que contraditoriamente 31,6% das unidades com menos de dez hectares (pequenas unidades) dispunham de apenas 1,8% do total da área (OLIVEIRA, 2004 apud AZAR, 2011, p. 2)

Nesse sentido, Marx (2017) em sua obra “O Capital” apresenta bases do modo de produção capitalista que se dá através da apropriação privada dos meios de produção, cuja força de trabalho, como também a disponibilidade dos espaços/terras produtivas passa necessariamente a ser vendida pelos produtores no processo produtivo das mercadorias.

Os governos federais não têm se interessado em realizar de fato a reforma agrária, reagindo aos movimentos sociais somente com políticas compensatórias de assentamentos, para controlar ou persuadir a sua expansão. Logo, se nota uma naturalização da desigualdade da distribuição de terras por parte do governo, pela falta de reais políticas reguladoras (ALCANTARA FILHO; FONTES, 2009).

Além desta problemática, há ainda o trabalho escravo realizado nas grandes fazendas. Segundo Lima e Cosandey (2012), o conceito de violência, referente à escravidão, está no contexto do agronegócio e sua necessidade de produção em larga escala, com custos trabalhistas reduzidos. Essas práticas desumanas são móveis e marcadas por uma coleta de trabalhadores em escala nacional, dificultando assim ações mais incisivas de auditores do Ministério do Trabalho e Emprego.

A violência não é vista somente pelos trabalhadores escravos. Os ativistas em prol dos camponeses são comumente mortos, fatos ocorrentes principalmente pelo desinteresse estatal em atender essa população.

Outros problemas ocasionados pelo avanço do agronegócio são o desmatamento, a degradação dos solos e dos recursos hídricos. A crescente necessidade do aumento da produção maximiza o uso dos solos pelas atividades agrícolas, muitas vezes de forma inadequada, reduzindo a capacidade produtiva dos solos (LEPSCH, 2010).

Em relação aos recursos hídricos, os insumos de veneno se expandiram nas últimas décadas e corromperam a água de vários cursos, lagos e mares à beira-mar, tornando-se um risco tremendo à sobrevivência das espécies aquáticas, atingidas imediatamente pela poluição. A deterioração desses bens cruciais pode ser medida com a perda de estruturas, suas espécies de segmento e os confortos que eles fornecem. A falta de água ou sua oferta em má qualidade estão conectadas, visto que a poluição diminui o fornecimento e aumenta as despesas de tratamento da água para utilização (AREFIN; MALLIK, 2018).

A região entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, conhecida como MATOPIBA, é considerada a vitrine do agronegócio brasileiro. Mas esse modelo vem acelerando o desmatamento no Cerrado (Figura 1). Conforme Villar (2018), de 2013 a 2015 foram desmatados o equivalente a 24 cidades de São Paulo de vegetação nativa do Cerrado, sendo o MATOPIBA responsável pela maior parte. Segundo o Greenpeace Brasil (2018), há muito mais pobreza e desigualdade do que riqueza e bem-estar nesta região, apresentada como modelo de sucesso pelo agronegócio.

**Figura 1:** Monocultura de soja no município Balsas/MA, integrante do MATOPIBA.



Fonte: Greenpeace Brasil (2018).

Acerca do (ab)uso de agrotóxicos, para Lopes e Albuquerque (2018), hoje o Brasil é o país mais consumidor destes produtos, e isso está associado principalmente ao Governo Federal, que nos últimos anos facilitou a importação e comercialização, como também o seu uso exacerbado, mantidas pela influência da bancada ruralista no Congresso Nacional.

Essa tecnologia agrícola é dualista, pois, ao mesmo modo em que contribui no aumento da produtividade, afeta ainda a saúde humana e o meio ambiente. Nos humanos, há gerações de famílias com sequelas da contaminação introduzida pelo uso de agrotóxicos como arma química na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), e também outras famílias pela exposição direta aos produtos na manipulação ou pela exposição através da vivência em ambientes próximos a agroempresas, além do consumo tradicional, que atinge quase toda a população (FORNAZIER, 2022).

A Organização Mundial da Saúde aponta que cerca de 193 mil pessoas no mundo morrem todos os anos por exposição a essas substâncias químicas. Também aponta que entre os países em desenvolvimento, os agrotóxicos causam, anualmente, 70 mil intoxicações agudas e crônicas. Outro dado alarmante é que em três meses (de dezembro de 2018 a fevereiro de 2019), mais de 500 milhões de abelhas foram encontradas mortas por apicultores apenas em quatro estados brasileiros. Foram 400 milhões no Rio Grande do Sul, 7 milhões em São Paulo, 50 milhões em Santa Catarina e 45 milhões em Mato Grosso do Sul (NAÇÕES UNIDAS, 2018; GALILEU, 2019).

Sabe-se, também, que a exposição aos agrotóxicos pode causar alterações celulares e está associada a alguns tipos de câncer, como neoplasia no cérebro, linfoma, melanoma cutâneo, câncer nos sistemas digestivo, genital, urinário, respiratório, câncer de mama e câncer de esôfago (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Outro problema que tem se intensificado neste meio é o suicídio mediante a utilização continuada de agrotóxicos na produção agrícola, onde os manipuladores dos produtos desenvolvem quadros de depressão, e com o desenvolvimento da doença, cometem suicídio. Segundo Tatemoto (2016),

um relatório da Comissão de Direitos Humanos da Assembleia Legislativa do estado [RS] apontou, em 1996, que 80% dos casos de suicídios no município de Venâncio Aires, cidade responsável pelo maior volume de tabaco produzido no Estado, eram cometidos por agricultores. O estudo demonstrava ainda a elevação no número de suicídios quando aumentado o uso de agrotóxicos (TATEMOTO, 2016, n.p).



Para o futuro, se esperam pessoas mais sensíveis às situações de estresse e maior ansiedade, pois as toxinas afetam o sistema nervoso central e permanecem por até quatro gerações (EXAME, 2017).

## A AGROECOLOGIA COMO PANORAMA DA SUSTENTABILIDADE

A agroecologia oferece condições metodológicas que visam compreender a natureza e os princípios de funcionamento dos agroecossistemas, sendo assim, a integração das bases agronômicas, ecológicas e socioeconômicas que subsidiam o diagnóstico do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade (ALTIERI, 2004).

O objetivo é tornar o ecossistema agrícola independente, para que se obtenha a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas. Essa produção sustentável é resultado do equilíbrio entre plantas, solos e outros fatores. Quando essas condições prevalecem, é possível obter um agroecossistema produtivo e saudável (ALTIERI, 2004).

A manutenção da biodiversidade é importante para manter o equilíbrio e a harmonia nos agroecossistemas. Na monocultura, a biodiversidade não se faz presente, assim, os agricultores utilizam materiais químicos no processo de produção. Já na produção de viés agroecológico, se as pragas aparecerem, o agricultor, ao perceber se há algo errado, pode recorrer às muitas técnicas sustentáveis para corrigir os problemas, sem o uso exacerbado de agrotóxicos, além do desuso de adubos químicos solúveis (CHRISTINA; TURATTI; MEJÍA, 2021).

O caminho para construir métodos agroecológicos e buscar a passagem de ações com impacto ambiental significativo para um modelo mais sustentável ainda é lento. No entanto, as perspectivas são amplas, pois se trata de uma estratégia importante para o desenvolvimento urbano e rural sustentável (BINDE *et al.*, 2021),

Conforme Miles, Delonge e Carlisle (2017), o ponto de partida é o Estado investir em pesquisa, para se apropriar das oportunidades resultantes da agroecologia, pois análises têm mostrado o desenvolvimento agrícola compensa com altos retornos, no tocante a uma gama de objetivos sociais, econômicos e de produtividade, que garantem qualidade e minimizam os riscos em todas as etapas da produção e consumo dos bens.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que os dados acerca dos benefícios do movimento agro no Brasil e no mundo são ideológicos e interessam a pequenos grupos burgueses que não estão interessados na sobrevivência dos diversos ecossistemas do planeta.

No contexto brasileiro, há políticas elaboradas visando à facilitação da expansão do agronegócio, com a liberação de agrotóxicos, demarcação de terras de maneira interesseira, o desmatamento irresponsável e homicídios que não são levados à justiça, enquanto políticas que atendam um número populacional maior, são feitas com indiferença.

Notou-se que a expansão do agronegócio atualmente, realizada com imprudência, coloca em risco a vida de humanos, fauna e flora, além de ameaçar a disponibilidade de recursos naturais, como o solo e a água.

Em vista disso, o Brasil não deve depender crescentemente do agronegócio, que hoje é dedicado à exportação de grãos que transformam somente paisagens naturais em áreas de monocultura. A vegetação nativa assegura o equilíbrio climático, fundamental para a segurança da humanidade e conseqüentemente a própria manutenção da agricultura.

Portanto, conclui-se que o “agro é tudo” de bom somente à parte que está lucrando financeiramente com esse mercado. Às demais classes, resta o desprezo por parte do governo, as sequelas e danos de saúde, a natureza danificada e um futuro incerto.

## REFERÊNCIAS

ALCANTARA FILHO, J. L.; FONTES, R. M. O. A formação da propriedade e a concentração de terras no Brasil. **Revista HEERA**, p. 63-85, 2009.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

AREFIN, M. A.; MALLIK, A. Sources and causes of water pollution in Bangladesh: A technical overview. **Bibechana**, v. 15, p. 97-112, 2018.

AZAR, Z. S. **A concentração fundiária como centralidade da questão agrária no Maranhão**. In: V Jornada Internacional de Políticas Públicas – UFMA. São Luís, 2011.

BATISTA, L. S.; KUMADA, K. M. O. Análise metodológica sobre as diferentes configurações da pesquisa bibliográfica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)**, IFSP Itapetininga, v. 8, p. 1-17, 2021.

BINDE, D. R. *et al.* Experiências agroecológicas no IFMT – campus Barra do Garças. **Conjecturas**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. 301–314, 2021.

CARVALHO, H. M. **De produtor rural familiar a camponês: a catarse necessária**. Curitiba, 2009. [s.n.].

CHAUD, M. *et al.* Nanopesticides in Agriculture: Benefits and Challenge in Agricultural Productivity, Toxicological Risks to Human Health and Environment. **Toxics**, 9, nº 6: 131. 2021. <https://doi.org/10.3390/toxics9060131>

CHRISTINA, A.; TURATTI, L.; MEJÍA, M. Forqueta Flowers: women’s stories of resilience via and agroecological way of life. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, p. 1-22, 2021.

EXAME. **Agrotóxicos podem alterar comportamento de gerações futuras**. 2012. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/agrotoxicos-podem-alterar-comportamento-de-geracoes-futuras/>> Acesso em: 30 jul 2021.

FORNAZIER, A. **Percepções de estudantes do ensino fundamental II da escola Ceier de Água Branca sobre a temática dos agrotóxicos e agroecologia: uma proposta de multiplicadores**. 2022. 70 f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2022.

GALILEU (Revista). **Apicultores brasileiros encontram meio bilhão de abelhas mortas em três meses**. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/05/apicultores-brasileiros-encontram-meio-bilhao-de-abelhas-mortas-em-tres-meses.html>> Acesso em: 30 jul 2021.

GREENPEACE BRASIL. **Segure a Linha: a expansão do agronegócio e a disputa pelo Cerrado**. São Paulo, 2018. Disponível em: <[https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2018/11/904dd412-relatorio\\_greenpeace\\_matopiba.pdf](https://storage.googleapis.com/planet4-brasil-stateless/2018/11/904dd412-relatorio_greenpeace_matopiba.pdf)> Acesso em: 30 jul 2021.

KAUTSKY, K. A questão agrária. 3ª ed. Rio de Janeiro: Proposta, 1980.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

LIMA, V. M.; COSANDEY, J. V. J. Trabalho escravo no agronegócio da soja no cerrado brasileiro. **Anais do XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária**, Minas Gerais, 2012.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

LUXEMBURGO, R. **A Acumulação do Capital: estudos sobre a interpretação econômica do imperialismo**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1970.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARX, K. **O capital**. 2ª ed. São Paulo: Boitempo editorial, 2017.



MILES, A.; DELONGE, M. S.; CARLISLE, L. Triggering a positive research and policy feedback cycle to support a transition to agroecology and sustainable food systems. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 41, n. 7, p. 855-879, 2017.

NAÇÕES UNIDAS. **Agrotóxicos e outras substâncias químicas matam 193 mil pessoas no mundo por ano, diz ONU**. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/agrotoxicos-e-outras-substancias-quimicas-matam-193-mil-pessoas-no-mundo-por-ano-diz-onu/>> Acesso em: 02 ago 2021.

TATEMOTO, R. Estudos relacionam uso de agrotóxicos com suicídio de agricultores. 2016. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2016/10/05/estudos-relacionam-uso-de-agrotoxicos-com-suicidio-de-agricultores/>> Acesso em: 02 ago 2021.

VIEIRA, D. B. **A concentração da mídia no Brasil e seu impacto na pluralidade de ideias**. 2021. 138f. Dissertação (Magíster en Estado, Gobierno y Políticas Públicas) - Faculdade Latino-Americana de Ciências Sociais, Fundação Perseu Abramo, Belo Horizonte, 2021.

VILLAR, R. **Concentração de renda, desmatamento e esgotamento dos recursos naturais: o retrato do agronegócio no Cerrado**. Greenpeace Brasil, 2018. Disponível em: <<https://ecoa.org.br/o-retrato-do-agronegocio-no-cerrado>> Acesso em: 02 ago 2021.

ZYLBERSZTAJN, D. Agribusiness systems analysis: origin, evolution and research perspectives. **Revista de Administração (São Paulo)**, v. 52, p. 114-117, 2017.

# CAPÍTULO 7

## AVALIAÇÃO DOS PLANOS DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN QUANTO AO SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

**Camila Denise de Oliveira Silva**  
**Maria Aliny Souza Silva**  
**Maria Josicleide Felipe Guedes**

### RESUMO

A Política Nacional de Saneamento Básico, instituída pela Lei Federal nº 11.445/2007 e atualizada pela Lei Federal nº 14.026/2020, e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, trazem consigo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) como instrumentos dessas políticas, respectivamente. Essas políticas também explicitam o conteúdo mínimo que devem contemplar os planos municipais: PMSB e PMGIRS. Neste trabalho de pesquisa teve-se por objetivo avaliar os planos do município de Mossoró-RN, quanto ao eixo do serviço de manejo de resíduos sólidos. Essa avaliação foi realizada com o intuito de indicar as fragilidades dos planos, apontando as melhorias necessárias, a fim de auxiliar os gestores municipais quando da revisão dos planos. A metodologia utilizada foi desenvolvida por Chaves, Siman e Sena (2020). Por meio desta ferramenta de avaliação foi possível determinar os seguintes índices: i) Índice de Atendimento do Plano (IAP); ii) Índice de Qualidade do Plano (IQP); iii) Índice do Potencial do Plano (IPP) e iv) Índice de Complexidade do Plano (ICP). Por meio dos resultados obtidos, foi possível avaliar que o Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos em Mossoró-RN, realizado em 2012, não atende ao conteúdo mínimo exigido pela legislação vigente, sendo obtidos índices aquém do limite mínimo esperado. O PMSB, eixo de resíduos sólidos, aprovado em 2019, obteve melhor desempenho na avaliação: IAP igual a 18, IQP igual a 73, equivalente a 57,93% do valor máximo desse índice; o ICP somou nota igual a 98,5, equivalente a 57,60% do valor máximo; e o IPP foi igual a 115,5, equivalente a 59,23% do valor máximo do índice exigido. Entretanto, a pontuação obtida ainda é considerada inadequada. Portanto, ressalta-se que quando da revisão do plano mais recente, faz-se necessário apresentar o planejamento para consórcios intermunicipais, regulação para os serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos e definição dos passivos ambientais, os quais não foram identificados no PMSB, eixo de resíduos sólidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plano de saneamento setorial. Limpeza urbana. Plano municipal de saneamento básico. Indicadores.

### INTRODUÇÃO

De acordo com o art. 3º da Lei Federal nº 14.026/2020, que atualiza a Lei Federal nº 11.445/2007, saneamento básico “é um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: i) abastecimento de água potável; ii) esgotamento sanitário; iii)

limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas” (BRASIL, 2020).

De acordo com o art. 23 do Decreto Federal nº 7.217/2010, que regulamentou a Lei Federal nº 11.445/2007, o titular dos serviços formulará a respectiva política pública de saneamento básico, devendo, para tanto, elaborar os planos de saneamento básico, de maneira participativa (BRASIL, 2010). O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é o principal instrumento da Política Municipal de Saneamento Básico, contemplando os 4 eixos supracitados, incluindo os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

No caso do eixo de manejo de limpeza urbana e resíduos sólidos, foco desta pesquisa, além do marco legal de saneamento, chama-se atenção para a Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e dispõe, dentre outros aspectos, sobre princípios, objetivos e instrumentos pertinentes a esta temática.

Dentre os instrumentos da PNRS, destaca-se os planos de resíduos sólidos. São planos de resíduos sólidos, de acordo com o art. 14 da PNRS: o plano nacional de resíduos sólidos, os planos estaduais de resíduos sólidos, os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, os planos intermunicipais de resíduos sólidos, os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos e os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Na esfera municipal, destaca-se a necessidade de elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS). De acordo com o art. 18 da PNRS, a elaboração do PMGIRS é condição para os municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (BRASIL, 2010).

De acordo com a Lei Federal nº 12.305/2010, existem três situações importantes:

1. Está facultada aos municípios a inclusão do PMGIRS como parte do PMSB, mas, desta forma é preciso que o município tenha um único plano atendendo tanto a Lei Federal nº 11.445/2007 quanto a Lei Federal nº 12.305/2010;
2. Caso o município participe de consórcio público, a legislação permite a elaboração de um Plano Intermunicipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PIGIRS), o que



significa que o referido instrumento deve se estender aos municípios consorciados. Sendo que, o conteúdo mínimo estabelecido no art. 19 da Lei Federal nº 12.305/2010 seja atendido;

3. Direcionada aos municípios com população de até 20 mil habitantes. Nestes casos, a legislação faculta a elaboração do Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, de acordo com o art. 51 do Decreto Federal nº 7.404/2010, que regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Cabe destacar que os serviços de manejo de resíduos sólidos ainda se constituem em um grande desafio na maioria dos municípios brasileiros. No Brasil, apesar do índice de cobertura da coleta dos resíduos sólidos urbanos (RSU) perfazer 92%, 40,5% dos RSU ainda são dispostos de maneira ambientalmente inadequada, seja em lixões ou aterros controlados. Esse cenário ainda é mais crítico na região Nordeste, onde apenas 32,9% dos RSU são dispostos em aterros sanitários (ABRELPE, 2020, p. 20-21).

Na maioria das realidades, os municípios carecem de políticas públicas para efetividade das ações que foram pensadas no âmbito dos planos de resíduos sólidos do município. Diante deste contexto, embora os planos de resíduos sólidos sejam um instrumento balizador para o município, muitos deles ainda carecem da visão da elaboração desses documentos como uma possibilidade concreta de transformação da realidade local e participação dos diversos atores locais.

Considerando a existência do Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos e do Plano Municipal de Saneamento Básico de Mossoró-RN; e dada a importância dos planos municipais na área de manejo de resíduos sólidos, esta pesquisa teve por objetivo avaliar esses documentos existentes no município em questão. Desta forma, diante da necessidade de revisão e atualização desses documentos, de forma periódica, justifica-se a importância desta pesquisa, como forma de avaliá-los, na perspectiva de indicar fragilidades, apontar melhorias e, assim, auxiliar os gestores municipais neste processo.

Dentro deste contexto, por meio deste estudo, objetivou-se avaliar os planos do município de Mossoró-RN, quanto ao eixo do serviço de manejo de resíduos sólidos, indicar as fragilidades dos planos, apontar melhorias para as fragilidades indicadas e auxiliar os gestores municipais da revisão dos planos.

## METODOLOGIA

### ÁREA DE ESTUDO

O município de Mossoró – RN está situado no semiárido do Nordeste brasileiro. Possui uma área territorial de 2.099,33 km<sup>2</sup> e consta de uma população estimada de 300.618 habitantes (IBGE, 2021). Mossoró é o segundo município mais populoso do RN, e tem sido destaque nacional por conta do seu crescente processo de urbanização e desenvolvimento econômico, principalmente devido à exploração do petróleo, indústria salineira e construção civil. Com isso, há uma quantidade considerável na geração de resíduos, o que acarreta problemas referentes ao seu gerenciamento (SILVA; MORAIS, 2015, p. 1).

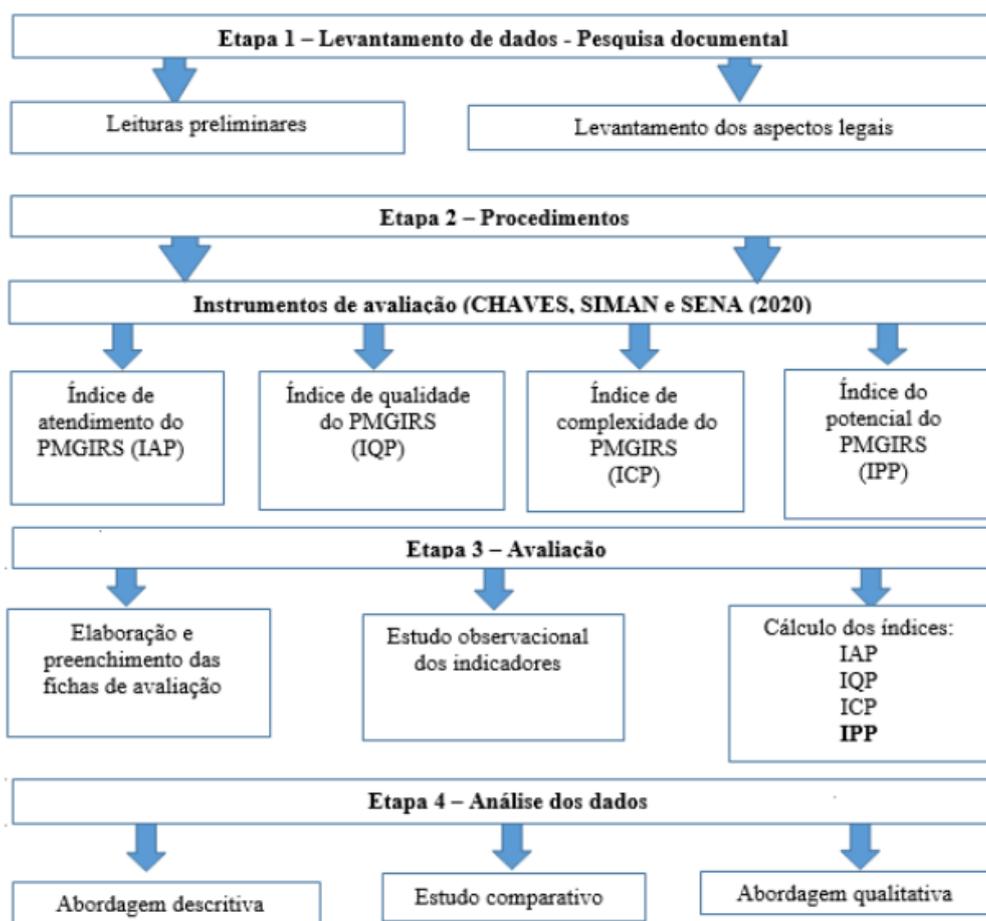
Conforme dados da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR) para o ano de 2014, 55.000 toneladas/ano de resíduos sólidos domiciliares/comercial foram depositadas no aterro sanitário municipal, representando assim aproximadamente 150 toneladas/dia. Já a coleta seletiva totalizou 901,5 toneladas/ano de resíduos recicláveis (MOSSORÓ, 2016, p 330).

Neste contexto de grande contingente populacional, foi elaborado o Plano Diretor (2006) e, em seguida, os demais planos que sucedem com a finalidade de cumprir legislações ambientais e de saneamento. É o caso do Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos (2012) e do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (2019). Estes dois planos que foram avaliados neste estudo, de acordo com as etapas metodológicas detalhadas a seguir.

### ETAPAS METODOLÓGICAS

Esta pesquisa contemplou quatro etapas metodológicas principais, ilustradas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1: Etapas metodológicas.



PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Fonte: Autoria própria, 2021.

## LEVANTAMENTO DE DADOS

A etapa de levantamento de dados inclui a pesquisa documental. Nesta etapa foi realizada a análise dos documentos, tanto o Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos quanto o PMSB, eixo de manejo de resíduos sólidos, de Mossoró.

## PROCEDIMENTOS

Os procedimentos do estudo se embasam em ferramenta elaborada e proposta por Chaves, Siman e Sena (2020). Foram avaliados quatro índices: Índice de Atendimento do PMGIRS (IAP), Índice de Qualidade do PMGIRS (IQP), Índice de Complexidade do PMGIRS (ICP) e Índice do Potencial do PMGIRS (IPP).

O estudo de Chaves, Siman e Sena (2020, p. 2) teve como objetivo desenvolver uma ferramenta de avaliação dos PMGIRS, por meio de índices e indicadores. Realizou-se a

aplicação da ferramenta com a mesma definição de indicadores utilizada por Chaves, Siman e Sena (2020, p. 6-9) para avaliar dois planos: o Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos e o PMSB, eixo de manejo de resíduos sólidos.

A avaliação foi realizada considerando os seguintes indicadores: participação da sociedade; grupo de sustentação; divulgação do plano; comitê diretor do plano; diagnóstico dos resíduos; procedimentos de gerenciamento de resíduos; áreas para disposição final; consórcios intermunicipais; elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e logística reversa; compatibilidade com outros planos; revisão periódica do plano; desempenho operacional e ambiental; qualificação dos envolvidos com o plano; educação ambiental; inclusão de catadores; valorização dos resíduos; regulação dos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos (SLPMRS); elaboração de metas; responsabilidades do poder público; passivos ambientais; ações de prevenção e correção.

No final da avaliação desses indicadores, foram calculados: o IAP, IQP, ICP e IPP. Tais indicadores se fundamentam nas exigências da PNRS, tendo como foco o conteúdo mínimo para elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), (BRASIL, 2010, art. 19).

## AVALIAÇÃO

Cada indicador foi avaliado por três critérios, da mesma forma que foi procedida a avaliação de Chaves, Siman e Sena (2020, p. 10), apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Critérios de avaliação de indicadores.

Critério	Avaliação	
	Atendimento	Realizado
	Não realizado	0
Suficiência	Abordagem suficiente	2
	Abordagem insuficiente	1
Condição	Ruim	1
	Regular	2
	Bom	3

**Fonte:** adaptado de Chaves, Siman e Sena (2021).

A nota parcial dos indicadores se dá pelo produto de cada critério, resultando em 5 valores possíveis. Com a quantificação dos indicadores a ferramenta de avaliação do PMGIRS foi concebida por quatro índices complementares, de acordo com Chaves, Siman e Sena (2020, p.10):

• IAP – avalia os PMGIRS em função do atendimento ao conteúdo mínimo exigido pela PNRS e terá pontuação obtida pelo resultado da soma das notas obtidas para o critério de atendimento de cada indicador;

• IQP – avalia a qualidade do plano com relação a qualidade das informações presentes no seu conteúdo e é obtido pelo resultado da multiplicação das notas parciais de cada indicador;

• ICP – avalia o plano em função da complexidade, do tempo e dos recursos gastos com cada item durante sua elaboração. É obtido pelo resultado por meio da multiplicação dos valores do IQP pelos fatores de ponderação de cada indicador (Peso 1 – P1);

• IPP – avalia o plano de acordo com seu potencial de implementação e na continuidade das ações na troca da gestão política e gerencial do município. É obtido pelo resultado da multiplicação do IQP pelos fatores de ponderação de cada indicador (Peso 2 – P2). Ressalta-se que o fatores de ponderação foram definidos a partir do consenso dos especialistas, de acordo com estudo realizado por Chaves, Siman e Sena (2020, p.10).

## REGISTRO E DISCUSSÃO

As discussões baseiam-se por uma análise do conteúdo observado em cada plano, considerando os indicadores e os critérios atendidos ou não, de forma suficiente ou insuficiente, bem como a condição avaliada como boa, regular ou ruim. Considerou-se ainda, nesta análise, que o resultado do IAP foi considerado com bom desempenho caso tenha atingido nota máxima igual a 21 pontos, critério considerado por Chaves, Siman e Sena (2020, p.11) para municípios com mais de 20 mil habitantes. Assim, por meio desse resultado, pode-se avaliar se o PMGIRS atende as exigências mínimas contidas na legislação. Já os índices IQP, ICP e IPP possuem notas máximas de 126, 171 e 195, respectivamente. E para serem avaliados com um bom desempenho, é necessário que eles atinjam o percentual a partir de 67% do valor máximo de cada índice.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### AVALIAÇÃO DO PLANO DE SANEAMENTO SETORIAL - LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Ao analisar a ficha de avaliação dos indicadores referente ao plano, observa-se que 11 dos 21 indicadores não foram atendidos, evidenciando pontos de fragilidade. Tais indicadores são: participação da sociedade, grupo de sustentação, divulgação do plano, comitê diretor, área



para disposição final, consórcios intermunicipais, revisão periódica do plano, qualificação dos envolvidos com o plano, regulação do SLPMRS, responsabilidades do poder público, ações de prevenção e correção.

De acordo com as informações presentes no Plano de Saneamento Setorial – Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos de Mossoró-RN não houve nenhum tipo de processo participativo como eventos públicos e canais de comunicação foram descritos na elaboração do plano.

Também não foi apresentado nenhum grupo de sustentação responsável por coordenar, orientar e acompanhar a elaboração das atividades a serem desenvolvidas. Não houve divulgação do plano, não sendo utilizadas nenhuma ferramenta de comunicação e acesso a informações sobre os eventos previstos durante a construção deste. Também não foi citada a presença de um comitê diretor de caráter técnico e papel executivo para operacionalizar o processo de elaboração do plano, garantindo bom andamento do processo.

Ainda considerando as vulnerabilidades apresentadas pelos indicadores não atendidos, observa-se que o plano não menciona possíveis áreas que futuramente serviriam para disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, bem como não foram apresentadas possibilidades de implantar soluções consorciadas ou compartilhadas com outros municípios.

O plano também deixou a desejar no ponto que trata sobre a revisão periódica, ou seja, não foi estabelecido um mecanismo de monitoramento e acompanhamento no período de 4 anos após a apresentação e antes da revisão e os responsáveis por sua implantação. Durante a elaboração do plano não foi realizado nenhum curso de capacitação que pudesse qualificar seus envolvidos.

Quanto ao não atendimento a regulação do SLPMRS, não foi definido um sistema de cálculos dos custos de prestação dos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos, sendo apresentadas apenas estimativas de investimento de projetos. Não foram descritas quais seriam as responsabilidades do poder público local na coleta seletiva e logística reversa. Por fim, não foram definidos os responsáveis por controlar e monitorar possíveis situações de emergência, para identificar riscos e estabelecer procedimentos de prevenção.

De acordo com a ficha de avaliação 1 (Tabela 2), é mostrado o panorama de avaliação dos índices no Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos de Mossoró-RN.

**Tabela 2:** Ficha de avaliação 1: Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos de Mossoró-RN.

Indicador	ATD <sup>1</sup>	SUF <sup>2</sup>	COM <sup>3</sup>	IQP <sup>4</sup>	P1 <sup>10</sup>	ICP	P2 <sup>11</sup>	IPP
	0 = Não 1 = Sim	1 = não suf. 2 = suf.	1 = Ruim 2 = Regular 3 = Bom	ATENDIDO x SUFICIENTE x CONDIÇÃO	(ICP)	IQP x P1	(IPP)	IQP x P2
1 - Participação da sociedade	0			0	1,5	0	2	0
2 - Grupo de Sustentação	0			0	1	0	2	0
3 - Divulgação do PMGIRS	0			0	1	0	1,5	0
4 - Comitê diretor do PMGIRS	0			0	1	0	1,5	0
5 - Diagnóstico dos resíduos	1	2	3	6	2	12	1,5	9
6 - Procedimentos gerenciamento de resíduos	1	2	3	6	2	12	1,5	9
7 - Áreas para disposição final	0			0	2	0	1,5	0
8 - Consórcios intermunicipais	0			0	1,5	0	1,5	0
9 - Elaboração de PGRS <sup>8</sup> e logística reversa	1	1	2	2	1	2	1	2
10 - Compatibilidade com outros planos	1	2	3	6	1,5	9	1,5	9
11 - Revisão periódica do PMGIRS	0			0	1	0	1,5	0
12 - Desempenho operacional e ambiental*	1	2	1	2	1,5	3	2	4
13 - Qualificação envolvidos com PMGIRS*	0			0	1	0	1,5	0
14 - Educação Ambiental	1	1	1	1	1,5	1,5	2	2
15 - Inclusão de catadores	1	2	3	6	1,5	9	1,5	9
16 - Valorização dos resíduos*	1	1	2	2	1,5	3	1,5	3
17 - Regulação do SLPMS <sup>9</sup>	0			0	1,5	0	2	0
18 - Elaboração de metas	1	1	2	2	1,5	3	1,5	3
19 - Responsabilidades do poder público	0			0	1	0	1,5	0
20 - Passivos ambientais	1	1	1	1	1,5	1,5	1	1
21 - Ações de prevenção e correção*	0			0	1	0	1	0
<b>IAP<sup>4</sup></b>	<b>10</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>IQP<sup>5</sup></b>				<b>34</b>	-	-	-	-
<b>ICP<sup>6</sup></b>						<b>56</b>	-	-
<b>IPP<sup>7</sup></b>								<b>51</b>

<sup>1</sup>Atendimento; <sup>2</sup>suficiência; <sup>3</sup>condição; <sup>4</sup>Índice de Atendimento do Plano; <sup>5</sup>Índice de Qualidade do Plano; <sup>6</sup>Índice de Complexidade do Plano; <sup>7</sup>Índice do Potencial do Plano; <sup>8</sup>Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGR); <sup>9</sup>Serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos (SLPMRS). <sup>10</sup>Peso 1 indicadores menos importantes; <sup>11</sup>Peso 2 indicadores muito importantes (P1 e P2 obtidos por consenso entre os especialistas.) \*são indicadores avaliados por municípios com mais de 20 mil habitantes.

**Fonte:** adaptado de Chaves, Siman e Sena (2021).

Considerando as fragilidades apresentadas no plano e os valores apresentados na ficha de avaliação 1 (Tabela 1), o IAP somou nota igual a 10. Como esse valor está abaixo do valor máximo (21 pontos), pode-se dizer que o Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e

Manejo dos Resíduos Sólidos de Mossoró-RN não teve bom desempenho. O IQP foi avaliado com nota final igual a 34, que corresponde a 26,98% do valor máximo desse índice. Já o ICP totalizou nota igual a 56, correspondendo a 32,75% do valor máximo desse índice e o IPP obteve nota 51, correspondendo a 26,15% do valor máximo desse índice. Portanto, todos os índices contabilizaram valores percentuais abaixo de 67% do valor máximo, mostrando que o desempenho do Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos de Mossoró-RN é considerado inadequado.

#### AVALIAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PMSB), EIXO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Ao analisar a ficha de avaliação 2 (Tabela 3) dos indicadores referentes ao PMSB, eixo de manejo resíduos sólidos de Mossoró-RN, observou-se que 3 dos 21 indicadores não foram atendidos, destacando que mesmo com as melhorias apresentadas no PMSB em relação ao Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos ainda existem pontos de fragilidade no plano, quanto ao eixo de manejo de resíduos sólidos, que necessitam de aperfeiçoamento. Tais indicadores são: consórcios intermunicipais, regulação do SLPMRS e passivos ambientais.

De acordo com as informações presentes no PMSB de Mossoró-RN não foi planejado realizar consórcios intermunicipais, o que é recomendado pela PNRS para minimizar as problemáticas de gestão integrada dos resíduos sólidos. No referido documento não há nenhuma menção a este tipo de associação com outros entes federativos. Também não se constatou a existência de regulação do SLPMRS, ou seja, o plano não apresenta nenhum sistema ou planilha para calcular custos ou descrever como deveria ser feita a cobrança dos serviços.

Não foram apresentados os passivos ambientais. Assim, não houve definição das fases de planejamento, orçamento e acompanhamento das medidas de saneamento, nem os prazos e cálculos para as ações. De acordo com a ficha de avaliação 2 (Tabela 3), é mostrado o panorama dos índices no PMSB de Mossoró-RN, eixo de manejo de resíduos sólidos.

**Tabela 3:** Ficha de avaliação 2: Plano Municipal de Saneamento Básico, eixo de manejo de resíduos sólidos, de Mossoró-RN.

Indicador	ATD <sup>1</sup>	SUF <sup>2</sup>	COM <sup>3</sup>	IQP <sup>4</sup>	P1 <sup>10</sup>	ICP	P2 <sup>11</sup>	IPP
	0 = Não 1 = Sim	1 = não suf. 2 = suf.	1 = Ruim 2 = Regular 3 = Bom	ATENDIDO x SUFICIENTE x CONDIÇÃO	(ICP)	IQP x P1	(IPP)	IQP x P2
1 - Participação da sociedade	1	2	2	4	1,5	6	2	8
2 - Grupo de Sustentação	1	2	3	6	1	6	2	12
3 - Divulgação do PMGIRS	1	2	3	6	1	6	1,5	9
4 - Comitê diretor do PMGIRS	1	2	3	6	1	6	1,5	9
5 - Diagnóstico dos resíduos	1	1	3	3	2	6	1,5	4,5
6 - Procedimentos gerenciamento de resíduos	1	2	3	6	2	12	1,5	9
7 - Áreas para disposição final	1	2	1	2	2	4	1,5	3
8 - Consórcios intermunicipais	0	0	0	0	1,5	0	1,5	0
9 - Elaboração de PGRS <sup>8</sup> e logística reversa	1	1	2	2	1	2	1	2
10 - Compatibilidade com outros planos	1	2	3	6	1,5	9	1,5	9
11 - Revisão periódica do PMGIRS	1	2	3	6	1	6	1,5	9
12 - Desempenho operacional e ambiental*	1	2	3	6	1,5	9	2	12
13 - Qualificação envolvidos com PMGIRS*	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5
14 - Educação Ambiental	1	2	1	2	1,5	3	2	4
15 - Inclusão de catadores	1	2	3	6	1,5	9	1,5	9
16 - Valorização dos resíduos*	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
17 - Regulação do SLPMRS <sup>9</sup>	0	0	0	0	1,5	0	2	0
18 - Elaboração de metas	1	2	2	4	1,5	6	1,5	6
19 - Responsabilidades do poder público	1	1	2	2	1	2	1,5	3
20 - Passivos ambientais	0	0	0	0	1,5	0	1	0
21 - Ações de prevenção e correção*	1	2	2	4	1	4	1	4
<b>IAP<sup>4</sup></b>	<b>18</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>IQP<sup>5</sup></b>				<b>73</b>	-	-	-	-
<b>ICP<sup>6</sup></b>						<b>98,5</b>	-	-
<b>IPP<sup>7</sup></b>								<b>115,5</b>

<sup>1</sup>Atendimento; <sup>2</sup>suficiência; <sup>3</sup>condição; <sup>4</sup>Índice de Atendimento do Plano; <sup>5</sup>Índice de Qualidade do Plano; <sup>6</sup>Índice de Complexidade do Plano; <sup>7</sup>Índice do Potencial do Plano;

<sup>8</sup>Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGR); <sup>9</sup>Serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos (SLPMRS).

<sup>10</sup>Peso 1 indicadores menos importantes; <sup>11</sup>Peso 2 indicadores muito importantes (P1 e P2 obtidos por consenso entre os especialistas.) \*são indicadores avaliados por municípios com mais de 20 mil habitantes.

**Fonte:** adaptado de Chaves, Siman e Sena (2021).

Ao analisar a ficha de avaliação 2, observou-se que o PMSB também apresenta fragilidades. O IAP do plano somou nota igual a 18, estando abaixo da nota máxima definida. Assim, pode-se concluir que o PMSB de Mossoró-RN, quanto ao eixo de manejo de resíduos sólidos, não obteve bom desempenho. O IQP deste plano alcançou nota igual a 73, o que é equivalente a 57,94% do valor máximo desse índice; o ICP obteve nota igual a 98,5, equivalente a 57,60% do valor máximo; e o IPP foi igual a 115,5, equivalente a 59,23% do valor máximo do índice exigido. Os valores percentuais calculados apontam que o PMSB de Mossoró-RN também apresenta desempenho inadequado, pois estão abaixo de 67%.

#### COMPARATIVO ENTRE AS FICHAS DE AVALIAÇÃO DOS PLANOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Uma análise comparativa entre as fichas de avaliação dos planos permitiu constatar que o PMSB, quanto ao eixo de resíduos sólidos, apresenta ganhos em relação ao plano anterior. Entre as potencialidades apresentadas tem-se a participação da sociedade; grupo de sustentação e comitê diretor na elaboração do plano, sendo feita sua divulgação; adequação de áreas favoráveis para a disposição final de rejeitos; revisão periódica do plano e qualificação dos envolvidos em sua produção. Também foram definidas a participação e responsabilidade do poder público quanto as ações explícitas no plano. E, por fim, foram descritas ações de prevenção e correção para o PMSB.

É importante ressaltar que o PMSB, quanto ao eixo de resíduos sólidos, traz ganhos em relação ao plano anterior, mas não contempla na íntegra o conteúdo mínimo exigido pelas Leis Federais nº 11.445/2007 e 12.305/2010. Algumas lacunas não foram preenchidas e precisarão ser implementadas ações para suprir as necessidades do plano quando de sua revisão periódica. É necessário que o PMSB de Mossoró-RN aponte definições por meio de ações e práticas acerca da regulação do SLPMS e dos passivos ambientais.

Torna-se também imprescindível apontar uma projeção para a realização de consórcios intermunicipais, como forma de possibilitar ações conjuntas com outros entes federativos, o que poderá ampliar a eficácia das ações integradas no que concerne ao eixo de resíduos sólidos.

Sugere-se, quando da atualização do PMSB, no eixo de manejo de resíduos sólidos, que sejam considerados os pontos apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Sugestões de melhorias para o Plano Municipal de Saneamento Básico, eixo de manejo de resíduos sólidos, de Mossoró-RN.

Ação	Caráter estrutural das ações
Projeção de consórcios intermunicipais	Prever atividades de cunho local para execução pelo município de forma isolada e regionalmente, por meio de soluções consorciadas ou compartilhadas, a partir de estudos realizados com o objetivo de identificar as afinidades físicas, sociais, econômicas e políticas.
Apresentar regulação do SLPMS	Definir uma sistemática para a cobrança dos serviços: planilha de custos, envolvendo custeio, capital e investimentos, apresentando as seguintes ações: diferenciação social de taxas e/ou tarifas.
Projetar os passivos ambientais	Planejar medidas saneadoras cabíveis para erradicação dos passivos ambientais para serem executadas em cada área onde se identificou contaminação, definindo fases de planejamento, orçamento e acompanhamento das medidas saneadoras e com os prazos definidos, considerando os recursos humanos, técnicos e logísticos, assim como eventuais serviços de terceiros.

Fonte: Autoria própria (2021).

A partir dessas adequações, outros estudos avaliativos podem ser desenvolvidos, trazendo resultados mais positivos acerca do referido instrumento de aplicação das medidas de saneamento no eixo resíduos sólidos em Mossoró-RN.

A avaliação e a comparação entre as fichas de avaliação 1 e 2 permitiram analisar que o PMSB de Mossoró-RN é o instrumento que mais atendeu às exigências. No entanto, apresenta fragilidades quando os resultados são comparados com os avaliados Chaves, Siman e Sena (2020a, p. 4) para o PMGIRS de Colatina-ES e de Patos-PB quando utilizaram esta mesma ferramenta.

Tais municípios são de médio porte, Colatina-ES com população de 123.000 habitantes e Patos-PB com aproximadamente 108.000 habitantes. Ambos tiveram uma avaliação satisfatória dos seus planos.

Colatina-ES teve IAP com nota máxima, 21 pontos; IQP calculado em 105, o que corresponde a 83,33%; ICP igual a 141,5, corresponde a 82,75% do valor máximo; e IPP equivalente a 81,79% do valor máximo deste índice. Patos-PB também somou nota máxima para o IAP; IQP igual a 90, o que corresponde a 74,38% do valor máximo para este índice; ICP foi de 122,5, equivalente a 71,64% do valor máximo; e IPP com nota final igual a 135,5, que corresponde a 69,49% do total (CHAVES; SIMAN; SENA, 2020a, p. 7).

Mesmo com pontuação máxima atendida, Chaves, Siman e Sena (2020a) discutem fragilidades dos planos dos referidos municípios com relação aos cálculos dos índices de qualidade, complexidade e potencial. Por exemplo, em Colatina-ES, “um indicador recebeu nota mínima no critério suficiência e alguns indicadores foram avaliados como “regular” ou “ruim” no critério condição” (CHAVEZ; SIMAN; SENA, 2020a, p. 7), o que indica considerar fatores de ponderação e por isso não receber a nota máxima, tendo seu plano considerado como de desempenho regular. Em Patos-PB, o fator de ponderação também foi considerado e por isso o desempenho avaliado como regular.

Para o PMSB de Mossoró-RN, eixo de manejo de resíduos sólidos, o desempenho pode ser considerado abaixo de regular, mediante o não atendimento dos indicadores, que obteve apenas 18 pontos e pelos números obtidos no IQP, que foi 73, equivalente a 57,93% do valor máximo desse índice; o ICP de 98,5, equivalente a 57,60% do valor máximo; e o IPP de 115,5, equivalente a 59,23% do valor máximo do índice exigido. Todos os valores, quando comparados aos de Colatina-ES e Patos-PB, apresentam índices bem abaixo dos referidos municípios.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio deste estudo foi aplicada uma ferramenta de avaliação de planos de resíduos sólidos para o município de Mossoró-RN. Este município apresenta dois documentos a esse respeito: 1) Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos (2012) e 2) e o Plano Municipal de Saneamento Básico (2019), sendo avaliado o eixo de manejo de resíduos sólidos.

Diante da avaliação realizada pode-se concluir que a metodologia desenvolvida por Chaves, Siman e Sena (2020) mostrou-se como um importante recurso de sistematização e avaliação dos planos de resíduos sólidos, considerando os conteúdos mínimos exigidos nas Leis Federais nº 11.445/2007 e 12.305/2010, sendo possível avaliar a qualidade desses documentos e apontar as fragilidades e possibilidades de melhorias.

O Plano de Saneamento Setorial - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos (MOSSORÓ, 2012) não atende ao conteúdo mínimo exigido pelas Leis Federais nº 11.445/2007 e 12.305/2010, porque 10 dos 21 indicadores não são encontrados como itens registrados nos planos, a saber: a sociedade não participa da elaboração, não foi

formado um grupo de sustentação, o plano não apresenta estratégia de divulgação, não foi organizado um comitê diretor, nem mencionada uma disposição final adequada. Também não foi organizado um consórcio intermunicipal, não há previsão de revisão periódica do plano, qualificação dos envolvidos e nem a regulação dos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos. Por fim, nem mesmo as responsabilidades do poder público e as ações de prevenção e correção foram projetadas.

Quanto ao PMSB, no eixo de manejo de resíduos sólidos, traz melhorias significativas quando comparada ao plano anterior, porém ainda apresenta fragilidades a serem sanadas quando da atualização periódica do plano porque 3 dos indicadores não são atendidos: a projeção de consórcios intermunicipais; a regulação dos serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos e previsão dos passivos ambientais.

Para trabalhos futuros, é importante investir em pesquisas que possam dar continuidade ao estudo em questão, que contemplem um levantamento aprofundado acerca dos elementos que deixaram a desejar no Plano Municipal de Saneamento Básico, eixo de manejo de resíduos sólidos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Brasil, 2020.

BRASIL. Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico: **Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007**: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, DF: poder executivo, 05 de janeiro de 2007. Disponível em: [http://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/lei\\_1144507.pdf](http://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/lei_1144507.pdf) Acesso em 05 de mar. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1, p. 29514. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em 10 jan. 2021.

BRASIL. **Lei 14.026 de 15 de julho de 2020**: atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003. Brasília: Poder Legislativo, 2020.

CHAVES, G. L. D; SIMAN, R. R.; SENA, L. G. Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: parte 1. **Eng Sanit Ambient**, v.25, n.1 | jan/fev 2020, 167-179.

CHAVESa, G. L. D et al. Ferramenta de avaliação dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: parte 2. **Eng Sanit Ambient**, v.25, n.1 | jan/fev 2020, 181-195.

MOSSORÓ. **Plano de Saneamento Básico Setorial para a Limpeza Urbana e o Manejo dos Resíduos Sólidos**. Mossoró/RN: Ziguia Engenharia Ltda, 2012.

MOSSORÓ. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Mossoró/ RN**. Prefeitura de Mossoró/ RN: 2019.

MOSSORÓ/PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico de Mossoró. **Diagnóstico Técnico-Participativo** – Produto C. Mossoró/RN: Fev. 2016.

SILVA, A. L. B.; MORAIS, P. A. R. Análise do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no município de Mossoró-RN. In: VI congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – IBEAS. **Anais - Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Porto Alegre: 2015. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/III-004.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

# CAPÍTULO 8

## OS PROCESSOS DE COMBUSTÃO DO LIXÃO A CÉU ABERTO EM SANTA MARIA DO PARÁ E SUAS IMPLICAÇÕES NA SAÚDE DA POPULAÇÃO

**Adegilson Abreu Lima**  
**Railda Neyva Moreira Araújo**  
**Lourivaldo da Silva Santos**

### RESUMO

O trabalho teve por objetivo identificar um problema presente no município de Santa Maria do Pará, buscando relacionar os casos de doenças alérgicas e respiratórias com as constantes queimas de resíduos provindas do lixão do Gavião. A pesquisa foi realizada no município de Santa Maria do Pará com a amostragem de 100 participantes. A metodologia aplicada consistiu em visitas ao lixão para análise visual das condições local; seguidamente foram aplicados questionários eletrônicos mediante a plataforma “Google Forms” e, ainda foi solicitado junto a secretaria de saúde do município, acesso aos dados recolhidos pelas unidades de saúde. Os resultados demonstraram que boa parte da população de Santa Maria do Pará sofre com problemas alérgicos e respiratórios, além de identificar que a fumaça provinda da queima dos resíduos no lixão é incômoda e desencadeia reações como dores de cabeça, irritações, dificuldades na respiração, crises alérgicas e mesmo, o agravamento de disfunções como rinite e sinusite nos indivíduos acometidos por elas, quando em contato ou pela inalação da fumaça. Os dados obtidos na secretaria de saúde revelaram como nos 4 anos do período de 2017 à 2020, a procura por tratamento de doenças no aparelho respiratório e doenças da pele e do tecido subcutâneo têm aumentado, sendo registrados pelas internações realizadas. Portanto, foi concluído que os anos de exposição da população à fumaça da queima de resíduos, instigou o aparecimento de disfunções como problemas alérgicos e respiratórios, diretamente relacionados às condições de degradação da qualidade do ar.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lixão a céu aberto. Resíduos sólidos. Queima de resíduos. Saúde. Meio ambiente.

### INTRODUÇÃO

Desde os primórdios o ser humano extrai da natureza o sustento para sua sobrevivência, utilizando dos recursos naturais como a água, que é a essência da vida; o solo, sobre os quais o homem construiu grandes estruturas no decorrer dos séculos; a fauna e a flora, que forneceram alimentos e matéria para confecções de instrumentos que auxiliariam o homem em sua jornada na superfície terrestre.

Com a evolução e o avanço dos anos, intercorria a necessidade da vivência em sociedade, promovendo a transformação de hábitos e o modo de viver. Assim surgiam as



idades e os novos meios de produção, diversas localidades no mundo acompanhavam e experienciavam o grande processo de expansão. Agora perante as leis do homem, se estabeleciam as responsabilidades e os deveres para com a vida em sociedade. Como consequência do crescimento das áreas urbanas, os recursos naturais foram cada vez mais sendo utilizados, desta vez, para a geração de novos produtos no mercado.

A revolução industrial, retratada como um marco histórico, marcada pelo surgimento de novos meios de produção, visando a quantidade e o pouco tempo útil dos produtos, é fortemente relacionada a intensificação dos problemas ambientais, onde o aumento da escala de produção se tornou fator importante para o crescimento da exploração dos recursos naturais, resultando na elevada geração de resíduos, aliados ao consumo inconsciente da população onde, é observado que a maior parte dos resíduos encontrados nos lixos residências são compostos por embalagens de produtos industriais (BARBIERI, 2017).

Atualmente, o excessivo aumento nas quantidades de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerados, consequentes do acelerado processo de expansão das áreas urbanas e da intensificação do consumo desordenado, se tornaram preocupante por estarem relacionados com o meio ambiente e a saúde da população, isto é, a falta de locais apropriados para sua destinação final e a carência de gerenciamento adequado dos mesmos, representam riscos não somente às localidades onde estão inseridos, mas interferem na qualidade social e ambiental (JACOBI; BESEN, 2011); (AYACH et al., 2012).

A disposição dos resíduos urbanos de forma inadequada e sem controle, resultam na contaminação dos recursos naturais, assim, ocasionando diversos problemas que impactam de forma negativa no ambiente e, por consequência, isso reflete na saúde da população (CORDEIRO; PARSEKIAN, 2011), principalmente daquelas que residem mais próximas a esses locais, que sofrem forte influência devido as condições ambientais, agora em estado de insalubridade e degradação.

Santa Maria do Pará também conhecida como “Cidade Trevo” possui cerca de 26 mil habitantes, localizada no interior do Pará. É um dos municípios que ainda lidam com esse problema, utilizando como disposição final o “lixão do Gavião” (nome dado ao lixão da cidade que se localiza no bairro Cinelândia, também chamado de Gavião) sendo o foco dessa pesquisa.

Diante do exposto, o trabalho teve por objetivo identificar um problema presente no município de Santa Maria do Pará, buscando relacionar os casos de doenças alérgicas e respiratórias com as constantes queimas de resíduos provindas do lixão do Gavião.

## **RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL E OS LIXÕES À CÉU ABERTO**

Os RSU constituem um problema recorrente para a sociedade no mundo todo, são muitos as localidades que enfrentam as contrariedades relacionados a problemática, tanto pelo aumento das quantidades geradas como a complexidade no gerenciamento e destinação final (SILVA et al., 2015). Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004, p.1), define que resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p. 1)

Cordeiro e Parsekian (2011, p. 68) discutem que “nas cidades, cada pessoa pode gerar em média cerca de 1 kg de resíduos por dia. Assim, uma cidade com 100 mil habitantes gera quase 100 toneladas de resíduos por dia”. Seguindo o pensamento de Cordeiro e Parsekian, é evidente a relatividade existente na densidade populacional com a geração de resíduos sólidos, nesse sentido, os grandes centros urbanos são os mais afetados pelo problema.

A consequência envolvida junto aos processos de expansão e o avanço das tecnologias, refletem em padrões de consumo insustentáveis, isto é, os indivíduos que compõe os diversos segmentos da sociedade contemporânea passaram a consumir cada vez mais, onde os produtos são idealizados propositalmente com pouca durabilidade, efeito da produção capitalista e consumista, promovendo o aumento na geração de resíduos (FERREIRA, 2017). Um dos grandes desafios no Brasil compete as adversidades no campo da gestão e gerenciamento de resíduos, surgindo a necessidade na inserção de sistemas de manejo adequados aos impasses relativos de riscos iminentes que os RSU representam ao meio ambiente e a saúde pública (SCHALCH et al., 2002).

Conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil-PRSB (2016) realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais-ABRELPE revelou que o Brasil gerou proximamente 78,3 milhões de toneladas de resíduos durante todo



ano de 2016, compreendido em 214.405 t/dia. Comparado ao registro de 2015, onde a geração atingia 218.814 t/dia, é observado uma queda proporcional a 2,04%. Assim, a taxa de geração per capita de resíduos no país correspondeu a 1,040 kg/hab/dia, desse modo, o brasileiro produziu menos resíduos que o ano anterior, correspondendo a uma queda de 2,9% na quantidade de resíduos gerados por habitantes (ABRELPE, 2016).

Já no período de 2017, o país chegou a gerar o equivalente a 214.868 toneladas de resíduos por dia, havendo um acréscimo de quase 1% (0,82%) em 2018, onde foram registrados a geração proporcional a 216.629 t/dia. Referente a geração per capita, a população brasileira foi responsável por produzir 1,039 kg/hab/dia (ABRELPE, 2018/2019).

Mas no ano de 2020, os dados obtidos mediante a realização do PRSB 2021, demonstraram um aumento significativo na geração de RSU, o Brasil chegou a alcançar aproximadamente 82,5 milhões de t/ano, compreendido na geração de 225.965 t/dia, nesse período o brasileiro gerou 1,07 kg de resíduos por dia. Tal fato pode estar diretamente relacionado à pandemia da COVID-19, em vista das dinâmicas e comportamentos adotados no período, onde os deslocamentos para restaurantes e outros locais, foram substituídos pelo delivery ocasionando na maior geração e descarte de materiais nos lixos residências (ABRELPE, 2021).

A quantidade de resíduos sólidos geradas nos últimos anos explicitam que o aumento no volume de resíduos no país, necessita de atenção das gestões municipais e governamentais para a promoção de gerenciamento e acompanhamento adequado, desde a coleta a sua destinação, pois viabilizam a geração de impactos negativos nas esferas da sociedade, principalmente nas relações ambientais e sociais (VILANOVA NETA, 2011).

Infelizmente, no Brasil várias cidades e municípios não dispõem de áreas adequadas para a destinação final dos resíduos gerados, e como alternativa, ainda que inapropriados, surgem os lixões a céu aberto. A deficiência na obtenção dessas áreas para o manejo dos resíduos, faz com que entidades municipais optem por expedir os RSU a essas localidades, porém, outros fatores incrementam o surgimento e subsistência da destinação ambientalmente irregular. Zanta e Ferreira (2003, p. 2) apontam que:

A predominância dessas formas de destinação final pode ser explicada por vários fatores, tais como: falta de capacitação técnico-administrativa, baixa dotação orçamentária, pouca conscientização da população quanto aos problemas ambientais ou mesmo falta de estrutura organizacional das instituições públicas envolvidas com

a questão nos municípios, o que acaba refletindo na inexistência ou inadequação de planos de GRSU. (ZANTA; FERREIRA, 2003, p. 2)

Até 1989 foram verificados que 88,2% dos municípios brasileiros destinavam os RSU aos lixões a céu aberto. Passados 20 anos, intercorrendo uma progressão observada mediante a realização da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB, 2008) revelando que a taxa de municípios que ainda utilizavam os lixões a céu aberto como destinação final para os RSU era representada por 50,8%; uma diferença de 37,4% na queda percentual se comparado ao registro de 1989, sendo que na região Norte os municípios do estado do Pará se destacaram por 94,4% deles, ainda destinarem os RSU aos lixões a céu aberto (IBGE, 2010).

Segundo ABRELPE (2021), o PRSB 2021 evidenciou um avanço importante no Brasil quanto a destinação dos RSU, enviando 46 milhões de toneladas de resíduos aos aterros sanitários, sendo a maneira ambientalmente mais adequada, correspondendo a 60,2% do total de resíduos coletados que foram destinados corretamente no país no ano de 2020. Mesmo com esse avanço, a quantidade de resíduos enviados aos lixões e aterros controlados que ainda se encontravam em operação no país de forma ambientalmente inadequada, ainda correspondiam a 39,8% e requer atenção (ABRELPE, 2021).

Mesmo com resultados positivos se comparados aos registros anteriores, é observado que as regiões Norte e Nordeste ainda encontram dificuldades na gestão dos RSU, sendo que dos 450 municípios constituintes da região Norte que dispõe de alguma forma de destinação final em seu território, apenas 96 se encontram nas condições ambientalmente adequadas conforme previsto no Plano Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS, enquanto que, no Nordeste, dos 1.794 municípios, apenas 511 possuem destinação final ambientalmente adequada (ABRELPE, 2021).

As adversidades impostas aos lixões que interferem nas condições socioambientais é justo aos impactos ocasionados pela sua existência irregularmente ambiental. Os lixões são caracterizados pela deposição de resíduos desordenada, sem compactação ou cobertura, portanto, são determinados como “lixão/vazadouro a céu aberto” (CASTILHOS JUNIOR, 2003). Nos lixões são encontrados desde resíduos contaminantes de origem industrial, orgânicos e até mesmo restos de animais, não havendo distinção no descarte de materiais. Logo, são responsáveis por ocasionar a contaminação do solo, dos corpos hídricos subterrâneos e superficiais, do ar, além do surgimento de vetores de transmissão de doenças, deste modo, acarretando a degradação ambiental e visual (CASTILHOS JUNIOR, 2003); (MOTA, 1981).



Os diversos problemas ambientais associados ao lixo também são resultantes do tratamento inadequado ou inexistente nessas áreas, como exemplo, a deposição de resíduos diretamente no solo, a destinação de diversos materiais sem nenhum tratamento prévio ou triagem dos mesmos, e ainda, a queima dos resíduos (FERNANDES, 2018). Assim, no que envolvem os RSU e sua destinação cabe também a sociedade promover as boas práticas sustentáveis para conservação ambiental e redução dos riscos sociais ocasionados por eles.

## **RESPONSABILIDADE CIVIL E LEGISLAÇÃO**

As circunstâncias caóticas observadas anteriormente derivam dos impasses incorporados junto a gestão dos RSU que, por sua vez, são reflexos de padrões e hábitos de consumo adotados por uma sociedade de indivíduos que falseiam a si próprio, transformando supérfluos em necessidades, convertendo-se em um consumo desmedido e controverso (DAS GRAÇAS ROTH, 2008).

Diante do padrão de consumo inconsciente do pós-revolução industrial, existe algo a mais agregado à sociedade, diretamente interligada à consciência ou falta dela, algo que Boff (1999) descreve como “Sintoma da crise civilizacional” que, segundo o mesmo é relatado como “o sintoma mais doloroso, já constatado há décadas por sérios analistas e pensadores contemporâneos, é um difuso mal-estar da civilização. Aparece sob o fenômeno do descuido, do descaso e do abandono, numa palavra, da falta de cuidado” (BOFF, 1999, p. 3)

O indivíduo enquanto cidadão no âmbito do convívio em sociedade possui responsabilidades de condutas e deveres com o meio ao qual se insere, assim, as leis que regem e regulamentam os caminhos para a boa vivência na civilização, também asseguram a proteção e os cuidados com ambiente para a preservação e conservação da qualidade ambiental e bem estar da população.

Nesse contexto, conforme Art. 6º da lei Nº 12.305 de agosto de 2010, constitui-se como parte dos princípios do PNRS, “a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade”, desse modo, cumprindo com “a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010).

A responsabilidade compartilhada se configura como uma etapa importante no gerenciamento de resíduos e determina a inclusão de diversos segmentos sociais na responsabilidade pelo ciclo de vida dos resíduos. Assim, tendo como um dos objetivos



incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental, deste modo, é entendido que o trabalho realizado pelos segmentos, mesmo que de forma individual ou encadeado, se torna fundamental na gestão e reaproveitamento dos RSU, reduzindo os danos ambientais e impactos ocasionados por eles (BRASIL, 2010).

Mas hábitos inconvenientes de disposição inadequada de resíduos como em locais públicos, podendo ser observados nas rodovias, nas ruas e estradas, nas calçadas, praças e outros lugares, ou mesmo, fora do perímetro urbano, no meio ambiente, onde são encontrados explicitamente plásticos, entulhos e outras materiais industrializados jogados pelo chão, demonstram a displicência social, como descreve Boff (1999, p. 4) “um descuido e um descaso pela coisa pública”. Tal fato também evidencia que uma quantidade significativa da sociedade ainda não compreende a relevância da problemática que envolve os resíduos. Esse cenário de degradação visualmente observada se tornou algo tão visível no cotidiano que passa a ser ignorada.

Mucelin e Bellini (2008, p. 114) comentam que:

As atividades cotidianas condicionam o morador urbano a observar determinados fragmentos do ambiente e não perceber situações com graves impactos ambientais condenáveis. Casos de agressões ambientais como poluição visual e disposição inadequada de lixo refletem hábitos cotidianos em que o observador é compelido a conceber tais situações como “normais”. (MUCELIN; BELLINI, 2008, p. 114)

As condições precárias de degradação, mesmo em ambientes modificados pelo homem, sugerem que as pessoas se perderam em ideias e hábitos, que agora correspondem em problemas socioambientais. Conforme Gomes e Soares (2004) o homem enquanto um ser transformador, idealiza a produção e as modificações tendo por finalidade favorecer suas necessidades e alcançar o conforto para sua vivência em sociedade, favorecendo as relações entre homem e ambiente. Por outro lado, as atitudes, a falta de conscientização e o ambiente visualmente observado na sociedade contemporânea, agora remetem à imagem de um ser degradante em desequilíbrio com o meio ambiente. Ainda segundo Boff (1999, p. 4) sobre os sintomas da crise civilizacional, complementa que:

Há um descuido e um descaso na salvaguarda de nossa casa comum, o planeta terra. Solos são envenenados, ares são contaminados, águas são poluídas, florestas são dizimadas, espécies de seres vivos são exterminadas; um manto de injustiça e de violência pesa sobre dois terços da humanidade. Um princípio de autodestruição está em ação, capaz de liquidar o sutil equilíbrio físico-químico e ecológico do planeta e devastar a biosfera, pondo assim em risco a continuidade do experimento da espécie *homo sapiens e demens*. (BOFF, 1999, p. 4)



Seja por descuido, por descaso, por falta de ciência ou motivos distintos, o “lixão do Gavião” recebe diversos resíduos por semana, colaborando com sua subsistência e o agravamento dos impactos ambientais e sociais, assim, contrariando a lei N° 9.605, de 12 fevereiro de 1998, referentes aos crimes ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. No artigo 54 parágrafo 2º é considerado crime e penalizado o “lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos”. Ainda no mesmo artigo, parágrafo 3º, por lei é penalizado “quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível” (BRASIL, 1998).

Ainda na mesma lei, porém referente às responsabilidades dos geradores e do poder público, segundo o artigo 29, “Cabe ao poder público atuar, subsidiariamente, com vistas a minimizar ou cessar o dano, logo que tome conhecimento de evento lesivo ao meio ambiente ou à saúde pública relacionado ao gerenciamento de resíduos sólidos” (BRASIL, 1998).

Apesar das penalidades instituídas pela Legislação Federal, é comumente observado atitudes negligentes no cotidiano, práticas que resultam em grandes consequências que interferem diretamente na saúde da população, como exemplo, a queima de resíduos nos lixões, propiciando a degradação da qualidade do ar, além de sérios danos àqueles que são atingidos pela fumaça. Conforme a lei 12.305 de 2 agosto de 2010, a queima a céu aberto é proibida e configurada como ato criminoso (BRASIL, 2010).

Essas práticas são banalizadas, devidamente impróprias e consistem em penalidades, porém, é incontestável sua existência analisando que em diversas cidades e municípios com presença de lixões, a queima de resíduos a céu aberto ainda é uma realidade e até mesmo uma das principais práticas adotadas.

## **QUEIMA DE RESÍDUOS, MEIO AMBIENTE E SAÚDE**

Dentro das questões que envolvem o percurso no ciclo de gerenciamento dos resíduos nas diversas municipalidades do país com presença de lixões em seu território, é constatado que há semelhanças em suas características de manejo, onde é observado que desde a geração dos resíduos à disposição final, as etapas que constituem esse processo se resumem apenas às atividades de coleta regular, transporte e descarregamento final, geralmente em lugares



escolhidos pela própria gestão com as premissas de distanciamento dos centros urbanos e com vias de acesso ao local (SCHALCH et al., 2002).

Assim como em outros lixões, o Lixão do Gavião recebe diversos tipos de materiais que geram acúmulo em grandes quantidades e, utilizam da queima dos resíduos como estratégia para diminuição do volume e obtenção de capacidade para recepção de novos resíduos. Diversos estudos realizados no país demonstram como a queima de resíduos a céu aberto ainda é a principal prática adotada para reduzir a quantidade de volume, em municípios que dispõe de lixões como destinação final para os RSU, principalmente em municipalidades de pequeno porte.

No PNSB 2008, convém ressaltar as características dos locais aos quais os municípios destinavam os RSU e, é observado que na região Norte o Pará manifestava circunstâncias precárias de descaso, evidenciadas pela ocorrência de que, dos 266 municípios da região Norte que empregavam o método de uso da queima de resíduos a céu aberto, 98 deles são pertencentes ao Pará, sendo a divisão territorial do estado para um total de 144 municípios (IBGE, 2010)

As práticas de redução no volume de resíduos observadas representam riscos em diversos fatores ambientais e sociais. Portanto, é compreendido como um método insustentável e desfavorável (LIMA, 2018), pois, as consequências deste ato podem ser danosas, uma vez que nos processos de combustão são liberados juntos à fumaça substâncias tóxicas e nocivas à saúde humana, além de contribuir para a degradação da qualidade do ar e a intensificação da emissão de gases estufa (OLIVEIRA; MEDEIROS; OLIVEIRA, 2018); (COSTA et al., 2016).

A eclosão de impactos proveniente da queima dos resíduos ocorrem devido os mesmos apresentarem composições químicas próprias, sendo que nos lixões a disposição ocorre sem controle e são encontrados diversos materiais distintos, ou seja, quando submetidos aos processos de combustão intercorrem o surgimento de gases e substâncias tóxicas que são facilmente transportados pelas correntes de vento, tornando o ar mais denso, atingindo a população nas redondezas e culminando no desenvolvimento de problemas respiratórios (GONÇALVES, 2015).

Dentre os gases gerados pela combustão dos resíduos, decorrem do processo o surgimento de dióxido de carbono que, assim como o metano, que se origina da decomposição de resíduos orgânicos, são uns dos responsáveis pelas alterações climáticas. Mas além desses, ocorrem o surgimento de outros gases e dioxinas, entre eles, nitrogênio, enxofre, amônia e



monóxido de carbono, que manifestam a probabilidade do acarretamento de doenças respiratórias e alérgicas, e odores que podem causar mal-estar, cefaleias e náuseas (FERNANDES, 2018); (FERREIRA; ANJOS, 2001).

Os gases, partículas sólidas, metais pesados e outras substâncias tóxicas geradas nesses processos, possuem uma grande capacidade de poluição e representam riscos significativo para o meio ambiente e a sociedade (GOUVEIA, 2012). A mistura dessas substâncias constitui a fumaça que possui uma grande velocidade de propagação no ambiente, sua composição química se dá a partir do material queimado, mas comumente são gerados monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, que ao atingir o organismo humano manifestam efeitos como lacrimejamento e irritação nos olhos, aceleração da respiração e das batidas do coração, intoxicação e asfixia, vômitos e tosse, em alguns casos podendo levar à morte (ABCMED, 2013).

## **METODOLOGIA**

A pesquisa foi realizada no município de Santa Maria do Pará, também conhecida como “Cidade Trevo” com uma população de aproximadamente 26 mil habitantes, localizada no interior do Pará. Foram realizadas vistorias na localidade do bairro Cinelândia, onde se encontra o “lixão do Gavião” (Fotografia 1). A pesquisa foi de caráter quantitativo, dispondo de um questionário estruturado elaborado pelos autores, procedendo de forma online, sendo utilizado a plataforma “*Google Forms*” para sua aplicação. A amostragem contou com cem (100) participantes de bairros distintos de Santa Maria do Pará. Ainda foi solicitado ao secretário de saúde do município, acesso aos dados recolhidos pelas unidades de saúde.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No lixão do Gavião foram realizadas observações com a finalidade de identificar os tipos de materiais dispersados, bem como suas origens, sucedida posteriormente de uma análise visual avaliativa das condições na qual se encontrava o cenário local.

Foi observado no lixão, a presença de diversos materiais que foram despejados diretamente no solo, sem qualquer tratamento ou distinção. Foram encontrados em grandes quantidades resíduos como sacos plásticos, garrafas PET’s, papéis, pneus de borracha, isopor, latas de alumínio, restos de alimentos, papelões, garrafas de vidro, recipientes de produtos químicos e domésticos, entre outros. Ainda foi verificado que, os materiais eram de origens

orgânicas e industriais, havendo em maior quantidade aqueles que provinham das indústrias, visto que, as matérias orgânicas se encontravam decompostas ou em processo de decomposição, como pode ser observado na fotografia 1.

**Fotografia 1:** lixão do gavião no município de Santa Maria do Pará.



**Fonte:** Aatoria própria, 2022.

Nas circunstâncias do local, foram evidenciadas a presença de líquidos de tonalidade escura, que são originados da matéria orgânica em decomposição, conhecidos por chorume ou líquido lixiviado, e representa risco ao meio ambiente, como problemas de contaminação, pois sua composição dispõe de grande capacidade de poluição quando gerado por influência de outros materiais. Perceptivelmente, o mau cheiro proveniente do lixo tornou o local propenso para manifestação de urubus avistados na área, atraídos pela fetidez, como mostrado na fotografia 1. Conforme Dias (1999) o mau cheiro forte e incômodo presente nas proximidades dessas áreas se devem ao processo de decomposição anaeróbica dos resíduos nos lixões, que ocasionam os fortes odores característicos do gás sulfídrico.

## DADOS OBTIDOS COM O QUESTIONÁRIO

Os questionários foram aplicados de forma on-line, com o auxílio da plataforma “Googles Forms”. Essa medida sobreveio como forma de prevenção devido a pandemia da covid-19, assim evitando possíveis riscos de contaminação e/ou transmissão do vírus entre os colaboradores da pesquisa.

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário mostraram os seguintes dados:

Com a pergunta 1, foi verificado a quantidade de indivíduos que residiam no mesmo domicílio e, 37% das respostas apontaram a convivência entre uma a três pessoas no mesmo domicílio, 61% das respostas apontaram a convivência entre quatro à seis pessoas e apenas 2% evidenciaram a convivência com mais de seis pessoas. Foi observado que as residências com 4 à 6 pessoas estão em maior número, portanto, vale ressaltar a possibilidade de haver mais de um indivíduo do grupo de vulneráveis em uma mesma residência.

Na pergunta 2, foi observado que parte dos integrantes convive com a presença de idosos e crianças, que apresentam maior vulnerabilidade para os possíveis riscos que são expostos, principalmente em fatores que envolvem problemas socioambientais que interferem na qualidade da saúde pública (FREITAS et al., 2012). Dos participantes, 22% responderam que convivem apenas com idosos, 38% responderam que convivem apenas com crianças, 7% responderam que convivem com idosos e crianças, e 33% não responderam a essa pergunta.

Os dados demonstraram que 67% dos participantes convivem com pelo menos um idoso, uma criança ou ambos presentes no âmbito familiar. Escobar Baquerizo e Guaman Chisaguano (2018) discutem que os problemas ocasionados pela poluição ambiental como alergias e problemas respiratórios tem aumentado nos últimos anos, desse modo, as crianças, idosos, mulheres grávidas, e pessoas com condições médicas graves constituem o grupo com maior probabilidade de adquirir essas disfunções, portanto, são considerados mais vulneráveis aos riscos.

Na pergunta 3, referente à presença de indivíduos com doenças alérgicas e/ou respiratórias, foi verificado que parte da população sofre com esses problemas. De acordo com os resultados, 69% dos participantes afirmaram a existência de indivíduos que padecem dessas enfermidades em sua residência, 23% negaram a existência de casos, 6% suspeitam haver a presença dessas disfunções e apenas 2% responderam não saberem.



Na pergunta 4, foi analisada a quantidade de pessoas no mesmo domicílio que apresenta esses problemas, e os resultados evidenciaram que 31% dos participantes possuem apenas 1 (uma) pessoa que apresenta esses problemas em sua residência, 25% responderam que possuem a presença de 2 (duas) pessoas, 18% responderam apresentar 3 (três) ou mais pessoas em sua residência e 26% dos participantes não responderam a essa pergunta.

Os dados obtidos mediante as perguntas 3 e 4 revelaram que uma quantidade significativa dos indivíduos apresenta e convive com outras pessoas que também sofrem com problemas alérgicos e respiratórios. Problemas como esses são desencadeados por fatores relacionados às condições ambientais e também por hábitos sociais, entre eles, as partículas nocivas presentes no ar originadas pela queima de materiais, maus hábitos tabácicos da população, a gestão inadequada dos RSU, e as condições das ruas não pavimentadas que levantam poeira no período de verão. Esses agentes são responsáveis pelo surgimento de disfunções na população, é o que afirma Escobar Baquerizo e Guaman Chisaguano (2018).

Comparando as possíveis causas descritas por Escobar Baquerizo e Guaman Chisaguano (2018) com as condições ambientais observadas no município de Santa Maria do Pará, é proposto que os problemas identificados podem estar diretamente e principalmente relacionados com o estado de degradação da qualidade do ar no município, resultante do manejo inadequado dos resíduos e as práticas adotadas na gestão dos mesmos, entre elas, a queima no lixão.

Referente a queima dos resíduos, quando perguntados se a queima no lixão do Gavião é algo comum, na questão 5, os dados obtidos mostraram que 91% dos colaboradores responderam “sim” e apenas 9% responderam “não” a essa pergunta.

Foi observado que a queima de resíduos é comum no lixão do Gavião, assim como em outras localidades no país. Diversos estudos realizados demonstram que essa prática é bastante utilizada e objetiva a redução da quantidade no volume de resíduos. Segundo Silva (2020) a queima de resíduos acaba sendo a única alternativa “viável” para controlar o volume de resíduos em lixões localizados dentro de pequenos municípios, mas ressalta que, o problema no emprego do referido método, consiste na contribuição da prática utilizada para intensificação dos impactos ambientais e riscos à saúde pública.

Mas nos resultados houve oposições quanto a frequência das queimas. Na pergunta 6, quando questionados sobre a frequência que ocorrem a queima no lixão, 53% responderam

mensalmente, 25% responderam semanalmente, 14% responderam diariamente e 8% dos participantes não responderam a essa pergunta. Foi observado que os dados não apontam para um período exato de ocorrência da queima no lixão, portanto, é compreendido que a mesma ocorra em períodos específicos, se intensificando no verão e reduzindo nos períodos chuvosos, não seguindo um padrão para sua ocorrência.

Ainda, foi verificado que a fumaça ocasionada pela queima dos resíduos que provinham do lixão, atinge uma quantidade significativa de pessoas. As respostas obtidas na pergunta 7 apontaram que a fumaça liberada é incômoda, e 85% dos participantes responderam sentirem incômodos, 12% responderam que sentem incômodos às vezes, e apenas 3% responderam não sentirem incômodos pela fumaça. Portanto, mesmo que de forma eventual para alguns, é compreendido que 97% dos participantes sentem incômodos pela fumaça.

Na pergunta 8, foram observados que o contato e/ou inalação da fumaça provoca reações nos indivíduos e, 52% afirmaram sentirem reações advindas da fumaça, 25% manifestaram sentirem apenas às vezes e 23% alegaram não sentirem nada.

Mediante as respostas obtidas na pergunta 8, foi pretendido através da pergunta 9, identificar as principais reações ocasionadas pelo contato com a fumaça. Nos resultados, riscos como coceira ou ardência nos olhos, no nariz ou na pele foram considerados irritações.

Riscos como falta de ar, incômodo ao respirar e dores no peito foram compreendidos como dificuldades na respiração. Por fim, reações como espirros, tosse, coriza e inflamação na garganta, foram limitados a crises alérgicas. A criação das seguintes variáveis foi necessária para melhor compreensão, limitação e organização dos dados, assim, evitando o individualismo de cada resposta ocasionando várias dimensões.

Segundo os resultados, as reações descritas pelos participantes são dores de cabeça, irritações (olhos; nasal; pele), dificuldades na respiração, crises alérgicas e agravamentos de problemas respiratórios (rinite e sinusite). Entre as respostas, as principais variáveis apontadas foram: 27% dos participantes responderam irritações, 22% responderam dores de cabeça, 18% responderam dificuldades na respiração e 33% não responderam a essa pergunta.

Os dados obtidos nas perguntas 7, 8 e 9 revelaram que, além da fumaça originada na queima dos resíduos no lixão do Gavião ser incômoda, ela ainda é responsável pelo desencadeamento de reações nos indivíduos, por meio do contato ou inalação. Gonçalves



(2015) afirma que na queima dos resíduos são liberadas substâncias e gases tóxicos, devido à grande variação de resíduos distintos, onde cada um apresenta sua composição química própria, assim, submetidos ao processo de combustão originam diversas substâncias nocivas à saúde da população.

Convém observar que, a fumaça que atinge e implica na saúde da população é composta pelos gases, partículas sólidas, metais pesados e outras substâncias tóxicas geradas na queima dos resíduos (GOUVEIA, 2012). Conforme Sewell (1978) a inalação ou contato com a fumaça ocasionam riscos à saúde, e até mesmo reações imediatas. Entre os efeitos, a irritação nos olhos e na pele, garganta inflamada, falta de ar, dores de cabeça, náuseas, tonturas e enjoos são algumas das reações eventuais ocasionadas pela fumaça dos resíduos e gases irritantes (GONÇALVES, 2015); (MARQUES, 2014).

Os efeitos descritos por Sewell (1978), Gonçalves (2015) e Marques (2014) corroboram com os dados obtidos na pesquisa, tendo em vista que, 67% apresentaram desenvolvimento de reações como irritação, dores de cabeça, dificuldades na respiração e outras reações quando em contato com a fumaça. Assim, foi analisado que a fumaça tem causado episódios problemáticos, considerando a rápida propagação, a proporção geográfica do município, a localização do lixo em relação à cidade, além das correntes de vento e o tempo no qual o mesmo se encontra em operação, são fatores que correspondem às possíveis causas do agravamento das circunstâncias de degradação da qualidade do ar no município, ocasionando situação propícia para o desenvolvimento de doenças alérgicas e respiratórias na população.

#### DADOS OBTIDOS PELO SISTEMA DE SAÚDE

Foram obtidos junto a Secretaria de Saúde do município os dados de atendimento à população, referentes a internações causadas por doenças alérgicas e respiratórias ocorridas em 4 anos, no período compreendido de 2017 à 2020.

Os dados referentes a doenças no aparelho respiratório se deram em: 267 casos de internações registrados em 2017; 291 casos registrados em 2018; 374 casos registrados em 2019 e 131 casos registrados em 2020, totalizando 1.063 casos registrados entre 2017 a 2020. Foi observado um aumento nos casos de internações de 2017 até 2019, ocorrendo uma queda no ano de 2020, que pode estar relacionada ao período de intensificação da pandemia da COVID-19.

Os dados obtidos pelas unidades de saúde referentes aos casos de internações por doenças da pele e do tecido subcutâneo se deram em: 64 casos de internações registrados em 2017; 32 casos registrados em 2018; 52 casos registrados em 2019 e 65 casos registrados em 2020, totalizando 213 casos de internações entre 2017 a 2020.

O número de internações registrado pela secretaria de saúde demonstrou como a problemática tem se intensificado, atingindo o sistema de saúde do município. Os efeitos permanentes são os que ocasionam maior risco à saúde da população, sendo que a maioria dos indivíduos atingidos pela fumaça não morre de forma imediata à sua exposição, mas, quando em contato frequente, possibilita o desenvolvimento de problemas no organismo como: doenças respiratórias, ataque de maneira gradativa aos órgãos provocando a falha múltipla destes ou outros problemas na pele, como afirma Gonçalves (2015) e Sewell (1978).

Convém destacar que, se parte significativa da população é atingida pela fumaça, o crescimento na procura por atendimento relacionados às doenças decorrentes desse contato tende a aumentar nos próximos anos, devido à exposição da população a substâncias, gases e partículas presentes na fumaça.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em vista dos aspectos observados, é válido concluir que, os anos ao qual a população de Santa Maria do Pará foi exposta à fumaça liberada pela queima dos resíduos no lixão do Gavião, resultou no aparecimento de disfunções como alergias e problemas respiratórios, ou mesmo, o agravamento naqueles que já eram acometidos por esses problemas, visto que, parte significativa da população apresenta em sua residência uma ou mais pessoas que padecem dessas enfermidades, além de uma quantidade relevante de idosos e crianças, que possuem maior vulnerabilidade aos riscos.

As internações por doenças respiratórias e alérgicas obtidas na secretaria de saúde do município, revelam como o problema atinge não somente a população, mas, reflete consequentemente no sistema de saúde público com o aumento na procura por atendimento nas instituições de saúde municipal.

O município possui um sistema de coleta de lixo residencial que ocorre em uma frequência não padronizada. Contudo, não muda o fato de que todos esses resíduos são destinados ao lixão do Gavião sem qualquer tratamento prévio, resultando no aumento do

volume de resíduos, que posteriormente serão queimados, liberando fumaça e substâncias nocivas que atingirão a população, implicando negativamente na saúde dos habitantes do município. Infelizmente, no quadro atual, esse processo se repete na semana/mês seguinte, tornando-se assim, um “ciclo vicioso” até que sejam tomadas as medidas cabíveis para reverter essa situação.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS) e **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016**. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/lancamento-do-panorama-dos-residuos-solidos-nobrasil-2016>. Acesso em: 30 mar. 2022

ABRELPE. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS) e **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>. Acesso em: 01 abr. 2022

ABRELPE. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS) e **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>. Acesso em: 01 abr. 2022

**AS consequências da inalação de fumaça**. AbcMed, 2013. Disponível em: <https://www.abc.med.br/p/336079/as+consequencias+da+inalacao+de+fumaca.htm>. Acesso em: 15 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

AYACH, L. R. et al. **Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos**. Belo horizonte: Caderno de Geografia, v.22, n. 37, 2012.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial**. Saraiva Educação SA, 2017.

BOFF, L. **Saber cuidar: ética do humano - compaixão pela terra**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1999

BRASIL. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm). Acesso em: 15 jan. 2022.

BRASIL. **Lei Nº 12.305, 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. 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: 15 jan. 2022.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. **Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte.** 2003.

CORDEIRO, J. S.; PARSEKIAN, M. P. S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Carlos: Departamento de Produção Gráfica – UFSCar, 2011.

COSTA, T. G. A. et al. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 4, p. 79-86, 2016.

DAS GRAÇAS ROTH, C.; GARCIAS, C. M. A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 13, n. 3, p. 5-13, 2008.

DIAS, M. C. O. **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas.** Fortaleza-CE: Banco do Nordeste, 1999.

ESCOBAR BAQUERIZO, M. J.; GUAMAN CHISAGUANO, B. D. **Alergias Respiratorias y su relación con la Contaminación Ambiental.** Trabalho de Conclusão de Curso, 2018.

FERNANDES, F. G. **Disposição Final dos Resíduos Sólidos da Cidade de Sousa–PB: Impactos Ambientais.** 2018, 40f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Geografia) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras (PB), 2018.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão de resíduos sólidos municipais.** Caderno Saúde Pública. Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001

FERREIRA, M. R. **Impactos ambientais decorrentes da disposição final dos resíduos sólidos no lixão do município de Ipaumirim-CE.** 2017, 53f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Geografia) – Unidade Acadêmica de Geografia, Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras (PB), 2017.

FREITAS, C. M. et al. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1577-1586, 2012.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. **Reflexões sobre qualidade ambiental urbana.** Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, v. 2, n. 2, p. 21-30, 2004.

GONÇALVES, F. S. **Impactos Ambientais Resultantes do Descarte Final dos Resíduos Sólidos no Lixão do Município de São José de Piranhas-PB.** 2015, 58f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Geografia) – Unidade Acadêmica de Geografia, Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras (PB), 2015.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e p perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v.17, n. 6, p.1503-1510. 2012

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: ISBN: 978- 8524041358, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf> Acesso em: 27 nov. 2020.

LIMA, T. S. **Avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos através do sistema de indicadores de sustentabilidade pressão-estado-impacto-reposta (PEIR) no município de Cachoeira dos Índios-PB**. 2018, 41f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e da Natureza, Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras (PB), 2018.

MARQUES, M. P. **Impactos ambientais decorrentes da disposição final dos resíduos sólidos no “Aterro Sanitário” do município de Cajazeiras – PB**. 2014. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Geografia) – Curso de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras (PB), 2014.

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 1981.p. 209- 23

OLIVEIRA, J. A. M.; MEDEIROS, P. C.; OLIVEIRA, C. M. M. Diagnóstico do vazadouro a céu aberto no município de Januária – MG, por meio de dois métodos de avaliação de impacto ambiental. Florianópolis: **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n.1, p. 363 – 374, 2018.

PEREIRA, A. R. et al. **Estudo de caso dos impactos na saúde e bem-estar da população, provocados pela queima dos resíduos sólidos do lixão no município de Xique-Xique, Bahia**. In: Anais... Congresso de educação ambiental interdisciplinar. 2017.

SCHALCH, V. et al. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**. São Carlos, 2002.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: EPU, 1978.

SILVA, A. R. **Saneamento básico no município de Aurora-CE: a coleta e o destino final dos resíduos sólidos**. 2014, 48f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Geografia) – Unidade Acadêmica de Ciências Sociais, Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras (PB), 2014.

SILVA, J. O. **Incidência de doenças causadas pelo impacto ambiental em um lixão no município de Bacabal-Ma**. 2020, 55f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Licenciatura em Ciências Naturais - Biologia) – Coordenação do Curso de Ciências Naturais, Universidade Federal do Maranhão, Bacabal (MA), 2020.

VILANOVA NETA, M. A. **Atlas nacional do Brasil: manejo de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Atlas de saneamento, 2011. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap9.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap9.pdf). Acesso em: 25 de mar. 2022.



ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos**. AB de Castilho Júnior (Coordenador), Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2003.

# CAPÍTULO 9

## IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICO NA CIDADE DE SÃO PAULO FRENTE ÀS PERSPECTIVAS DA NORMA ISO 14.000

**Rodrigo Nicolosi**  
**Romulo Rissardi**  
**Selma Dairan Rodrigues da Silva**  
**Helene Sabbagh Haddad**  
**Amanda Carvalho Miranda**  
**José Carlos Curvelo Santana**  
**Fernando Tobal Berssaneti**

### RESUMO

Uma das alternativas promissoras para redução das emissões de poluentes na cidade de São Paulo é o uso de energia elétrica no setor de transporte público, substituindo os motores de combustão interna de veículos atuais com motores elétricos ou híbridos. A propulsão elétrica tem sido considerada a melhor opção para atingir metas de redução de CO<sub>2</sub> do setor de transportes também em diversos países. O presente artigo comparou dados extraídos de consumo e emissões, dos ônibus a diesel versus os ônibus elétricos, e apresenta uma proposta de implementação dos ônibus elétricos frente as perspectivas da norma ISO. 14.000. Pode-se concluir que haverá uma economia de 1,3 milhões de litro de óleo Diesel e uma redução significativa na emissão dos poluentes Nox e MP com a inserção dos ônibus elétrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** emissão de poluentes; ônibus elétrico; sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

A necessidade global de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de dióxido de carbono no setor de transporte urbano tem impulsionado o estudo e implementação de novas tecnologias.

O setor de transportes é atualmente o mais importante setor para viabilizar a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Vários países, principalmente os europeus, comprometidos com as metas acordadas de redução dos GEE, estão investindo na propulsão elétrica como a melhor estratégia para tais reduções (SILVA & BRASIL, 2020).

Mundialmente, o setor de transportes é o maior desafio para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>. No Brasil, não é diferente. O consumo de diesel que em 2009 era próximo de 45 milhões de m<sup>3</sup>, passou para 60 milhões de m<sup>3</sup> em 2014, um aumento de 33 % em apenas 4 anos. Já em 2015, o setor de transportes representou 49,7% do consumo total de diesel (IEA, 2012; ORSI

et al., 2016). A produção de diesel no mesmo período passou de 42,9 para 49,7 milhões de m<sup>3</sup>, um aumento de 15, 8 % (IBGE, 2021).

Os principais fatores para o crescimento do consumo de diesel no país de 2009 a 2015 foram: crescimento da economia no período, aumento da frota de veículos e subsídio estatal no preço do combustível (IEA, 2012; ORSI et al., 2016).

Entre 1970 e 2010, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) do setor de transporte global aumentaram em 250%, uma taxa significativamente maior do que outros setores (IPCC, 2014). Neste contexto, o transporte rodoviário foi majoritariamente responsável pela emissão de 79% de Monóxido de Carbono (CO), 57% de Óxido de Nitrogênio (NOx), e 71% dos compostos orgânicos voláteis não metânicos (NMCOV) e 60 % do material particulado (MP<sub>10</sub>) das emissões totais do setor (D'AGOSTO, 2015).

Na cidade de São Paulo, a Lei Municipal 14.933 de 2009 prevê a renovação dos ônibus públicos por veículos com tecnologias menos emissoras, com o objetivo de diminuição das emissões de poluentes e de gases de efeito estufa (GEE).

Segundo dados da SPTrans (2021), considerando os coletivos circulantes ou em reserva técnica, a frota total paulistana foi composta por 13.938 coletivos, sendo 84% de ônibus diesel P7 (fabricados a partir de 2012, com sistemas mais eficazes de controle de emissões), 14% de ônibus diesel P5 (mais poluentes, fabricados antes de 2012) e 2% de Elétricos (trólebus ou a bateria, que não emitem por combustão).

Em julho de 2020, havia, respectivamente, 78%, 20% e 2% desses veículos, que totalizavam 14.016 ônibus. Os dados da renovação da frota são estimativas do Monitor de Ônibus SP de acordo com ano de fabricação de cada veículo, por isso, podem diferir do cadastro oficial. De acordo com a SPTrans, estão registrados 12.613 veículos P7 (90% da frota total); 1.107 (8%) de P5; 201 trólebus e 17 a bateria (aproximadamente, 2% de frota não emissora).

Uma das alternativas promissoras para redução das emissões de poluentes na cidade de São Paulo, é o uso de energia elétrica no setor de transporte público, substituindo os motores de combustão interna de veículos atuais com motores elétricos ou híbridos. A propulsão elétrica tem sido considerada como a melhor opção para atingir metas de redução de CO<sub>2</sub> do setor de transportes em diversos países.



Porém vale ressaltar que a substituição de toda uma frota de ônibus movidos a diesel para os movidos a eletricidade causaria um aumento considerável da demanda por eletricidade, causando um impacto considerável na geração de sistema elétrico, transmissão e distribuição. Sendo assim, um estudo dos efeitos causados por essa substituição sob a perspectiva da ISO 14.000 torna-se necessário, de modo a verificar a viabilidade técnica e financeira dessa modificação.

O presente trabalho, visa avaliar os benefícios da implementação dos ônibus elétricos frente aos ônibus a diesel e relacionar as perspectivas de sua implementação frente à norma ISO 14.000 na cidade de São Paulo.

## **REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **ADEQUAÇÃO DOS ÔNIBUS ELÉTRICOS EM RELAÇÃO AS PERSPECTIVAS DA NORMA ISO14.000.**

Sob a perspectiva da ISO 14.000 que tem como principal foco minimizar o dano causado ao meio ambiente, o crescimento da frota de veículos com propulsão elétrica (VE) indica que as próximas décadas serão marcadas pelos impactos de uma frota, provavelmente com menores consumos energéticos e menores emissões de CO<sub>2</sub>.

A estratégia ambiental moderna pressupõe a adoção da Produção Limpa e da Eco inovação, que são as bases do Gerenciamento Ambiental de Alto Desempenho. A estratégia de gerenciamento ambiental propõe controle, redução ou eliminação dos problemas que causam impactos ambientais. Já a Produção Limpa, apresenta um modelo sustentável do ponto de vista econômico, ambiental e social (FROELICH, 2020).

Um dos princípios fundamentais da Produção Limpa é a prevenção de poluição. Como exemplo da ênfase dada pelo modelo de gerenciamento da ISO 14001 no controle de poluição, vejamos a definição de prevenção de poluição dessa norma e da EPA – a agência ambiental norte-americana. Segundo a ISO 14001, prevenção de poluição é o "uso de processos, práticas, materiais ou produtos que evitem, reduzam ou controlem a poluição, os quais podem incluir reciclagem, tratamento, mudanças no processo, mecanismos de controle, uso eficiente de recursos e substituição de materiais". Para a EPA, prevenção de poluição é o "uso de materiais, processos ou práticas que reduzam ou eliminem a geração de poluentes ou resíduos na fonte. (MARTINS et al., 2014).

A melhoria contínua exigida pela ISO 14001 não é garantia de aumento significativo no desempenho ambiental, pois uma empresa poderá adequar-se à norma simplesmente padronizando um modelo de gerenciamento ineficiente. A padronização de procedimentos exigida pela normalização pode fazer com que a empresa assuma como corretos procedimentos tradicionais, de baixo desempenho ambiental, sem qualquer abordagem de Produção Limpa (FROELICH, 2020).

Dentro desse contexto, o corpo gerencial precisa ser formado nessa nova cultura ambiental e, principalmente, precisa acreditar que o caminho para o desenvolvimento sustentável é a eliminação e não o gerenciamento dos impactos ambientais da atividade.

Portanto, é fundamental que uma mudança cultural preceda o processo de implantação do SGA. As empresas precisam adotar a Produção Limpa e a Eco inovação antes de partirem para a certificação da ISO 14001; ou, então, para aquelas já certificadas, precisam adaptar seus SGA's à moderna estratégia ambiental. Caso contrário, o desempenho ambiental poderá até aumentar, mas a um ritmo insuficiente para acompanhar as crescentes exigências da sociedade e do mercado.

## CARACTERÍSTICAS E INFRAESTRUTURA DE CARREGAMENTO DOS ÔNIBUS ELÉTRICOS CIRCULANTES NA FROTA DA CIDADE DE SÃO PAULO.

Existem diversos fabricantes de ônibus elétricos em diversos países como Brasil, EUA, Itália, Japão e China, alguns com modelos e tecnologias consideradas maduras (BYD,2021).

No Brasil são fabricados os ônibus E-BUS da Electra Industrial Ltda ônibus, empresa situada em São Bernardo do Campo, e o BYD- Ebus K9, fabricado pela empresa Chinesa BYD, que possui filiais instaladas nas cidades de Campinas e São Paulo.

Na cidade de São Paulo, o modelo de ônibus elétrico BYD eBus K9, é uma das tecnologias que já está sendo testada, este modelo possui dois motores de 75kW, cada um tendo velocidade máxima de 70KM e um alcance aproximado de 260 kM com uma carga de energia completa. O sistema de carregamento tem uma tensão de alimentação de 380V-60Hz, exigindo uma potência de 60KM com o máximo de corrente elétrica de 126 A (BYD,2021).

As alternativas de armazenamento de energia para o ônibus elétrico e suas formas de recargas são variáveis. Os sistemas de recarga variam desde o uso de supercapacitores, até linhas aéreas instaladas em passagens onde ônibus estão se movendo enquanto carregam suas

baterias. Os modelos mais comuns de recargas consistem em: sistemas de recargas lentos concentrados em estacionamentos de empresas, e o sistema de recargas rápido que são instalados em pontos de embarques e desembarques de passageiros (SEBASTIANI, 2014).

Os sistemas de recarga lenta são compostos por carregadores instalados em área de estacionamento, que são geralmente alimentados por uma rede trifásica de baixa tensão. Esses sistemas são conectados ao veículo por horas até ocorrer a recarga completa das baterias. A Figura 1 mostra um sistema de recarga lenta fabricado pela BYD, que tem um máximo de saída de 80kW, sendo alimentado por uma rede trifásica de 380V (BALDISSERA et al., 2015).

**Figura 1:** Sistema de recarga lenta fabricado pela empresa BYD.



**Fonte:** Adaptado de Baldissera et. al (2015).

Nos sistemas de recarga lenta, o poder de planejamento torna-se mais fácil à medida que todo consumo de energia da rede elétrica é concentrado em um só ponto e tem o uso pré-definido, tornando possível a recarga de veículos em horários fora do pico de circulação. Já os sistemas de recarga rápida são instalados em locais de desembarque de ônibus, estações, de modo que durante a entrada e saída de passageiros no veículo ocorra uma quantidade suficiente de energia para a mudança para a próxima estação de carregamento. Normalmente, os carros são conectados ao sistema de recarga por contatos instalados no telhado do veículo, e durante a recarga do ônibus elétrico o sistema drena a energia, conforme apresentado na Figura 2. (BYD,2021).

**Figura 2:** Sistema de recarga rápida de ônibus elétrico, modelo Fabricado pela Ellectra Bus LTDA.



**Fonte:** Adaptado de Baldissera et. al (2015).

Neste caso o carregamento é feito à noite no estacionamento da empresa para um sistema de recarga lenta. Durante o dia, a recarga é feita em recarga rápida, mantendo o veículo em operação ao longo do dia sem a necessidade de retornar à garagem para recarregar. A desvantagem deste sistema é que durante a recarga rápida necessária a demanda elétrica é distribuída em vários pontos instalados na rede de distribuição elétrica, e tem picos de demanda de energia, o que dificulta o planejamento dos sistemas elétricos, pois são situações de alto consumo de energia em um curto período de tempo (BYD,2021).

Para direcionar as melhores formas de carregamento deve-se levar em consideração aspectos como a rota que será percorrida, altitude, latitude, longitude, estações de embarque e desembarque, além do trecho percorrido.

## **METODOLOGIA**

Para entender os benefícios ambientais e de eficiência energética da substituição da frota do ônibus a diesel para o ônibus elétrico, houve um levantamento de dados junto a empresa que planeja, regulamenta e fiscaliza a operação de ônibus no município de São Paulo, a SPTrans. Foram comparados os consumos de um ônibus que opera com combustível fóssil versus o ônibus elétrico. Também realizou-se uma perspectiva de implementação destes ônibus elétricos na cidade de São Paulo frente as diretrizes e premissas da ISO 14.000.

## DISCUSSÃO E RESULTADOS

### ECONOMIA E GANHOS AMBIENTAIS GERADOS PELA INSERÇÃO DOS ÔNIBUS ELÉTRICOS COMPARADO AOS ÔNIBUS À DIESEL.

Os veículos operados pela SPTrans percorrem em média 200 km/dia e a média de consumo dos veículos a diesel é de 102 litros por dia. Isso representa uma taxa de 1,96 km/L e totaliza um consumo de 1,3 milhões de litros de diesel por dia.

Considerando a taxa de conversão de 10 kWh/L temos um consumo por veículo de 1020 kWh/dia por ônibus. No momento de execução do presente estudo o preço médio do litro de diesel no município é de R\$4,484. Considerando o volume de 1,3 milhões de litros o gasto seria de R\$5,8 milhões diariamente, neste cenário o custo do quilowatt-hora seria R\$0,4484/kWh para o diesel.

O consumo de diesel emite componentes que colaboram com o efeito estufa como NOx, MP e CO<sub>2</sub>. A SPTrans considera a densidade do diesel como 0,84 kg/l, a emissão NOx e MP de 21,23 e 0,355 g/kg de diesel respectivamente

A Tabela 1 apresenta a emissão em 2019 e 2020 dos principais poluentes monitorados pela SPTrans, vale observar que o aumento anual da emissão de CO<sub>2</sub> se deve a introdução de veículos a diesel com sistema ar-condicionado.

**Tabela 1:** Emissão de Nox, MP e CO<sub>2</sub> nos anos de 2019 e 2020.

Poluentes Toneladas	NOx	MP	CO <sub>2</sub>
Ano			
2019	4.036	49,04	1.080.944
2020	3.836	43,83	1.089.868

Fonte: Autor Próprio (2021)

Os ônibus elétricos implantados no município de São Paulo foram fornecidos pela empresa BYD e são do modelo D9W que utiliza o motor 2912TZ-XY-A que tem um consumo médio de 1,3 kWh/km que considerando a média de 200 km/dia o consumo diário é de 260 kWh, em levantamento com a SPTrans foi constatado que a tarifa de energia paga pela empresa é em média R\$0,30936/kWh.

Como o objetivo do município é de efetuar a substituição completa da frota de ônibus a diesel por ônibus elétricos, torna-se relevante a estimativa da economia gerada na operação dos veículos elétricos, considerando a mesma frota de 13.938 veículos o custo diário com energia será de R\$1,1 milhões.

## PLANEJAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DE ÔNIBUS ELÉTRICOS FRENTE A ISO 14.000

Figueiredo (1996), comenta que os Sistemas de Gestão Ambiental estão voltados para o contexto do homem em seu habitat. Dentro desta abordagem, o identificamos como sendo uma atividade integrada de forma que, para termos uma performance ambiental dentro dos padrões estabelecidos para a legislação relativa ao meio ambiente, deve-se atender basicamente os seguintes princípios:

1) Internamente ao processo: - Treinar: assegurando o perfeito entrosamento dentro do processo - Manter vigilância nos sistemas: permitindo o trabalho em condições seguras. - Manter o ambiente limpo e seguro: garantindo a saúde dos técnicos.

2) Externamente ao processo: - Monitorar as emissões de poluentes e consumo de energia elétrica: garantindo a qualidade dos recursos naturais (água, ar e solo) - Informar: garantindo à população o nível de risco da atividade desenvolvida. - Monitorar sistemas externas: evitando danos ambientais.

- Minimizar impacto ambiental: desenvolvendo atividades visando eliminar ou minimizar os requisitos industriais.

O Quadro 1 apresenta os cinco estágios principais para assegurar a melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa SPtrans:

**Quadro 1:** Etapas para um Sistema de Gestão Ambiental.

Etapa 1 – Comprometimento e Definição da Política Ambiental	A empresa deve estabelecer os objetivos e metas a serem atingidas com a inclusão dos ônibus elétricos em maior proporção em sua frota.
Etapa 2 – Elaboração do Plano	- Elencar todos os aspectos e impactos ambientais que as atividades dos ônibus elétricos podem causar. - Cumprir os requisitos legais e corporativos - Traçar objetivos e metas claras - Ter um plano de ação e um programa de gestão ambiental para acompanhar a evolução da inserção dos ônibus elétricos na frota.

Etapa 3 – Implantação e Operacionalização	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimar e Calcular a alocação de recursos</li> <li>- Definir estrutura e responsabilidades</li> <li>-Conscientização e treinamento dos funcionários envolvidos</li> <li>- Comunicação</li> <li>- Documentação do Sistema de Gestão</li> <li>- Controle Operacional – Programa de gestão específico</li> <li>- Resposta às emergencias</li> </ul>
Etapa 4 – Avaliação Periódica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoramento (uso de indicadores)</li> <li>- Ações Corretivas e Preventivas</li> <li>- Registros</li> <li>-Auditorias no Sistema de Gestão</li> </ul>
Etapa 5	Revisão do Sistema de Gestão Ambiental

**Fonte:** Autor Próprio (2021).

Portanto, a substituição dos ônibus a diesel por ônibus elétricos puros tem vantagens econômicas, sociais e ambientais. No aspecto econômico, apesar do custo de aquisição superior do ônibus elétrico, os custos com externalidades, combustível e manutenção são inferiores, levando a sua viabilidade em alguns casos. No aspecto social, alguns benefícios diretos da substituição são a melhoria da qualidade do ar nos centros urbanos e a redução do nível de ruído. No aspecto ambiental, os ônibus elétricos permitem evitar a emissão de CO<sub>2</sub>, oriunda da queima do óleo diesel, além de poluentes locais como o material particulado (MP), CO e NO<sub>x</sub>.

Desta forma o desenvolvimento de normas de Sistemas de Gestão Ambiental para serviços, processos e produtos associa dois movimentos de extrema importância: primeiro a disseminação dos Sistemas de Gestão da Qualidade e de conceitos de controle e qualidade total, segundo: o crescimento das organizações não-governamentais, agências e partidos políticos em torno das questões ambientais. A conjugação desses dois movimentos aumenta pressão sobre as atividades produtivas, para que se organizem, como objetivo de manter o crescimento das atividades econômicas, mediante a adoção de medidas que viabilizem a manutenção de vida saudável presente e futura. Não basta mais a qualidade intrínseca do produto, mas é necessário também que ele seja ambientalmente sadio.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A transição para utilização de fontes de energia limpa com zero emissão no transporte público na cidade de São Paulo, está prestes a ganhar robustez, caso realmente ocorra a eletrificação majoritária da frota de uma das mais importantes cidades brasileiras. Entende-se

que essa substituição quando pautada nas normas ISO 14.000 representa um embasamento eficiente para a redução das emissões atmosféricas e da poluição ambiental.

Portanto, os resultados encontrados indicam que a eletrificação da frota é mais vantajosa. Apesar do alto custo de aquisição dos ônibus elétricos, a utilização de uma frota com fonte de energia limpa garante a redução das concentrações de poluentes atmosféricos e, conseqüentemente, reduz os gastos com morbidades, com combustível (já que a energia elétrica é mais barata e menos poluidora) e reduz os custos com manutenções.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental: Requisitos com orientações de uso.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724: Informação e Documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

BYD - BYD-2015, disponível em: <http://www.byd.com>. Acesso em 01 de junho de 2022.

D'AGOSTO, M. D. A.; OLIVEIRA, C. M.; ASSUMPTÃO, F. D. C. Alternativas energéticas para o transporte público urbano no Rio de Janeiro: uma análise utilizando Inventário de Ciclo de Vida (ICV). **Revista Transportes**, 2014. DOI 10.14295/transportes. v22i1.736.

FIGUEIREDO, M.A.G. **O uso de indicadores ambientais no acompanhamento nos sistemas de gerenciamento ambiental.** Belo Horizonte, vol.6, nº1, p.33- 34. jul.1996

FROEHLICH C. Ações de sustentabilidade com foco ambiental: um estudo de caso em uma indústria química. **Revista Desafio on line.** V.8, n.1, 2020. Disponível em: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/deson/article/view/9243>. Acesso em 15 de Junho de 2022.

IEA. Tracking Clean Energy Progress 2013. **Technology.** [s.l.: s.n.], 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 20 de Dezembro de 2021.

IPCC. AR5 Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. [s.l.: s.n.], 2014. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf). Acesso em 15 de maio de 2022.

MARTINS L.A.J.; CLODOALDO J.; SILVA G.O.; PROENÇA L.G. ISO 14.000 – GESTÃO AMBIENTAL. disponível em: [nKxqWR2dLiIrvQz\\_2014-4-16-14-19-32.pdf](https://nKxqWR2dLiIrvQz_2014-4-16-14-19-32.pdf) (revista.inf.br) Acesso em 21 de Maio de 2022.



MARTINS J., **Eletricidade Sobre Rodas, O Setor Elétrico**, vol. 1, no. 76, p. 158, São Paulo, 2012.

ORSI, F.; MURATORI, M.; ROCCO, M.; COLOMBO, E.; RIZZONI, G. A multidimensional well-to-wheels analysis of passenger vehicles in different regions: Primary energy consumption, CO2 emissions, and economic cost. **Applied Energy**, 2016. DOI 10.1016/j.apenergy.2016.02.039.

SEBASTIANI M.T. Um Modelo de Simulação para Otimização da Alocação de Estações de Recarga para Ônibus Elétricos no Transporte Público de Curitiba, 2015.

SILVA C.P.; BRASIL A.C.M. Avaliação do potencial de economia de energia e redução de emissões de co2 em um sistema de transporte público. **Journal Study and Research in Administration**. - V. 4, n. 1, p. 124-141 - janeiro-abril/2020. DOI: 10.30781/repad.v4i1.9542.

SILVEIRA N.F.N; FARIASA.F. Estudo sobre a normatização ISO 14000 com enfoque em organizações públicas municipais. **XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Vitória/ES – 23 a 26/11/2020**.

# CAPÍTULO 10

## AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS NO BAIRRO DE PALHA SÉ E NO AEROPORTO INTERNACIONAL DA PRAIA DA PRAIA (CABO VERDE)

Nay Cabral  
Antonio Albuquerque  
Sanderson Leitão

### RESUMO

A construção de um novo bairro em Palha Sé (cidade da Praia, ilha de Santiago, Cabo Verde) e a necessidade de se tratarem as águas residuais aí produzidas, suscitaram o interesse no seu reúso no próprio bairro e no Aeroporto Internacional da Praia o que poderia levar a poupanças consideráveis no consumo de água dessalinizada e de custos associados à sua utilização para fins onde não é necessário utilizar água potável. Foi realizada uma estimativa do volume de águas residuais gerado no bairro para 2025, 2030 e 2050, bem como os seus consumos de água potável (para irrigação de espaços verdes e lavagem de áreas pavimentadas) e no aeroporto (para irrigação de espaços verdes, descarga de sanitários, lavagem de pavimentos, arruamentos, pistas, estacionamento, passeios públicos, aeronaves, veículos e equipamentos de apoio e para simulação de combate a incêndios), para o mesmo período. Os resultados mostram, para um horizonte de 25 anos, que 70% (2025), 60% (2035) e 41% (2050) das águas residuais produzidas no bairro, após tratamento superior ao secundário, poderiam ser reusadas em ambos os espaços. A irrigação seria o maior consumidor no bairro (71% (2025), 66% (2035) e 57% (2050)), enquanto as lavagens levariam o maior consumo no aeroporto (84% (2025), 81% (2035) e 81% (2050)). No conjunto, a irrigação e as lavagens em ambos os espaços consumiriam 96% (2025), 95% (2035) e 95% (2050).

**PALAVRAS-CHAVE:** águas residuais tratadas, reúso de águas, aeroporto, bairro, Cabo Verde.

### INTRODUÇÃO

Em países ou regiões com escassez de recursos hídricos, como os da Península Arábica, Norte de África, Sul da Europa, o Semiárido Brasileiro, as soluções para a obtenção de água têm passado por construir obras de transferência de águas superficiais entre bacias hidrográficas (transposição de bacias), usinas dessalinizadoras de água do mar, de águas salobras ou estruturas com vistas ao reúso de águas residuais tratadas (MARECOS DO MONTE; ALBUQUERQUE, 2010; FERREIRA, 2021; MDR, 2022). A gestão sustentável dos recursos hídricos, na qual se inclui a conservação da água, deve incluir o reúso de águas residuais tratadas (ART) e o aproveitamento de águas pluviais, que podem constituir uma estratégia eficiente de conservação de água em regiões de escassez de recursos hídricos, permitindo ainda a



preservação da sua qualidade e reduzindo o impacto ambiental associado à descarga de efluentes.

O reúso de água, quando comparado à dessalinização ou à transposição de águas entre bacias, exige menores custos de investimento, consumo de energia e liberação de gás carbônico. Ademais, constitui-se em uma medida que ajuda à preservação sustentável de águas naturais, ao levar à redução de volumes captados e à diminuição da descarga de residuais em áreas sensíveis, estando, assim, também alinhada com os princípios da economia circular. Esta prática pode representar, igualmente, uma medida de adaptação às alterações climáticas e uma boa prática de gestão da água, para fazer frente ao aumento da frequência e intensidade de períodos de secas e de escassez de água, permitindo aumentar a resiliência dos sistemas. É uma das medidas previstas nos programas de ações do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC, 2021).

Várias organizações internacionais têm alertado para o tratamento adequado de águas residuais e seu reúso como medida de boa gestão da água, redução da poluição hídrica e do solo e combate aos efeitos das alterações climáticas. A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem desenvolvido normas para a proteção da saúde pública, em especial para usos que exigem água com uma qualidade compatível com o consumo humano (OMS, 2013a; OMS, 2013b) e para o uso e eliminação segura de águas residuais (OMS, 2016). A Organização Internacional de Normalização (ISO) tem publicado normas sobre a utilização de águas residuais tratadas para irrigação agrícola e paisagística, de espaços públicos e privados (ISO, 2020a), usos urbanos em sistemas centralizados e descentralizados (ISO, 2017a; ISO, 2017b), usos industriais e para a avaliação do risco para a saúde e para o ambiente (ISO, 2018).

A Organização das Nações Unidas (ONU), defende, no Objetivo 6 dos 17 que definiu para a sustentabilidade nas 17 “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS), que, até 2035, se deve observar o acesso universal e equitativo da água e saneamento para todos e melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição e o volume de águas residuais não-tratadas e aumentando substancialmente a sua reciclagem e reúso (ONU, 2020). As consequências das alterações climáticas, as migrações de populações para o litoral, a rápida expansão das cidades e o crescimento populacional têm agravado a disponibilidade, em quantidade e qualidade, da água a nível global. Em regiões que já sofrem de estresse hídrico elevado haverá grande dificuldade no cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da ONU. A nível



mundial, cerca de 80% das águas residuais não tratadas voltam ao meio ambiente e cerca de 1,8 milhão de pessoas estão expostas a água contaminada nas origens de água utilizadas para consumo humano e animal e para irrigação de culturas comestíveis (UNESCO, 2020). O reúso da água é assim uma oportunidade para atender à crescente necessidade de água para fins urbanos, industriais, agrícolas e para atividades de lazer e turísticas.

Cabo Verde é um arquipélago situado no oceano Atlântico, a cerca de 450 km a oeste da costa do Senegal, constituído por 10 ilhas, 9 das quais habitadas, com uma superfície global de 4.033 km<sup>2</sup>. Ainda que o potencial dos recursos hídricos subterrâneos no arquipélago seja relativamente alto (entre 125 e 170 hm<sup>3</sup>/ano), de acordo com MFP (2013), está estimado que apenas 60 hm<sup>3</sup>/ano são tecnicamente exploráveis em ano médio. Em um ano seco, o valor explorável é de cerca de 44 hm<sup>3</sup>/ano, sendo a exploração atual estimada em 40 hm<sup>3</sup>/ano. A precipitação média do arquipélago é de cerca de 230 mm/ano (CHAVES, 2021).

A ilha de Santiago, onde se localiza a capital, cidade da Praia, apresenta problemas de escassez de água, que são crônicos, inerentes ao seu clima e balanço hidrológico irregular, tendo assim dificuldade em fornecer água em quantidade e qualidade suficientes para os usos mais frequentes que são o abastecimento público e industrial e a irrigação agrícola e de espaços verdes. A maior parte da água para abastecimento público e industrial, bem como para a irrigação, provém de dessalinização da água do mar, com custos elevados para o usuário final. Verifica-se que há utilização desta água tratada para fins menos nobres onde, ao invés, poderia ser utilizada uma fonte de qualidade inferior (p.e. irrigação de espaços verdes e lavagem de arruamentos, áreas pavimentadas, veículos e equipamentos). A água superficial disponível, cujas vazões são mais abundantes na estação das chuvas (entre julho e outubro), é retida em algumas barragens de construção recente e destinadas quase exclusivamente à irrigação agrícola. Nas últimas décadas, devido à inexistência de estruturas para armazenamento de água, o pouco escoamento superficial perdeu-se no mar. As políticas aprovadas recentemente e a legislação publicada na última década, e em preparação, apontam o reúso de água como uma prática que deve ser implementada em Cabo Verde visando combater a escassez de água e o elevado preço da água proveniente de dessalinização.

Na cidade da Praia, o clima é do tipo tropical seco, com uma precipitação média anual de 265 mm, que ocorre quase exclusivamente nos meses de agosto e setembro, sendo a temperatura média anual de 27°C e a evaporação elevada (CMP, 2016; ICS, 2022). Estudos do



IPCC (2022) indicam a temperatura aumentará em 2.5°C até 2100, enquanto a precipitação poderá decrescer em 25% nos próximos 20 a 30 anos. A ilha de Santiago utiliza essencialmente água de usinas de dessalinização para consumo humano e industrial, a qual também é utilizada para lavagens de espaços públicos e equipamentos assim como para a irrigação de espaços verdes e agrícolas, o que não é uma solução sustentável para esses usos e apresenta um custo elevado no que diz respeito à utilização da água para fins não potáveis. Espera-se um aumento do consumo nos próximos anos devido ao crescimento populacional e ao desenvolvimento industrial, agrícola e das atividades turísticas.

No que concerne o nível de legislação e regulamentação publicada em Cabo Verde, observa-se que houve uma evolução significativa nas últimas décadas, tendo sido aprovados diplomas para a gestão eficiente dos recursos hídricos, controle da poluição, regulação dos sistemas de saneamento e reúso da água. O Decreto 82/87, de 1 de agosto (CABO VERDE, 1987a), define normas de garantia de qualidade para evitar a contaminação ou poluição dos recursos hídricos e da propagação de doenças de veiculação hídrica, enquanto o Decreto 168/87, de 31 de dezembro (CABO VERDE, 1987b), estabelece as normas pelas quais se regem os serviços públicos de distribuição de água potável e esgotos. Já o Decreto-Lei 7/2004, de 23 de fevereiro (CABO VERDE, 2004a), define as normas de descarga de águas residuais em meios receptores e o Decreto-Lei 8/2004, de 23 de fevereiro (CABO VERDE, 2004b), define critérios e normas de qualidade da água para vários usos. O Decreto-legislativo 3/2015, de 19 de outubro (CABO VERDE, 2015a), estabeleceu os principais fundamentos aplicáveis aos recursos hídricos e estabelece as normas que devem garantir a sua preservação, sustentabilidade e aproveitamento nacional e cria o Código da Água e Saneamento (CAS).

Em 2015 foi aprovado o Plano Estratégico Nacional de Água e Saneamento (PLENAS), que derivou da Resolução do Conselho de Ministros 10/2015, de 20 de fevereiro (CABO VERDE, 2015b), reconhecendo o direito à água, a necessidade de melhorar os sistemas de abastecimento de água e os sistemas de coleta e tratamento de águas residuais, bem como a necessidade de se promover a igualdade de gênero e proteção dos cidadãos mais desfavorecidos. O PLENAS sugere, também, o acesso de cada cidadão a um volume de água diário entre 40 e 90 L/hab.dia, sendo que usos acima do limite máximo são consideradas desperdícios. O PLENAS considera que 100% das águas residuais tratadas deveriam ser reutilizadas.

O recente Decreto Regulamentar N° 4/2020, de 2 de março de 2020 (CABO VERDE, 2020), estabelece os critérios e os parâmetros para controle da qualidade da água para irrigação, águas de origem superficial ou subterrânea, água proveniente de processo de dessalinização, águas pluviais recuperadas ou águas residuais tratadas, com o objetivo de satisfazer ou complementar as necessidades hídricas de culturas agrícolas, florestais, ornamentais, viveiros, áreas gramadas e outros espaços verdes, previamente à adição de fertilizante.

No que respeita as condições técnicas para a execução de projetos de reutilização de ART ou de reaproveitamentos de águas, as entidades com responsabilidade pela gestão da água e proteção do ambiente em Cabo Verde têm seguido as orientações da OMS (OMS, 2013a; OMS, 2013b), UNESCO (UNESCO, 2020) e as especificações técnicas portuguesas ETA 0701, para reaproveitamento de águas pluviais em edifícios (ANQIP, 2021), e ETA 0905, para reutilização e reciclagem de águas cinzentas (ANQIP, 2011).

A principal Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade da Praia (Praia-Palmarejo) trata atualmente cerca de 8.100 m<sup>3</sup>/dia de águas residuais (cerca de 75% da capacidade instalada na ilha de Santiago).

Em 2012 foi projetada uma nova área habitacional perto do Aeroporto Internacional da cidade da Praia, o Bairro de Palha Sé, que inclui, além das áreas habitacionais, espaços públicos e áreas comerciais. As águas residuais produzidas neste bairro, após tratamento, poderiam ser utilizadas para, por exemplo, irrigação de espaços verdes e lavagem de áreas pavimentadas, bem como para a descarga de sanitários, lavagem de pavimentos de edifícios, arruamentos, pistas, estacionamento, calçadas, aeronaves, veículos e equipamentos de apoio e para simulação de combate a incêndios no aeroporto.

O objetivo principal deste estudo consistiu em avaliar o potencial de reuso das águas residuais geradas no Bairro de Palha Sé (cidade da Praia, Cabo Verde), após tratamento adequado, no próprio bairro e no Aeroporto Internacional da Praia, para os anos 2025, 2035 e 2050.

## **OPORTUNIDADES PARA REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS**

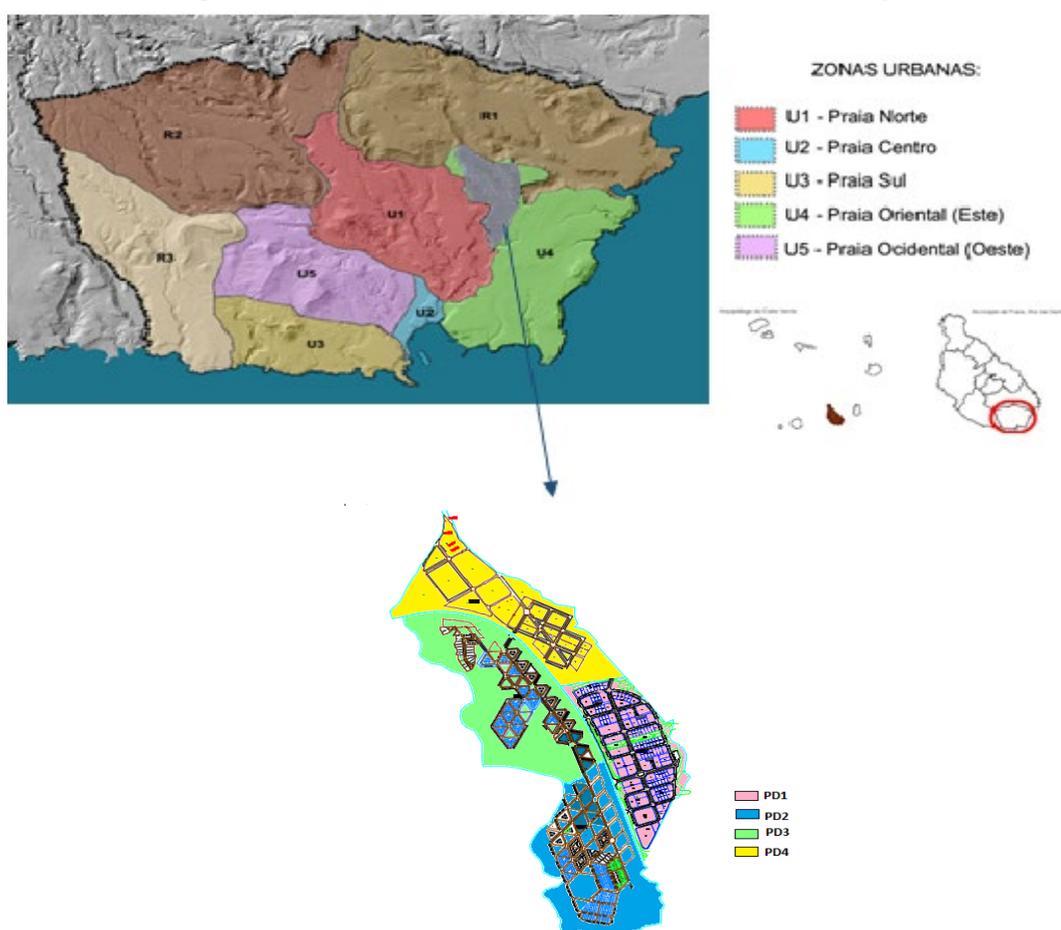
### **CARACTERIZAÇÃO DO BAIRRO DE PALHA SÉ**

O Bairro de Palha Sé (unidade U4 na Figura 1) ocupa uma área de 22,7 ha e inclui 4 setores (PD1, PD2, PD3 e PD4). Os setores PD2 e PD3 são habitacionais e foram os primeiros

a ser construídos, enquanto os setores PD1 e PD4 são destinados a atividades de serviços, comércio e indústrias (Figura 1). Até 2025 só os setores PD2 e PD3 funcionarão em pleno. Nos anos seguintes, os restantes setores entrarão em funcionamento, mas sem data prevista.

O bairro está localizado a cerca de 3,15 km do centro da cidade da Praia, onde se situa a rede de drenagem principal e a ETE de Praia-Palmarejo. No processo de planeamento do bairro observou-se que a coleta e o transporte das águas residuais até à rede de drenagem mais próxima, acarretaria a construção de um novo emissário de ligação, que depois as conduziria até à ETE de Praia-Palmarejo (localizada a 7,30 km do bairro), obra que teria custos elevados.

**Figura 1:** Localização do Bairro de de Palha Sé na ilha de Santiago.



**Fonte:** adaptada de CMP (2012).

Do ponto de vista hidrológico, a área onde se situa o bairro é caracterizada por ter uma pluviosidade média anual de 265 mm e uma elevada evapotranspiração potencial. Ao longo do ano a precipitação está concentrada entre julho e outubro, sendo mais frequente em agosto e setembro, e costuma ser muito intensa e irregular. A área de intervenção tem um alto nível de permeabilidade, apresentando uma boa infiltração quando chove. A maior parte do escoamento

que não infiltra acaba por ser descarregado no mar, pois não existem infraestruturas para a retenção de escoamento pluvial na cidade da Praia.

O número de pessoas no bairro, para os anos de 2025, 2035 e 2050, foi estimado em cerca de 9.500, 15.000 e 21.000 habitantes, respectivamente. As áreas de espaços verdes destinadas à irrigação e as áreas pavimentadas para lavagem foram retiradas do projeto do bairro (CMP, 2012) e as respectivas frequências foram fornecidas pelos seus responsáveis (Tabela 1).

**Tabela 1:** Áreas para irrigação e lavagens no Bairro de Palha Sé entre 2025 e 2050.

Elementos	2025 (PD2 e PD3)	2025 a 2050 (PD1, PD2, PD3 e PD4)	Frequência de lavagens
Área de espaços verdes (m <sup>2</sup> )	348.304	597.810	3/3 dias
Área de passeios, estacionamento, arruamentos e espaços públicos (m <sup>2</sup> )	284.044	571.734	2-3 vezes/mês

Fonte: Cabral (2016).

## CARACTERIZAÇÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DA PRAIA

O Aeroporto Internacional da cidade da Praia “Nelson Mandela” possui uma pista de 2.100 m de comprimento e 45 m de largura. Recebe voos internacionais procedentes da Europa, América do Sul, América do Norte e África, além dos voos domésticos provenientes de todas as outras ilhas de Cabo Verde e possui uma capacidade de até 1.000 passageiros/hora. O aeroporto encontra-se a uma altitude de 94 m ao nível do mar e está a cerca de 200 m do Bairro de Palha Sé. O aeroporto possui consumos de água elevados (cerca de 4.800 m<sup>3</sup>/mês), sendo grande parte da água potável (dessalinizada) utilizada para a irrigação de espaços verdes, lavagem de aeronaves, equipamentos, viaturas, pistas, arruamentos, passeio, pavilhões e outras áreas pavimentadas, bem como para simulação de combate a incêndios. O consumo de água representa cerca de 5% do orçamento anual da empresa que gere o aeroporto. O reúso de ART da ETE do Bairro de Palha Sé nessas atividades poderia levar a economias consideráveis em volume de água potável e em custos para o aeroporto.

A circulação de pessoas no aeroporto, para os anos de 2025, 2035 e 2050, foi estimada em 1.950, 2.725 e 3.850 usuários. O número de veículos e aeronaves para lavagem, as áreas de espaços verdes para irrigação, as áreas pavimentadas para lavagem, o número de viaturas para combate a incêndios e respectivas frequências, foram fornecidos pela empresa que gere o aeroporto e são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Quantidade de aeronaves, viaturas e equipamentos e áreas para irrigação e lavagens no Aeroporto Internacional da Praia entre 2025 e 2050.

Elementos	Quantidade			Frequência de lavagens
	2025	2035	2050	
Nº de veículos de apoio para lavagem	12	18	25	1 vez/semana
Nº de aviões para lavagem	6	10	15	2 vezes/mês
Área de espaços verdes para irrigação (m <sup>2</sup> )	5.000			3/3 dias
Nº de viaturas para combate a incêndios	3	3	4	6 vezes/semana
Área de pista para lavagem (m <sup>2</sup> )	159.116			1-2 vezes/mês
Área de passeios, parques, estacionamento de aeronaves, estacionamentos de veículos e arruamentos para lavagem (m <sup>2</sup> )	155.637			2-3 vezes/mês
Área de pavilhões e edifícios de apoio e serviços para lavagem (m <sup>2</sup> )	33.923			2-3 vezes/semana

Fonte: adaptado de Cabral (2016).

## OPORTUNIDADES DE REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS TRATADAS NO BAIRRO DE PALHA SÉ E NO AEROPORTO INTERNACIONAL DA PRAIA

As oportunidades para reuso de ART são as decorrentes dos usos de água no bairro e no aeroporto. Com vistas a se desenvolver um balanço entre volumes a produzir (oferta) e a consumir (procura/demanda), foram calculadas as necessidades de água para fins considerados potáveis e não-potáveis para os anos de 2025, 2035 e 2050. Identificou-se ainda uma área agrícola, assinalada como São Tomé (Figura 2), que poderá, no futuro, vir a desenvolver atividades agrícolas, florestais ou com plantas ornamentais, podendo se beneficiar dessa origem de água.

O sistema para o tratamento e reuso das águas residuais produzidas no Bairro de Palha Sé incluiria as seguintes infraestruturas:

- ETE com tratamento secundário e de polimento, de acordo com os requisitos de qualidade dos diversos usos a serem destinados (p.e., Decreto Regulamentar N° 4/2020, 2 de março, para irrigação);
- Reservatório de armazenamento de ART para satisfazer as necessidades de consumo/demanda;
- Rede para abastecimento de ART desde o reservatório até ao bairro e aeroporto;

- Sistema de *by-pass* para descarga dos excedentes da vazão não utilizada.

A ETE poderia ser localizada em um pequeno planalto (Figura 2), com uma área de aproximadamente 800 m<sup>2</sup>, que dista 500 m do bairro e 1,5 km do aeroporto, que se desenvolve entre as cotas 115 m e 117 m. O aeroporto se encontra à cota 94 m e o bairro entre as cotas 100 m e 150 m. A distribuição de ART para o aeroporto seria predominantemente de forma gravitacional, enquanto para o bairro necessitaria de um sistema elevatório ligado a um sistema para irrigação de espaços verdes e a lavagem de arruamentos, viaturas, equipamentos e áreas pavimentadas.

O volume operacional do reservatório deverá garantir volumes para compensar a flutuação de solicitações horárias ao longo do dia e de dia para dia, permitir o bom funcionamento das redes de distribuição e a regularização do funcionamento das bombas, garantir o equilíbrio de cargas piezométricas e permitir reservas para emergências. O reservatório deverá ainda ter um volume morto, cerca de 10% do volume operacional, para permitir a decantação de matéria sólida das ART (Marecos do Monte e Albuquerque, 2010).

No Bairro de Palha Sé identificaram-se as seguintes oportunidades para reúso de ART:

- i) Irrigação de espaços verdes;
- ii) Lavagem de passeios, áreas de estacionamento, arruamentos e espaços públicos.

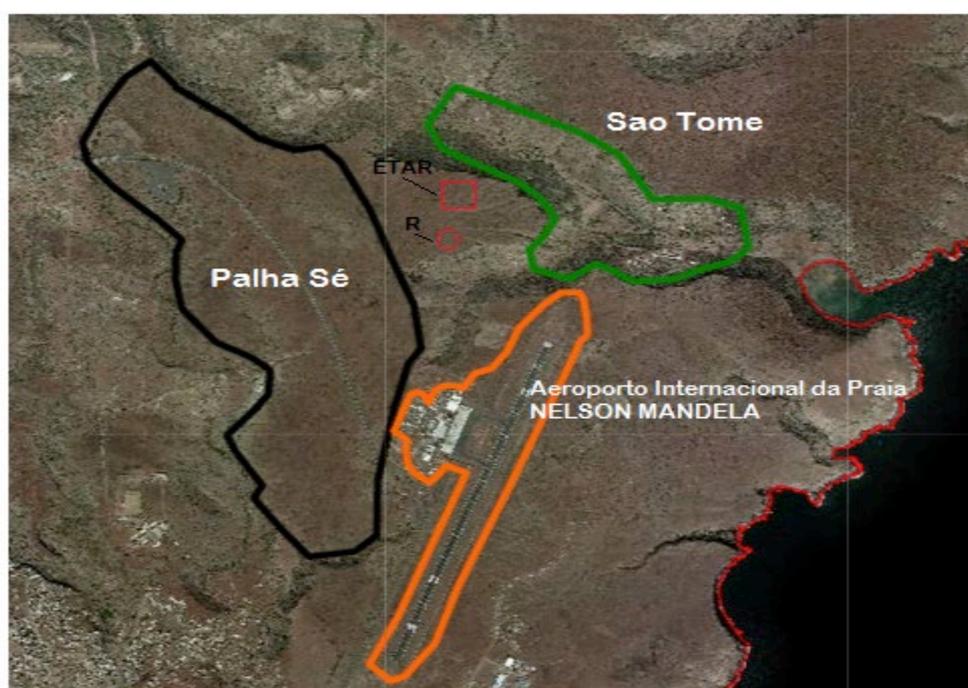
Para calcular os volumes de água a utilizar para a irrigação de espaços verdes foram tomadas as taxas de 2 L/m<sup>2</sup>.dia (2025), 1,7 L/m<sup>2</sup>.dia (2035) e 1,5 L/m<sup>2</sup>.dia (2050), de acordo com o intervalo sugerido na especificação técnica Portuguesa ETA 0701 (ANQIP, 2021). Para a estimativa de volumes de água para lavagem de áreas pavimentadas foram consideradas as taxas de 5 L/m<sup>2</sup>.dia (2025), 4,5 L/m<sup>2</sup>.dia (2035) e 4 L/m<sup>2</sup>.dia (2050), de acordo com o intervalo sugerido na ETA 0701 (ANQIP, 2021). Consideraram-se taxas decrescentes no tempo devido a medidas de poupança e usos eficiente da água que seriam implementadas no tempo.

Há outras oportunidades para reúso de ART no bairro, como em sistemas de refrigeração ou caldeiras de aquecimento de indústrias e até em algumas fases do processo produtivo de indústrias e áreas comerciais. Contudo, não foi possível apurar ainda a tipologia de indústria que seria instalada, bem como as taxas e frequências a utilizar.

No Aeroporto Internacional da Praia identificaram-se as seguintes oportunidades para reúso de ART:

- iii) Recarga de vasos sanitários;
- iv) Alimentação de veículos de bombeiros para simulação de combate a incêndios;
- v) Lavagem de aeronaves, veículos de apoio e equipamentos;
- vi) Irrigação de espaços verdes;
- vii) Lavagem de pistas, passeios, áreas de estacionamento de aeronaves, arruamentos (internos e externos), parques de estacionamento, pavilhões de passageiros e serviços e áreas de apoio.

**Figura 2:** Localização do Bairro de Palha Sé e do Aeroporto Internacional da Praia.



**Fonte:** Cabral (2016).

A demanda de água para 2025, 2035 e 2050, para a recarga de vasos sanitários, foi estimada a partir da diferença entre os volumes totais consumidos pelos passageiros e demais usuários do aeroporto, estimados para um consumo per capita de 40 L/usuário.dia (valor mínimo considerado no PLENAS de 2015), enquanto o volume de consumos sem descargas de vasos sanitários foi estimado para um consumo per capita de 28 L usuário.dia (2025 e 2030) e 30 L/usuário.dia (2050), conforme valores adaptados de Tchonoglous, Burton e Stensel (2003) e da especificação técnica ETA 0701 (ANQIP, 2021).

O volume de água utilizada para encher os veículos dos bombeiros para simulação de combate a incêndio e a frequência de descarga foram fornecidos pela direção do Aeroporto (Tabela 2). São realizados diariamente testes de funcionamento dos equipamentos e das viaturas onde é consumido menos de 1% da capacidade de reserva de cada veículo (cerca de 1.000 L/veículo.dia) (JEFERSON *et al.*, 2005).

Para estimativa do consumo de água relacionado com a lavagem de aeronaves, veículos de apoio e equipamentos foi considerado o número atual e futuro de aeronaves, viaturas e equipamentos de apoio e as frequências de lavagem (Tabela 2). Considerou-se um consumo de água para lavagem de veículos de 50 L/veículo.dia, 45 L/veículo.dia e 40 L/veículo.dia em 2025, 2035 e 2050, respectivamente, de acordo com valores adaptados de Tchonoglous, Burton e Stensel (2003). Para a lavagem de aeronaves considerou-se um gasto de 45,4 L/minutos durante 2 horas (*i.e.* 5.450 L/lavagem), de acordo com dados de AVIATOR (2014). Considerou-se que o consumo decresce no tempo devido a medidas de poupança e uso eficiente da água que se implementarão no futuro.

Para calcular os volumes de água a utilizar para a irrigação de espaços verdes foram tomadas as taxas de 2 L/m<sup>2</sup>.dia (2025), 1,7 L/m<sup>2</sup>.dia (2035) e 1,5 L/m<sup>2</sup>.dia (2050), de acordo com o intervalo sugerido na ETA 0701 (ANQIP, 2021). Para a estimativa de volumes de água para lavagem de áreas pavimentadas foram consideradas as taxas de 5 L/m<sup>2</sup>.dia (2025), 4,5 L/m<sup>2</sup>.dia (2035) e 4 L/m<sup>2</sup>.dia (2050), de acordo com o intervalo sugerido na ETA 0701 (ANQIP, 2021). Consideraram-se taxas decrescentes no tempo devido a medidas de poupança e usos eficiente da água.

Há outras oportunidades para reuso de ART no aeroporto, como os sistemas de refrigeração e remoção dos efluentes sanitários das aeronaves, que não foram considerados por não ser possível estimar os volumes e frequências utilizadas.

## **ANÁLISE DE RESULTADOS**

### **CONSUMOS DE ÁGUA NO BAIRRO DE PALHA SÉ**

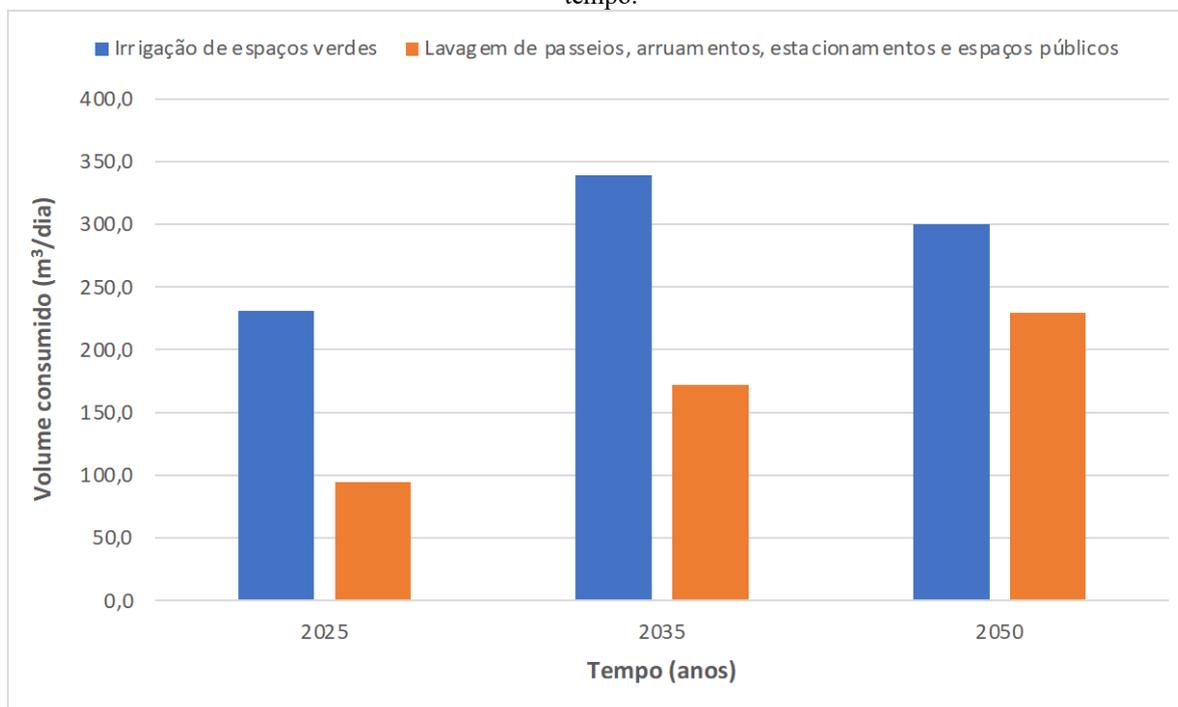
Tendo em vista a população estimada para os quatro setores do bairro (9.500, 15.000 e 21.000 habitantes), os consumos de água fornecidos pelos serviços municipalizados locais (90, 100 e 110 L/hab.dia) previstos para os anos 2025, 2035 e 2050, o consumo de água potável para todas as atividades foi estimado em cerca de 855 m<sup>3</sup>/dia (2025), 1.500 m<sup>3</sup>/dia (2035) e 2.310

m<sup>3</sup>/dia (2050). A água para fins potáveis, proveniente de dessalinização, deve ser utilizada para consumo humano e para usos em restauração, indústrias e serviços, mas não para irrigação de espaços verdes ou de culturas, nem para lavagens de pavimentos ou equipamentos ou para descarga de vasos sanitários, atividades que não necessitam de água dessalinizada. A produção proporcional de água residuais, considerando um coeficiente de afluência à rede de 0,8, seria de cerca de 684 m<sup>3</sup>/dia (2025), 1.200 m<sup>3</sup>/dia (2035) e 1.850 m<sup>3</sup>/dia (2050).

A partir da Tabela 1 estimaram-se os consumos de água para irrigação de espaços verdes em 232 m<sup>3</sup>/dia, 340 m<sup>3</sup>/dia e 300 m<sup>3</sup>/dia para os anos 2025, 2035 e 2050, respectivamente. Nos mesmos anos, as necessidades de água para lavagens de passeios, estacionamento, arruamentos e espaços públicos seriam de cerca de 95 m<sup>3</sup>/dia, 172 m<sup>3</sup>/dia e 230 m<sup>3</sup>/dia, respectivamente. Os resultados são apresentados na Figura 3.

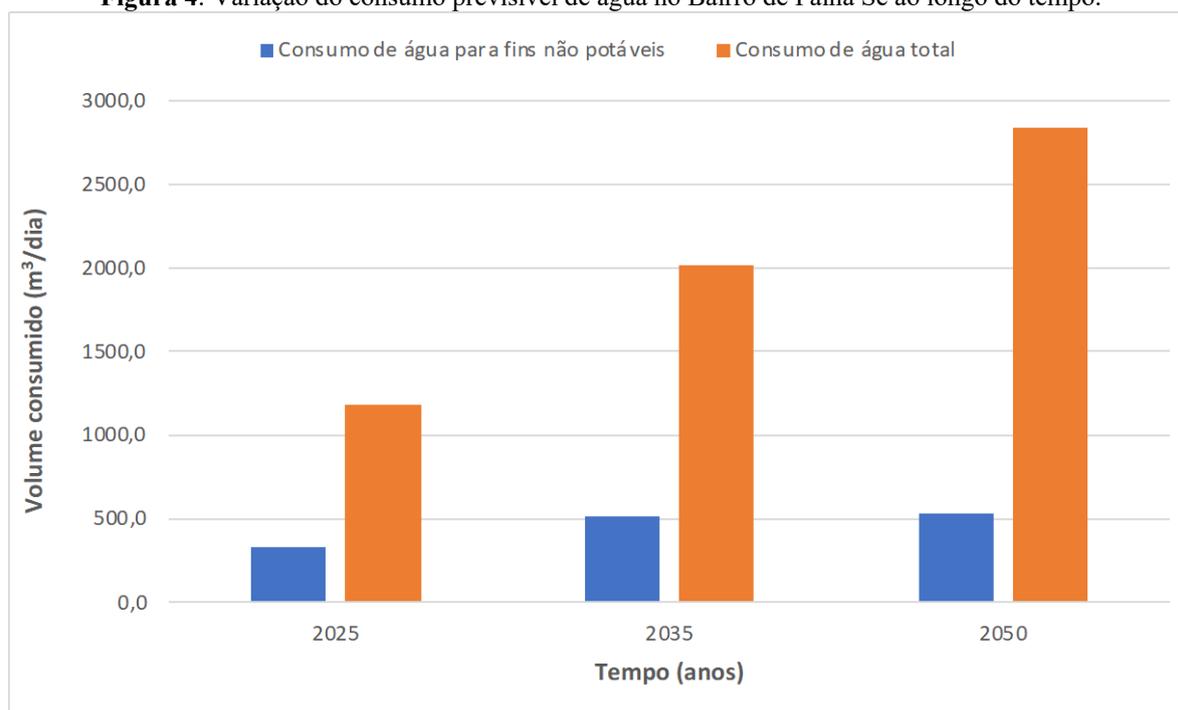
Observa-se que a necessidade de água para irrigação assume maior importância, com uma variação entre 57% (2050) e 71%, (2025) contra as necessidades para lavagens, que representam entre 29% (2025) e 43% (2050) das necessidades de água para fins não potáveis. A água necessária para usos não potáveis representa cerca de 28%, 25% e 17% do total de água a ser utilizada no bairro nos anos 2025, 2035 e 2050, respectivamente (Figura 4).

**Figura 3:** Variação do consumo previsível de água no Bairro de Palha Sé para diferentes atividades ao longo do tempo.



**Fonte:** Produzido pelos autores, 2022.

**Figura 4:** Variação do consumo previsível de água no Bairro de Palha Sé ao longo do tempo.



**Fonte:** Produzido pelos autores, 2022.

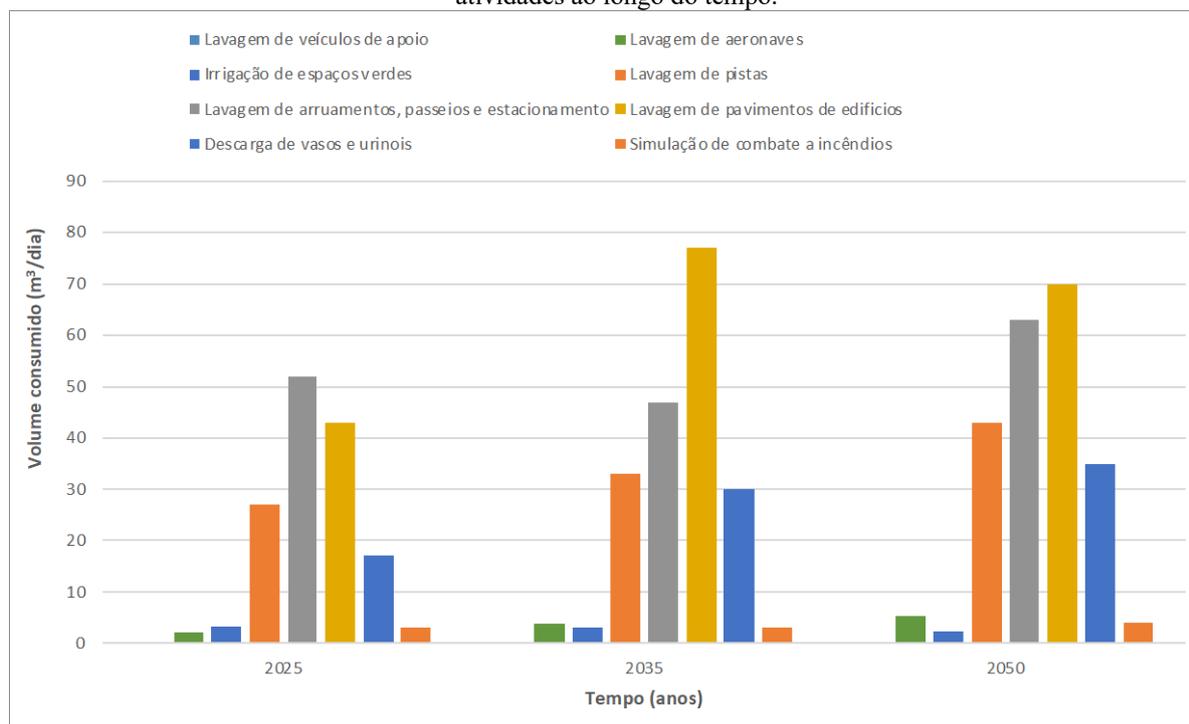
## CONSUMOS DE ÁGUA NO AEROPORTO INTERNACIONAL DA PRAIA

O volume total de consumo de água pelos usuários do aeroporto foi estimado em cerca de 78 m<sup>3</sup>/dia, 110 m<sup>3</sup>/dia e 154 m<sup>3</sup>/dia em 2025, 2035 e 2050, respectivamente. Os volumes associados a descargas de vasos sanitários, nos mesmos períodos, seriam de 17 m<sup>3</sup>/dia, 30 m<sup>3</sup>/dia e 35 m<sup>3</sup>/dia.

A partir dos dados da Tabela 2 estimaram-se os volumes de água (vazão média diária) necessários para satisfazer as descargas de vasos sanitários, lavagem de aeronaves, veículos e equipamentos, irrigação de espaços verdes e lavagem de arruamentos, pistas, passeios, pavilhões, parques de estacionamento e outras áreas pavimentadas do aeroporto da Praia. A sua variação no tempo é apresentada na Figura 5.

O maior consumo de água é para a lavagem de pavimentos em edifícios (entre 29% (2025) e 39% (2035)), seguido por lavagem de arruamentos, passeios e estacionamentos (entre 24% (2035) e 35% (2025)), lavagem de pistas (entre 17% (2025) e 19% (2035)) e descarga de vasos sanitários (entre 12% (2025) e 16% (2035)), representando os restantes usos, gastos entre 0,1% e 3%.

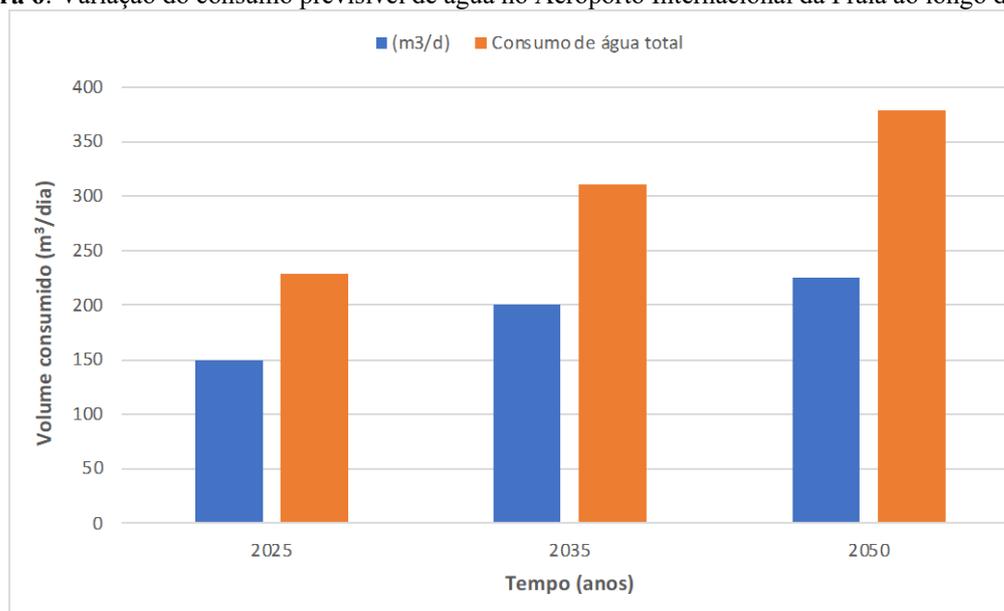
**Figura 5:** Variação do consumo previsível de água no Aeroporto Internacional da Praia para diferentes atividades ao longo do tempo.



Fonte: Produzido pelos autores, 2022.

Na Figura 6 mostra-se a relação entre os volumes de água necessários para atividades que necessitam de água potável e os volumes totais a consumir no aeroporto para 2025, 2035 e 2050, representando os gastos com atividades não potáveis cerca de 66% (2025), 65% (2035) e 60% (2050) do total de água a consumir.

**Figura 6:** Variação do consumo previsível de água no Aeroporto Internacional da Praia ao longo do tempo.



Fonte: Produzido pelos autores, 2022.

## VOLUMES DE ÁGUA A SEREM POUPADOS EM ATIVIDADES QUE NÃO NECESSITAM DE ÁGUA POTÁVEL

Tendo em atenção o volume de ART estimado na ETE para 2025, 2035 e 2050, e as necessidades pesquisadas para atividades que não necessitam de água potável no bairro e aeroporto, verifica-se que poderiam ser reutilizados cerca de 475 m<sup>3</sup>/dia (2025), 709 m<sup>3</sup>/dia (2035) e 753 m<sup>3</sup>/dia (2050) de ART, que não seriam descarregadas em mananciais, o que representaria um aproveitamento de ART de cerca de 70% (2025), 60% (2035) e 41% (2050).

Cerca de 70% da ART a se reutilizar seria aplicada em atividades que não necessitam de água potável no Bairro de Palha Sé (mais concretamente 69% (2025), 72% (2035) e 70% (2050)), e maioritariamente para irrigação de espaços verdes (71% (2025), 66% (2035) e 57% (2050)).

No Aeroporto Internacional da Praia, o reúso de ART poderia reduzir cerca de 31% (2025), 28% (2035) e 30% (2050) do consumo atual de água. As operações de lavagem totalizam mais de 81% dos gastos de água (mais concretamente 84% (2025), 82% (2035) e 81% (2050)). A utilização para irrigação de espaços verdes totaliza menos de 3% (mais concretamente 2,2% (2025), 1,5% (2035) e 1,1% (2050)).

No conjunto das aplicações, a irrigação seria o maior utilizador de ART até 2035 (consumiria, em média, cerca de 49% das necessidades, contra 46% das lavagens), mas, a partir daí, o consumo seria mais elevado para as atividades de lavagens (representariam cerca de 55% em 2050 para as lavagens, contra 40% para a irrigação).

Assim, sendo a irrigação e as lavagens os maiores consumidores de ART da ETE, mais concretamente de 455 m<sup>3</sup>/dia, 676 m<sup>3</sup>/dia e 714 m<sup>3</sup>/dia (i.e., representando 96%, 95% e 95% dos gastos de água em 2025, 2035 e 2050, respectivamente), a qualidade da ART teria de ser polida para satisfazer os requisitos de qualidade para estas duas práticas, i.e. com um nível superior ao tratamento secundário e deveria ser incluída uma abordagem de proteção multibarreira. De acordo com Marecos do Monte e Albuquerque (2010), uma boa qualidade do efluente final para irrigação e lavagens pode ser obtida com um sistema de filtração (filtro de areia ou membrana de microfiltração/ultrafiltração), seguido de desinfecção por UV.

O reúso de água deve ser suportado por uma abordagem de “adequar ao fim a que se destina” (*fit-for-purpose*), de acordo com normas de qualidade para cada uso, bem como a

proteção dos utilizadores através de uma avaliação de risco, tal como sugerido por APA (2019). A minimização de riscos poderá ser alcançada através de barreiras múltiplas de segurança e físicas ao nível do produtor e do utilizador (conceito multibarreira).

Assim, a utilização de ART para atividades não potáveis no Bairro de Palha Sé e Aeroporto Internacional da Praia representaria cerca de 70% (2025), 60% (2035) e 41% (2050) do consumo total de água naqueles empreendimentos, verificando-se ainda uma sobra de cerca de 209 m<sup>3</sup>/dia (2025), 491 m<sup>3</sup>/dia (2035) e 1097 m<sup>3</sup>/dia (2050) de ART, i.e. cerca de 30% (2025), 40% (2035) e 59% (2050). Esses volumes poderiam ser utilizados em outras atividades que necessitem de água não potável, quer no bairro, quer aeroporto, quer ainda em atividades de irrigação agrícola e florestal e para produção de plantas ornamentais que poderiam desenvolver-se em um vale com vocação agrícola, localizado em São Tomé.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitiram verificar que o reuso de águas residuais tratadas pode ser uma prática vantajosa para a cidade da Praia, ilha de Santiago, Cabo Verde), tendo em vista os cenários futuros de aumento de consumos de água e do estresse hídrico que se verificarão na ilha, bem como da dependência de diversas atividades em relação à água proveniente de processos de dessalinização de água do mar. Cerca de 70% (2025), 60% (2035) e 41% (2050) das águas residuais produzidas no Bairro de Palha Sé, após tratamento superior a secundário, poderiam ser reutilizadas no próprio bairro e no Aeroporto Internacional da Praia para fins que não necessitam de água potável. No caso do aeroporto, o reuso de ART poderia reduzir em 66% (2025), 65% (2035) e 60% (2050) o consumo de água dessalinizada, enquanto no bairro essa poupança representaria 28% (2025), 25% (2035) e 17% (2050) de redução de consumo de água potável para fins não potáveis. Do total de ART produzidas ainda sobriariam cerca de 30% (2025), 40% (2035) e 59% (2050) para outras oportunidades de reuso.

## REFERENCIAS

ANQIP (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS). **ETA 0701: Sistemas de aproveitamento de águas pluviais em edifícios (SAAP)**. Especificação Técnica Nº 0701, versão 10, ANQIP, Aveiro, Portugal, 23 p., 2021.

ANQIP (ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A QUALIDADE DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS). **ETA 0905: Sistemas prediais de reutilização e reciclagem de águas cinzentas (SPRAC)**. Especificação Técnica N° 0905, versão 2, ANQIP, Aveiro, Portugal, 17 p., 2011.

APA (AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE). **Guia para a reutilização de água. Usos não potáveis**. APA, Lisboa, Portugal, Outubro de 2019.

AVIATOR. **Washing systems**. Ground Handling International. AVIATOR, 58-59, Fevereiro 2014.

CHAVES, V.G. Tendência dos valores de precipitação em Cabo Verde e sua influência sobre a disponibilidade hídrica. In: **Atas do 15º Congresso da Água**, APRH, 22-26 de março de 2021, Lisboa, Portugal, 12 p., 2021.

CMP (CÂMARA MUNICIPAL DA PRAIA). **Programa Operacional do Parque Empresarial da Praia**. CMP. Cabo Verde Focus Group. Processo N° 7069.21.01. Praia, Cabo Verde, 2012.

CABO VERDE. **Decreto n° 82/87, de 1 de agosto**. Estabelece normas destinadas a evitar a obstrução, esgotamento, inutilização, contaminação ou poluição de recursos hídricos e a propagação de doenças de base hídrica. Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, n° 31, 1987a.

CABO VERDE. **Decreto n° 168/87, de 31 de dezembro**. Estabelece as normas pelas quais se regem os serviços públicos de distribuição de água potável e esgotos. Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, n° 52, 1987b.

CABO VERDE. **Decreto-Lei n° 7/2004, de 23 de fevereiro**. Estabelece as normas de descarga das águas residuais provenientes de habitações isoladas, de aglomerados populacionais e de todos os sectores de actividade humana que originam águas residuais produzidas nos aglomerados populacionais e que correntemente são designadas por águas residuais domésticas, urbanas ou comunitárias. Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, n° 6, 82-83, 2004a.

CABO VERDE. **Decreto-Lei n° 8/2004, de 23 de fevereiro**. Estabelece os critérios e normas de qualidade de água e sua classificação, bem como os sistemas de controlo, o regime sancionatório e medidas de salvaguarda, tendo como objectivo proteger o meio aquático e melhorar, na generalidade, a qualidade da água para consumo humano. Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, n° 6, 83-105, 2004b.

CABO VERDE. **Decreto-legislativo n° 3/2015, de 19 de outubro**. Define os princípios fundamentais aplicáveis aos recursos hídricos e estabelece normas que garantem a sua preservação, qualidade, sustentabilidade e aproveitamento racional. Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, n° 63, 2010-2083, 2015a.

CABO VERDE. **Decreto Regulamentar n° 4/2020, de 2 de março de 2020**. Estabelece os critérios e os parâmetros para controle da qualidade da água para irrigação, águas de origem superficial ou subterrânea, água proveniente de processo de dessalinização, águas pluviais recuperadas ou águas residuais tratadas, com o objetivo de satisfazer ou complementar as

necessidades hídricas de culturas agrícolas, florestais, ornamentais, viveiros, áreas gramadas e outros espaços verdes, previamente à adição de fertilizante. Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, nº 24, 600-605, 2020.

CABO VERDE. **Resolução do Conselho de Ministros nº 10/2015, de 20 de fevereiro.** Aprova o Plano Estratégico Nacional de Água e Saneamento (PLENAS). Boletim Oficial da República de Cabo Verde, I Série, nº 13, 476-508, 2015b.

CABRAL, N. **Avaliação do potencial de reutilização de águas residuais produzidas em Palha Sé (Praia, Cabo Verde).** 2016, 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2016.

ICS (INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS). **Climas e seca em Cabo Verde.** Blogue “SHIFT”, Grupo de investigação Ambiente, Território e Sociedade, ICS da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2022. Disponível em: <https://ambienteterritoriosociedade-ics.org/2018/01/03/impactos-das-alteracoes-climaticas-em-cabo-verde-o-caso-das-secas> Acesso em: 20 de maio de 2022.

MDR (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL). **Transposição do São Francisco.** MDR Brasil, 2022. Disponível em: <https://transposicaoosaofrancisco.com.br> Acesso em: 20 de maio de 2022.

FERREIRA, J. G. A transposição das águas do rio São Francisco na resposta à seca do Nordeste brasileiro. Cronologia da transformação da ideia em obra. **Campos Neutrais - Revista Latino-Americana de Relações Internacionais**, v. 1, n. 2, p. 53–72, 2021.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change.** IPCC, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report, IPCC AR6 WG III, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 2913 p., 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16075-1. Guidelines for treated wastewater use for irrigation projects - Part 1: The basis of a reuse project for irrigation.** International Organization for Standardization, 2020a.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 20426. Guidelines for health risk assessment and management for non-potable water reuse.** International Organization for Standardization, Geneva, Suíça, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 20760-2. Water reuse in urban areas – Guidelines for centralized water reuse system – Part 2: Management of a centralized water reuse system.** International Organization for Standardization, Geneva, Suíça, 2017a.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 20761. Water reuse in urban areas – Guidelines for water reuse safety evaluation - Assessment parameters and methods.** International Organization for Standardization, Geneva, Suíça, 2017b.

JEFERSON, C.; PINELLI, M.; FELIZOLA, E.; PARIS, L. Plano de gerenciamento de recursos hídricos do Aeroporto Internacional de Brasília. In: **Atas do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES, 18-23 setembro 2005, Campo Grande, Brasil, 12 p., 2005.

MARECOS DO MONTE, H.; ALBUQUERQUE, A. **Reutilização de águas residuais**. Guia Técnico Nº 14, ERSAR, Lisboa, Portugal, 339 p., 2010.

MFP. **Preparação do Plano Estratégico de Água e Saneamento, incluindo Avaliação Ambiental Estratégica**. Relatório final. Ambio. Praia, Cabo Verde, 2013.

OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE). **Planeamento da segurança do saneamento: manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos**. Organização Mundial da Saúde, Genebra, Suíça, 142 p., 2016.

OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE). **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Organização Mundial da Saúde, Vol. 1, Genebra, Suíça, 2013a.

OMS (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE). **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Organização Mundial da Saúde, Vol. 2, Genebra, Suíça, 2013b.

ONU (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **The Sustainable Development Goals Report 2020**. Organização das Nações Unidas, Nova York, EUA, 68 p., 2020.

TCHOBANOGLIOUS, G.; BURTON, F.; STENSEL, H. **Wastewater engineering - Treatment, disposal and reuse**. Metcalf & Eddy. McGraw Hill. Nova York, EUA, 2003.

UNESCO (UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION). **Water reuse within a circular economy context**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Series 2, Daejeon, República da Coreia, 221 p., 2020.

# CAPÍTULO 11

## POTENCIAL FITOPROTETOR DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS DE *HANCORNIA SPECIOSA* GOMES (APOCYNACEAE) CONTRA A AÇÃO TÓXICA DO CLORETO DE MERCÚRIO

Fernanda Cavalcante Novaes  
Agledison Vieira do Nascimento  
Janaína Esmeraldo Rocha  
Henrique Douglas Melo Coutinho  
Aracelio Viana Colares

### RESUMO

O mercúrio constitui um dos metais mais tóxicos e sua contaminação tem sido alvo de muitos estudos que buscam desvendar os mecanismos envolvidos em sua toxicidade. A espécie *Hancornia speciosa* é conhecida como mangabeira, pertencente à família Apocynaceae e encontrada, principalmente, em regiões do Cerrado brasileiro. Diversos estudos realizados com o seu látex e extratos brutos demonstram potencial biológico antimicrobiano, anti-inflamatório, antifúngico, dentre outros. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial fitoprotetor do extrato etanólico das folhas de *Hancornia speciosa* (EEHs) contra a ação tóxica do cloreto de mercúrio. Para determinar o efeito alelopático do extrato foi utilizado o EEHs em concentrações de 512 a 32 µg/mL comparados ao grupo controle contendo água (H<sub>2</sub>O). Para avaliar o efeito fitoprotetor em sementes de *Lactuca sativa*, utilizou-se uma concentração sub-alelopática do EEHs (32 µg / mL) e do cloreto de mercúrio (HgCl<sub>2</sub>), variando entre 1,25 e 0,01 mM, comparados ao grupo controle contendo H<sub>2</sub>O. O EEHs não interferiu no processo de germinação das sementes de *Lactuca sativa*. Entretanto, em diferentes concentrações testadas do cloreto de mercúrio causou interferentes na germinação impedindo o crescimento das caulículas e radículas. A partir dos dados obtidos, faz-se necessário a realização de mais ensaios biológicos específicos bem como a identificação dos componentes químicos presentes na planta.

**PALAVRA-CHAVE:** Alelopatia; Compostos Fenólicos; *Hancornia specios.*

### INTRODUÇÃO

A poluição do solo e de sistemas aquáticos por metais pesados é um fator que afeta a qualidade do meio ambiente e constitui risco eminente de intoxicação ao homem. Nos últimos anos, foram realizadas inúmeras pesquisas com a finalidade de avaliar os possíveis impactos ambientais relacionados ao aumento da concentração de metais pesados no meio ambiente. Esses metais são originários de processos litogênicos e/ou atividades antrópicas, como a utilização de fertilizantes em zonas agrícolas e a atividade mineradora (MUNIZ & OLIVEIRA-FILHO, 2006). Concentrações elevadas de metais no solo podem afetar a



produtividade, a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas, constituindo risco para a saúde dos seres humanos e animais (SUN et al,2001).

Metais pesados fazem parte das preparações farmacêuticas de várias escolas da medicina oriental, utilizados geralmente em conjunto com extratos de plantas medicinais. Na medicina tradicional indiana a importância de metais, como ouro, cobre, estanho, chumbo, mercúrio, ferro, prata e zinco, é enfatizada para a bioquímica do corpo humano. Na medicina tradicional chinesa, mercúrio faz parte de algumas preparações sob a terminologia ‘cinnabaris’ (sulfeto de mercúrio), ‘calomel’ (cloreto de mercúrio) ou ‘hydrargyri oxydum rubrum’ (óxido de mercúrio). Estes produtos são utilizados para indicações variadas, como tranquilizantes, anti-epiléticos, no tratamento de úlceras e insônia.

Os metais pesados, como o mercúrio, por exemplo, tem efeitos tóxicos reconhecidos. As quantidades traço de mercúrio em formas inertes dissemina-se no meio ambiente. Quando os solos são perturbados por atividades antrópicas como a mineração, o mercúrio que se encontra em sua forma natural em contato com o solo e aflora transforma-se rapidamente em formas móveis. As cadeias alimentares chegam por meio dos peixes e passam a outros níveis como, aves, mamíferos e seres humanos(JEFFERY, 2001).

O aumento da concentração de metais pesados no citoplasma das plantas leva à ativação da síntese de fitoquelatinas, que sequestra os íons metálicos, evitando concentrações críticas desses nas células. Estudos demonstraram algumas variedades de plantas com o metal mostrando algumas mais tolerantes tinham maior atividade de peroxidase, catalase e glucose-6-fosfato dehidrogenase em relação àquelas não tolerantes (ROUTH et al., 2001).

A *Hancornia speciosa* Gomes, pertence à família Apocynaceae, conhecida popularmente como ‘mangabeira’ é uma árvore frutífera encontrada em regiões do Cerrado e Caatinga do Brasil conhecida, principalmente pelo seu potencial medicamentoso, sendo caracterizada pela presença de alcalóides com ampla utilização na medicina tradicional (RODRIGUES & CARVALHO, 2001). Em relevância a família da Apocynaceae, estudos realizados revelaram a presença de diversos compostos de grande interesse farmacológico e terapêutico com ação biológica diversa como, antibacteriana, anticancerígena, leishmanicida e inibidores da transcriptase reversa (anti - HIV). A mangaba apresenta considerável efeito antioxidante e essa característica pode estar relacionada com a presença de compostos fenólicos

como fenóis, taninos, flavonas, flavonóis, leucoantocianidinas e alcaloides verificados em extratos etanólicos. (ASSUMPCÃO et al., 2014; BARROS, 2008).

Nesse sentido, o presente trabalho avaliou o potencial fitoprotetor do extrato etanólico das folhas da *Hancornia speciosa* em reduzir a toxicidade do cloreto de mercúrio em modelos microbiológicos e vegetais.

## METODOLOGIA

### MATERIAL VEGETAL

#### Local da coleta e identificação da *Hancornia speciosa*

A espécie *Hancornia speciosa* foi coletada no município de Barbalha – CE na região da Santa Rita, Mesorregião do Sul do Ceará, sob as seguintes coordenadas geográficas obtidas por GPS (7°23'00.1"S 39°21'16.2"W). O material vegetal foi identificado pela Prof<sup>ª</sup>. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva no Herbário Caririense Dárdano de Andrade Lima – HCDAL da Universidade Regional do Cariri – URCA, em Crato, Ceará, conforme a numeração descrita na tabela 1.

**Tabela 1:** Espécie vegetal e partes utilizadas nos testes de Fitoproteção.

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Parte utilizada</b>	<b>Exsiccata</b>
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes.	Apocynaceae	Folhas	13.574

Fonte: Autoria própria, 2022.

#### Preparação do extrato etanólico

As folhas da *H. speciosa*, utilizadas após secagem foram trituradas para aumento da superfície de contato. Colocou-se 100g das folhas e submersas em 1L de solvente à extração a frio com etanol (PA), recipiente de vidro por 72 horas. Após esse período, o efluente foi filtrado para separação dos resíduos sólidos e concentrados em condensador rotativo a vácuo e banho-maria (BÜNCHI), sob pressão reduzida, em temperaturas inferiores a 60°C, obtendo-se rendimentos do extrato bruto, evaporando o solvente e obtendo o extrato bruto (MATOS, 2009).

#### Prospecção química

Os testes químicos foram utilizados com a finalidade de detectar a presença de metabólitos secundários como: flavonas, flavonóis, xantonas e flavononas foram, os quais se

basearam na observação visual das mudanças de cor ou formação de precipitado após a adição de reagentes específicos (MATOS, 2009).

### **Obtenção dos compostos**

O cloreto de mercúrio ( $\text{HgCl}_2$ ) fabricado pela Vetec Química Fina LTDA foi fornecido gentilmente pelo Laboratório de Microbiologia e Biologia Molecular (LMBM) da Universidade Regional do Cariri-URCA.

### **Testes de alelopátia do extrato etanólico das folhas da *Hancornia speciosa* em sementes de *Lactuca sativa* L.**

Foram realizados testes piloto para determinar o efeito alelopático das amostras em estudo. Para realizar o teste, foram utilizadas placas de Petri limpas, secas e estéreis. Elas estavam alinhadas com dois discos de papel filtro, onde foram dispostas 20 (vinte) sementes de *Lactuca sativa*. Foram adicionados 3 ml das soluções de amostra a cada placa a concentrações de 512  $\mu\text{g} / \text{mL}$ , 256  $\mu\text{g} / \text{mL}$ , 128  $\mu\text{g} / \text{mL}$ , 64  $\mu\text{g} / \text{mL}$  e 32  $\mu\text{g} / \text{mL}$  e as placas foram devidamente identificadas e preparadas em triplicatas. Após a adição da solução, as placas permaneceram embaladas em película plástica (SOBRAL-SOUZA et al., 2014). Os experimentos foram conduzidos em uma câmara de germinação a uma temperatura de aproximadamente  $25^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$  e fotoperíodo natural por sete dias. Os tratamentos foram organizados em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com três repetições de 20 sementes por placa. O parâmetro analisado no final dos sete dias foi a contagem do número de sementes germinadas. As sementes cujas raízes atingiram 1 mm de comprimento ou mais foram consideradas germinadas. Os testes foram feitos em triplicatas e expressos como significativos.

### **Efeito fitoprotetor do extrato etanólico das folhas da *Hancorniaspeciosa* em um modelo de planta (*L. sativa*) contra cloreto de mercúrio**

Para realizar o teste, utilizaram-se placas de Petri preparadas conforme relatado anteriormente. Quanto às concentrações, utilizou-se uma concentração sub-alelopática do EEHs (32  $\mu\text{g} / \text{mL}$ ) e do cloreto de mercúrio ( $\text{HgCl}_2$ ), variando entre 1,25 e 0,01 mM. A placa de controle foi umedecida com 3 mL de água destilada estéril. Os experimentos foram conduzidos em uma câmara de germinação a uma temperatura de aproximadamente  $25^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$  e fotoperíodo natural por sete dias. Os tratamentos foram organizados em um delineamento



experimental inteiramente casualizado (CRD), com três repetições de 20 sementes por placa. Os parâmetros analisados no final dos sete dias foram: contagem de sementes germinadas, índice de taxa de germinação (GRI), biometria radicular, ocorrência de necrose radicular e anormalidades de plântulas, seguindo o Manual de Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As sementes cujas raízes atingiram 1 mm de comprimento ou mais foram consideradas germinadas. Os testes foram feitos em triplicado e expressos como significativos. Após esse período houve a medição dos caulículos e radículas. Foram retiradas amostras de caulículos e radículas na maior e menor concentração do metal, na associação delas com os EEHs, só dos EEHs e do controle com água destilada e foram pesadas, em seguida foram levadas à estufa 60 °C por 24 h e após este intervalo foram novamente pesadas para obtenção do volume de massaseca.

### **Análise estatística**

Os dados dos microrganismos são apresentados como a média geométrica  $\pm$  SEM de três repetições. A análise estatística do teste utilizou uma ANOVA de dois sentidos seguida de teste post-hoc de Bonferroni com  $p < 0,0001$ . Todos os outros resultados foram apresentados utilizando a média aritmética  $\pm$  SEM de três repetições com ANOVA de dois sentidos, seguido de teste pós-hoc de Tukey com  $p < 0,0001$ .

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A realização da prospecção química do EEHs revelou resultados positivos para a presença de fenóis e taninos, leucoantocianinas, catequinas, favonas, esteroides e triterpenos e alcaloides. Foram observados testes negativos para anticianinas, antocianidinas e flavonoides, Flavonóis, flavonas, flavononóis e xantonas, saponinas. Os resultados negativos não implicam necessariamente na sua ausência, sendo possível que a quantidade dos mesmos esteja pequena para ser detectada (**Tabela 2**).

**Tabela 2:** Prospecção química do EEHs.

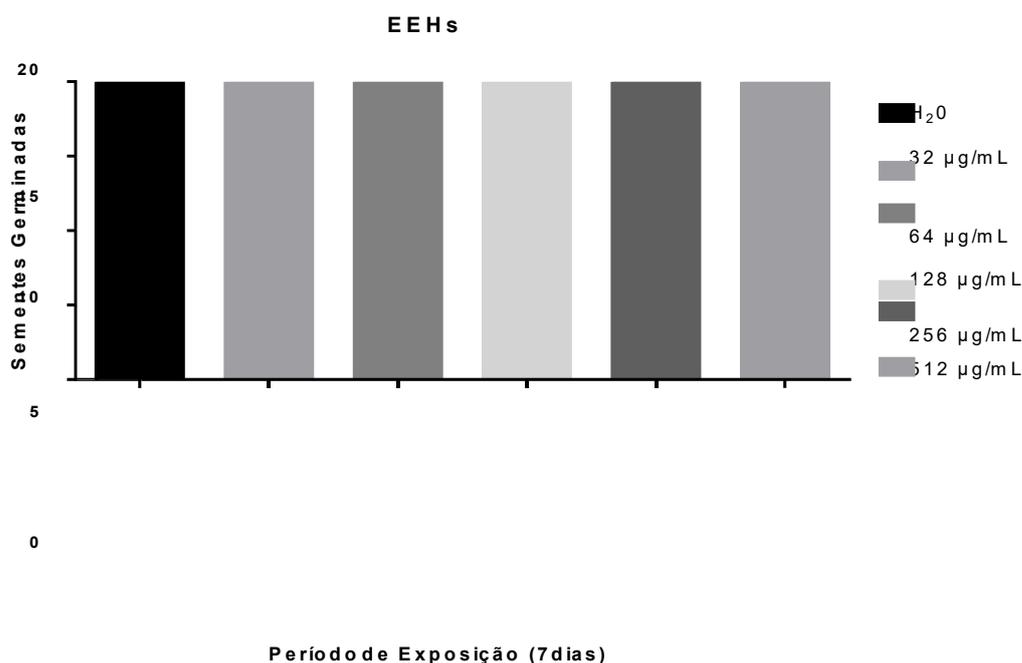
<b>Componentes químicos</b>	<b>EE Hs</b>
Fenóis e taninos	+
Anticianinas, antocianidinas e flavonoides	-
Leucoantocianidinas, catequinas e flavonas	+
Flavonóis, flavonas, flavononóis e xantonas	-
Esteroides e triterpenóides	+
Saponinas	-
Alcalóides	+

Presença( + ), Ausência ( - )  
**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Segundo Assumpção et al.,(2014), a mangaba apresenta considerável efeito antioxidante e essa característica pode estar relacionada com a presença de compostos fenólicos como fenóis, taninos, flavonas, flavonóis, leucoantocianidinas e alcaloides verificados em extratos etanólicos. Visto que a atividade antioxidante de compostos fenólicos deve-se principalmente às suas propriedades redutoras e estrutura química. Estas características desempenham um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (SOARES, 2002; CHUN et al., 2005; ROCHA et al., 2021).

Substâncias alelopáticas liberadas por plantas podem afetar o crescimento, prejudicar o desenvolvimento normal e até mesmo inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais (ROCHA et al., 2021). Porém após a realização dos ensaios de alelopatia do extrato etanólico das folhas da *Hancornia speciosa* em sementes de *Lactuca sativa*L., observou-se que houve desenvolvimento mesmo com diferentes concentrações de 32 a 512µg/mL comparado ao grupo controle H<sub>2</sub>O. Não houve interferentes que viessem a prejudicar a germinação ou afetar no crescimento (**Figura 1**). Os resultados corroboram com ROCHA et al., (2018) que em concentração alelopática do ácido gálico de 512 a 32 µg/mL não vieram terinterferentes em nenhuma dessas concentrações permitindo o crescimento de sementes de *Lactuca sativa*.

**Figura 1:** Desenvolvimento de *Lactuca sativa* em diferentes concentrações do extratoetanólico de *Hancornia speciosa* (EEHs).

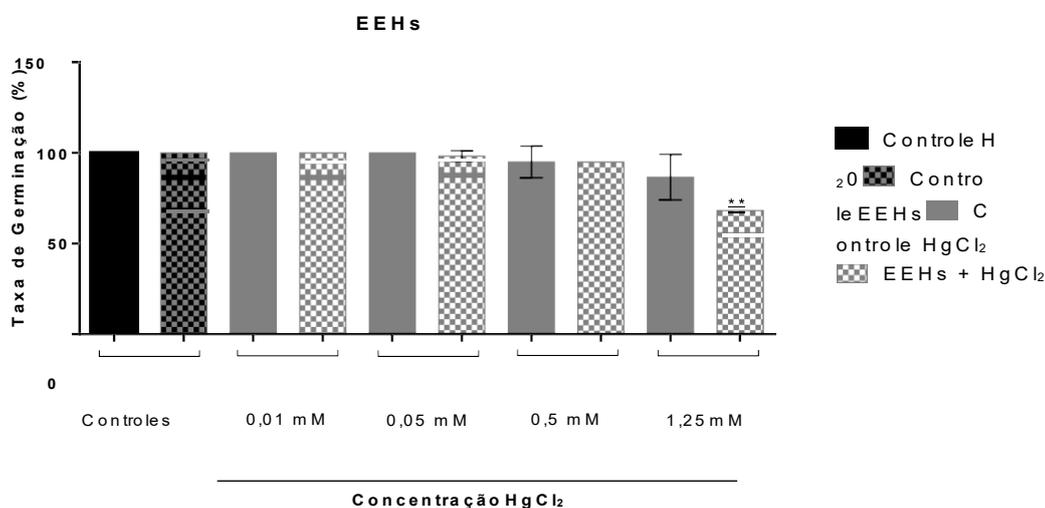


Fonte: Autoria própria, 2022.

Os extratos de plantas têm sido estudados como protetores contra metais pesados, até, mesmo contra os efeitos de mercúrio. Estes extratos têm sido amplamente pesquisados como protetores contra metais pesados, pois as plantas desenvolveram mecanismos para retirar, acumular e tolerar estes metais. Esta habilidade pode diferir entre as espécies e também tecidos de uma mesma espécie (VÁLEGA et al.,2008).

As sementes foram submetidas a testes de germinação com o grupo controle, água, EEHs e diferentes concentrações cloreto de mercúrio, bem como o extrato e o cloreto de mercúrio combinado. Os resultados mostraram que em maior concentração do EEHs em associação com o mercúrio 1,12 mM, pode interferir no crescimento da planta, afetando o seu desenvolvimento (**Figura 2**). Visto que o presente resultado discorda parcialmente com Sobral-Souza et al., (2013) e Cruz et al., (2015), onde o primeiro utilizou o extrato de *Eugenia jambolana* L. o qual demonstrou atividade fitoprotetora e quelante ao mercúrio cloreto fornecendo melhor crescimento de caulículas e radículas de *Lactuca sativa*. Já o segundo estudo mostrou que o extrato hidroetanólico de *Stryphnodendron rotundifolium* Mart., possibilitou um maior crescimento nas radículas e nos caulículos da *Lactuca sativa*. Corroborando Leite et al., (2017) seus resultados mostraram que as concentrações testadas de cloreto de mercúrio danificam a germinação e o desenvolvimento de sementes de *L. sativa*.

**Figura 2:** Velocidade de germinação de sementes de *Lactuca sativa* submetida ao tratamento com água, extrato etanólico de *Hancornia speciosa* (EEHs) em diferentes concentrações de cloreto de mercúrio e a associação deste com o EEHs.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

## CONCLUSÃO

O extrato etanólico das folhas da *Hancornia speciosa*, não obteve interferentes que viessem a prejudicar a germinação ou afetar no crescimento *L. sativa*. Já em germinação submetida a diferentes concentrações de mercúrio associado com o extrato afetou o crescimento e desenvolvimento da planta. Entretanto, faz-se necessário a realização de mais ensaios biológicos específicos bem como a identificação química por meio do HPLC (Cromatografia líquida de alta eficiência) a fim de identificar qual ou quais componentes estão, possivelmente, agindo no processo alelopático.

## REFERÊNCIAS

ASSUMPÇÃO, C. F.; BACHIEGA, P.; MORZELLE, M. C.; NELSON, D. L.; NDIAYE, E. A.; RIOS, A. O.; SOUZA, E. C. Characterization, antioxidant potential and cytotoxic study of mangaba fruits. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, p.1297-1303, jul, 2014.

BARROS, I. M. C. **Contribuição ao estudo químico e biológico de *Hancornia Speciosa* Gomes (Apocynaceae).** Brasília: UnB, 2008. 189 p. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação da Faculdade de Ciências da Saúde, Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

CHUN, S. S.; VATTEM, D.A.; LIN, Y.T.; SHETTY, K. Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. **Process Biochemistry**, v. 40, p. 809-816, 2005.

CRUZ, R. P.; MARTINS, G. M. A. B.; SILVA, A. R. P.; COUTINHO, H. D. M. **Verificação da atividade citoprotetora de *stryphnodendron rontundifolium* Mart. contra cloreto de mercúrio em modelo vegetal.** I Semana Nacional de Ciência e Tecnologia da Região do Cariri Cearense e XVIII Semana de Iniciação Científica da URCA Universidade Regional do Cariri (URCA), ISSN: 1983-8174, 2015.

FERNANDES, L. A. V.; MIRANDA, D. L. C.; SANQUETTA, C. R. Potencial alelopático de *Merostachys multiramea* Hackel sobre a germinação de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze. **Revista Acadêmica de Curitiba**, v. 5, p. 139-146, 2007.

JEFFERY, W.G. **A world of metals: finding, making and using metals.** 2nd ed. Ottawa: ICME, 2001. 60 p.

KAMDEM, J. P.; ADENIRAN, A.; BOLIGON, A.A.; KLIMACZEWSKI, C.V.; ELEKOFEHINTI, O.O.; HASSAN, W.; IBRAHIM, M.; WACZUK, E.P.; MEINERZ, D.F.; ATHAYDE, M.L. Antioxidant, genotoxicity and cytotoxicity evaluation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) ethanolic extract: Its potential role in neuroprotection. **Industrial Crops and Products**, v.52, p. 26-34, 2013.

KOLEVA, I. I.; BEEK, T.A.V.; LISSEN, J.P.H.; GROOT, A.; EVSTATIEVA, L.N. Screening of plant extracts for antioxidant activity: a comparative study on three testing methods. **Phytochemical Analysis**, v.13, p.8-17, 2002.

MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental.** 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997. 141 p.

MUNIZ, D.H.F.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. Universitas: **Ciências da Saúde**, v. 4, p. 83-100, 2006. ISSN: 1678-5398.

PUNTEL, R. L.; NOGUERIRA, C. W.; ROCHA, J.B. T. Krebs cycle intermediates modulate thiobarbituric acid reactive species (tbars) production in rat brains in vitro. **Neurochemical Research**, v. 30, p. 225-235, 2005.

ROCHA, J. E.; GUEDES, T. T. A. M.; BEZERRA, C. F.; COSTA M. S.; CAMPINA, F. F.; FREITAS, T. S.; SOUZA A. K.; SOBRAL SOUZA, C. E.; MATOS, Y. M. L. S.; PEREIRA-JUNIOR, F. N.; SILVA, J. H. D. A.; MENEZES, I. R. A.; TEIXEIRA, R. N. P.; COLARES,

A.V.; COUTINHO, H. D. M. Identification of the gallic acid mechanism of action on mercury chloridotoxicity reduction using infrared spectroscopy and antioxidant assays. **Journal International Biodeterioration & Biodegradation**, v. 141, p. 24-29, 2018.

ROCHA, J.E.; GUEDES, T.T.A.M.; BEZERRA, C.F.; COSTA, M.S.; CAMPINA, F.F.; FREITAS, T.S.; SOUSA, A.K.; SOUZA, C.E.S.; SILVA, M.K.N.; LOBO, Y.M.; PEREIRA-JUNIOR, F.N.; SILVA, J.H.; MENEZES, I.R.A.; TEIXEIRA, R.N.P.; COLARES, A.V.; COUTINHO, H.D.M. FTIR analysis of pyrogallol and phytotoxicity-reductive effect against mercury chloride. **Environmental Geochemistry Health**, v. 43, p. 2433-2442.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais do domínio cerrado na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v.25, p.102-123, 2001.

ROUTH, G.R.; SAMANTARAY, S.; DAS, P. Differential lead tolerance of rice and black gram in hydroponic culture. **Rostlinna Vyroba**, v.47: p. 541-548, 2001.

SHADOMY, S.; ESPINEL-INGROFF, A.; CARTWRIGHT, R. Laboratory studies with antifungal agents: susceptibility test and bioassay In: LENNETTE, E. H.; BALLOWS, A.; HAUSLERS JR. V.; SHADOMY, H. J. (Eds). **Manual of Clinical Microbiology**. 4. ed. Washington: American Society of Microbiology, 1985. p. 991-999.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**. v.15, p. 71-81, 2002.

SOBRAL-SOUZA, C. E.; LEITE, N.F.; CUNHA, F.A.B.; PINHO, A.I.; ALBUQUERQUE, R.S.; CARNEIRO, J.N.P.; MENEZES, I.R.A.; COSTA, J.G.M.; FRANCO, J.L.; COUTINHO, H.D.M. Cytoprotective effect against mercury chloride and bioinsecticidal activity of *Eugenia jambolana* Lam. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 7, p. 165-170, 2014.

SUN, B.; ZHAO, F.J.; LOMBI, E. & McGRATH, S.P. Leaching of heavy metals from contaminated soils using EDTA. **Environ. Pollut.** v.113, p.111-120, 2001.

VÁLEGA, M.; LILEBO, A.I.; PEREIRA, M.E.; CAÇADOR, I.; DUARTE, A.C.; PARDAL, M.A. Mercury in salt marshes ecosystems: *Halimione portulacoides* as biomonitor. **Chemosphere**, v. 73, p. 1224 -1229, 2008.

# CAPÍTULO 12

## ICTIOFAUNA MARINHA AMEAÇADA DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO MUNDAÚ

Célio Alves Ribeiro  
Ana Nunes Cunha  
Francisco das Chagas da Conceição  
Francisco José Sousa Bonifácio

### RESUMO

O Área de Preservação Ambiental do Estuário do Rio Mundaú é uma unidade de conservação de uso sustentável, sendo sua ictiofauna pouco estudada. Este trabalho teve como objetivo catalogar as espécies de peixes ameaçadas, transpondo as informações em currículo escolar e subsidiar planos de manejo. Estudantes e professores de uma escola de ensino médio participaram da pesquisa, com pesquisa de campo e levantamento bibliográfico. Foram catalogadas quatro espécies ameaçadas: Cavalo Marinho, Tubarão Lixa, Mero e Sirigado. A espécie considerada criticamente em perigo foi o Mero (*Epinephelus itajara*). No período de junho a dezembro/2021, foram registrados 101 espécie de 44 famílias e 16 ordens. Ações antrópicas são apontados como fatores que causam impactos nas produções pesqueiras e na comunidade ictiofaunística.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ictiofauna; Espécies Ameaçadas; Rio Mundaú.

### INTRODUÇÃO

Os estuários funcionam como áreas de alimentação e refúgio para juvenis de peixes marinhos que se reproduzem no mar (SCHAEFFER- NOVELLI, 1995). Além disso, tais ecossistemas compreendem áreas de alimentação utilizadas sazonalmente por adultos de peixes marinhos, além de servirem como habitat definitivo para outras espécies (LOWE-MACCONNELL, 1999). As margens de estuários com a vegetação de manguezal se configuram como um importante hábitat para peixes, pois são zonas de alimentação, abrigo e berçário (THAYER et al. 1987, VANCE et al. 1996, LEY et al. 1999, MORTON 1990, NAGELKERKEN et al. 2000, NAKAMURA et al. 2008).

O estudo sistematizado da ameaça de extinção de espécies de peixes no Brasil teve início em 1989, por iniciativa da Sociedade Brasileira de Zoologia. Através de um processo de consulta ampla à comunidade científica, foi compilada uma lista que continha 78 espécies ameaçadas ou presumivelmente ameaçadas, das quais 11 eram marinhas (ROSA & MENEZES, 1996). A partir do processo de revisão da lista nacional da fauna ameaçada segundo os critérios



da União Mundial para a Natureza (IUCN), novas consultas foram realizadas e outras espécies foram acrescentadas à lista.

A lista oficial atual contém 12 espécies de elasmobrânquios (Chondrichthyes) e sete de teleósteos marinhos (Actinopterygii) ameaçadas, além de outras 32 espécies marinhas (oito elasmobrânquios e 24 teleósteos) consideradas sobreexploradas ou Ameaçadas de Sobreexploração (ROSA & LIMA, 2005).

Dezenove espécies de peixes marinhos reconhecidas como ameaçadas representam apenas 1,5% do total da ictiofauna marinha brasileira. Entretanto, considerando-se que somente 58 espécies foram formalmente avaliadas quanto ao seu estado de conservação, este número pode estar amplamente subestimado (MMA, 2018).

A Área de Preservação Ambiental do Estuário do Rio Mundaú (figura 01), unidade de conservação de uso sustentável, criada por meio do DECRETO Nº 24.414, de 29 de março de 1999, abrange uma área de 1.596,37 hectares e localiza-se na divisa dos Municípios de Trairi e Itapipoca, na costa oeste do Estado do Ceará, a aproximadamente, 165 Km de Fortaleza (CEARÁ, 1999), está inserida no Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos, tendo sua formação predominantemente de sedimentos do terciário-quadernários da Formação Barreiras e depósitos holocênicos de dunas, praias, mangues e aluviões (SOUZA, 2005; SILVA, 1998).

O clima local predominante é o Tropical Quente Semiárido Brando, com pluviosidade em torno de 1.588,8 mm, e temperatura média entre 26° e 28°. O período chuvoso é irregular, com chuvas concentradas no período entre janeiro e abril (IPECE, 2010).

Em relação à vegetação nativa, a área é composta pela vegetação do complexo litorâneo: vegetação pioneira psamófila, vegetação das dunas fixas e manguezais. Os solos predominantes na área são os Neossolos Quartzarênicos e os Gleissolos Tiomórficos. Os Neossolos ocorrem nas faixas de praia, no campo de dunas e a na faixa de transição para o tabuleiro litorâneo. Os Gleissolos ocorrem em áreas de mangue, e se caracterizam por serem solos orgânicos e salinos com baixa fertilidade natural (*Op cit*, 2010).

Logo, a diminuição significativa das áreas ocupadas pelos manguezais e a degradação de importantes complexos estuarinos e baías vêm reduzindo o hábitat de muitas populações de animais e implicando num aumento da competição por alimento, contribuindo consideravelmente para a aceleração da mortalidade de espécies essenciais para a subsistência



de comunidades tradicionais e para a perda da biodiversidade (CAMPOS et al. 2003). Remanescentes de manguezais ainda são bastante utilizadas por comunidades de pescadores e extrativistas, que delas dependem para a sua sobrevivência (DIEGUES, 1987), fazendo destes ecossistemas, áreas fundamentais para a segurança alimentar de pescadores que delas retiram parcela da sua fonte proteica.

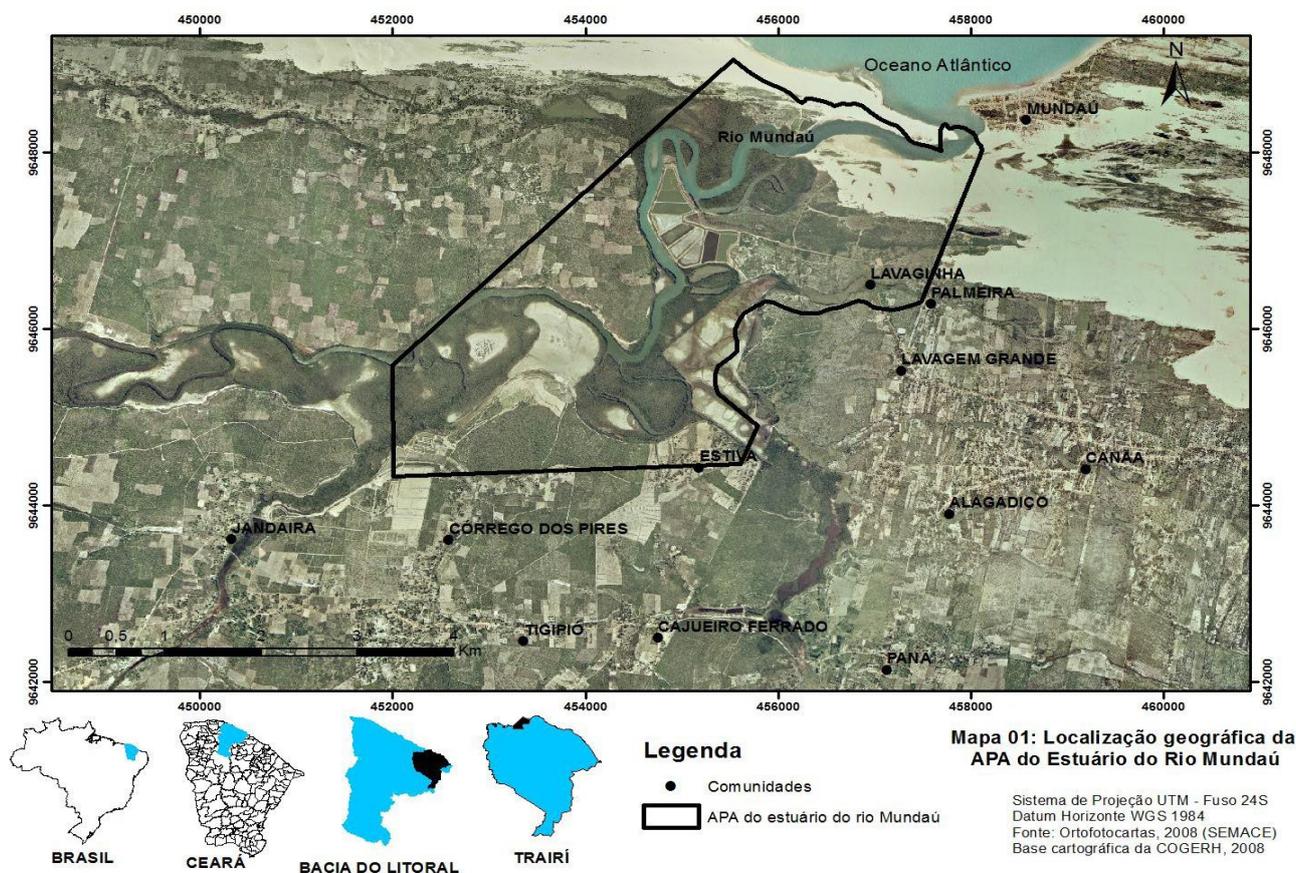
A ictiofauna das áreas de manguezal já foi estudada em algumas localidades do nordeste brasileiro (ESKINAZI, 1970, 1972; VASCONCELOS-FILHO & OLIVEIRA, 1999; PAIVA et al., 2008, 2009). Oliveira (1972, 1974, 1976) e Araújo et al. (2000, 2004) realizaram inventários sobre a ictiofauna estuarina no Ceará utilizando coletas com redes e dados disponíveis na literatura. Contudo, ainda não havia sido realizado um estudo de estrutura de comunidade dos peixes estuarinos do Estuário do Rio Mundaú, sendo superficialmente estudado em ZEE, 2005. Para tanto, este trabalho tem como objetivo catalogar as espécies de peixes ameaçadas, suprimindo esta lacuna e concomitantemente sugerir ações para entidades e comunidades locais, bem como transpor as informações coletadas nesta pesquisa em currículo escolar, seja pelos relatórios e palestras apresentadas pelos estudantes participantes, seja pelos dados científicos submetidos aos pares acadêmicos, podendo nortear a elaboração de planos de manejo para o Estuário do Rio Mundaú.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A Área de Preservação Ambiental do estuário do Rio Mundaú abrange uma área de 1.596,37 hectares e localiza-se nos municípios de Trairi e Itapipoca, no litoral oeste do Estado do Ceará, aproximadamente a 165 km de Fortaleza (MENDES, 2013). A área abarca 12 comunidades: Mundaú, Estiva, Lavaginha, Córrego dos Pires, Tigipió, Palmeiras, Coaça, Cajueiro Ferrado, Panã, Canaã, Alagadiço e Jandaíra. A população local sobrevive diretamente da utilização dos recursos naturais da área, seja pela pesca artesanal, pela agricultura, pelo artesanato, ou pelo turismo.

Nesta experiência de processos educativos horizontalizados onde professor e estudantes participam da produção de conhecimentos, tivemos 25 estudantes da segunda série do ensino médio da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha (Escola do distrito de Canaan, atende comunidades da região da APA do Rio Mundaú) e professores de biologia, numa perspectiva de aliar prática teórica e de campo na sistemática animal.

**Figura 01:** APA do Estuário do Rio Mundaú.



Fonte: Mendes, 2013.

O trabalho teve como método de coleta de dados o uso de planilhas com as principais espécies com nomes científicos e comuns, apresentado em pranchas de imagens acessadas e impressas a partir do banco de dados do Fishbase (disponível em: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)), aplicados junto aos pescadores durante suas atividades pesqueiras ou em sua residência no período diurno num espaço de sete meses, de junho a dezembro de 2021.

Podemos subdividir a metodologia em três fases. Quais sejam:

1- Levantamento de dados secundários – Foram feitas pesquisas em revistas especializadas, como o Arquivo de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, que historicamente publica artigos locais e regionais, bem como através de sites que abarcam publicações em diversas revistas nacionais, como: SCIELO e CAPES. Também foram acessados as plataformas científicas e catálogos de peixes marinhos online, estuarinos e dulcícolas do Brasil e do mundo, tais como; [fishbase.org](http://fishbase.org) e [mma.gov.br](http://mma.gov.br).

2 – Entrevistas com os pescadores e acompanhamento de desembarque por meio das lideranças previamente identificadas e historicamente ligadas ao estuário do Rio Mundaú (figura 04), foram realizadas entrevistas semiestruturadas para definição dos pontos de coleta (contando com o auxílio de prancha com espécies estuarinas e recifais da região), visando abranger os distintos habitats, bem como outras condições relevantes, como áreas degradadas, pontos importantes de pesca, zonas de berçários, banco de algas e demais pontos relevantes à manutenção da biodiversidade e do ciclo vital dos peixes.

3 – Campanhas de campo – Foram abordados 65 pescadores associados ou não a Colônia de Pescadores (Z-4) de Mundaú, de forma aleatória que desenvolvem sua profissão junto APA do Rio Mundaú, de junho de 2021 a dezembro de 2021, sendo os pontos de coleta devidamente georreferenciados (tabela 1 e figuras 02, 03 e 04). As campanhas de campo também aconteciam produção de relatórios das atividades pelos estudantes em caderno de campo devidamente identificado para cada aluno, onde suas percepções serviram para posterior tomada de considerações para este trabalho.

**Tabela 1:** Coordenadas de referência das áreas de coleta de dados para o levantamento da Ictiofauna ameaçada.

Áreas	Zona UTM	Coordenadas (UTM)		Ambientes amostrados
<b>Ponto A</b>	24 M	454121.00 S	9645738.97 W	Estuarino
<b>Ponto B</b>	24 M	454743.58 S	9647628.45 W	Estuarino
<b>Ponto C</b>	24 M	455908.03 S	9647790.40 W	Estuarino

**Fonte:** Autoria própria, 2021.

**Área A** – Região de gamboa onde muitos pescadores deixam redes de espera e aplicam grande esforço de pesca;

**Área B** – Região apontada por pescadores de espécimes de maior biomassa, além de levantamento prévio da ocorrência de espécies de “cavalo marinho”;

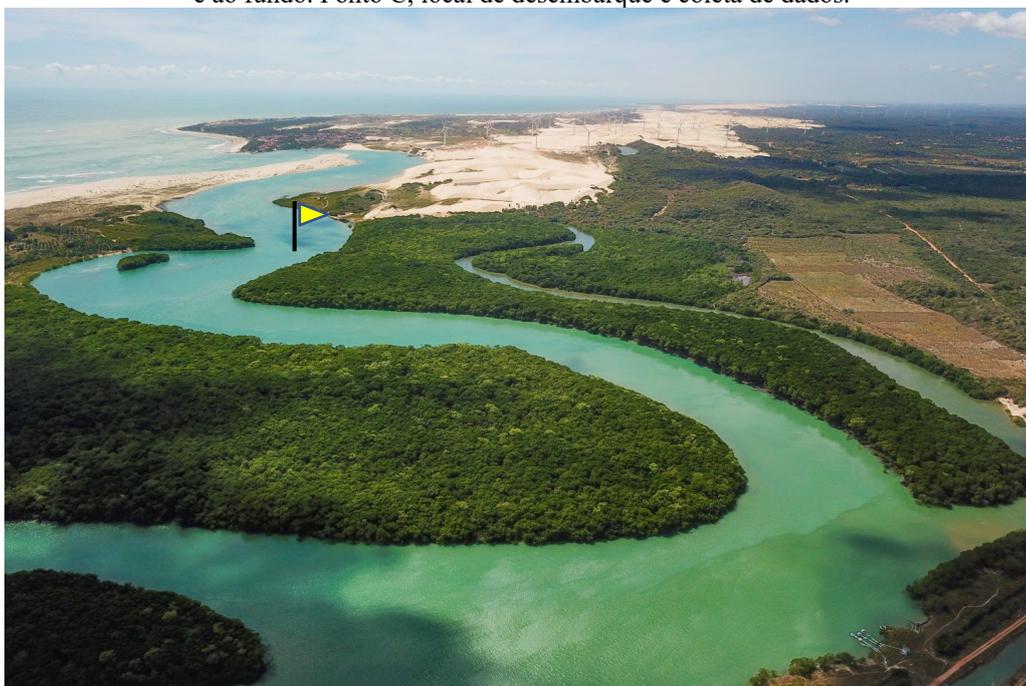
**Área C** – Região de grande esforço de pesca por pescadores locais com uso de redes de emalhar, tarrafas e linha de mão;

**Figura 02:** Vista aérea dos pontos de coletas na APA do Rio Mundaú. Área A – bandeira azul; Área B – bandeira vermelha; Área C – bandeira amarela.



Fonte: Autoria própria, 2021.

**Figura 03:** Vista da APA do Estuário do Rio Mundaú em direção à foz do rio com o distrito de Mundaú no alto e ao fundo. Ponto C, local de desembarque e coleta de dados.



Fonte: Autoria própria, 2021.

**Figura 04:** Trabalho de campo nas coletas de dados com estudantes e pescadores/marisqueiras.



Fonte: Autoria própria, 2021.

## RESULTADOS

Os dados do trabalho apontam que o estuário do rio Mundaú é utilizado como berçário, refúgio, abrigo e zona de alimentação de quatro espécies ameaçadas constantes na lista da IUCN e do Ministério do Meio Ambiente do Brasil – MMA. São estes: Cavalo Marinho, Tubarão lixa, Mero e Sirigado. Veja tabela 1:

**Tabela 2:** Espécies ameaçadas catalogadas no estuário do rio Mundaú.

<b>Espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>	<b>Categoria de ameaça*</b>
<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg, 1933	Cavalo marinho	VU
<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonaterre, 1788)	Tubarão lixa	VU
<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	Mero	CR
<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	Sirigado	VU

\*Categoria de ameaça

\*CR – Criticamente em perigo

\*CR (PEX) – Criticamente em perigo e possivelmente extinta.

\*EN – Em perigo

\*VU – Vulnerável

Fonte: ICMBio/MMA, 2018.

Verificamos ainda que o estuário do rio Mundaú representa grande relevância direta para a segurança alimentar da população local, tendo em vista que dezenas de pescadores artesanais retiram uma parcela de sua fonte proteica e da renda familiar através do consumo e do comércio dos recursos pesqueiros extraído daquele estuário, respectivamente. Um total de 24 espécies, catalogadas através de acompanhamento da pesca artesanal, são utilizadas como fonte de proteína pelos pescadores artesanais e 15 destas espécies são comercializadas nas comunidades no entorno, além de serem consumidas pelas próprias famílias dos pescadores. Apenas a espécie *H. reidi* é comercializada como souvenir, ou utilizada como amuleto, não sendo utilizada na alimentação (Tabela 2).

**Tabela 3:** Espécies alvo da pesca artesanal realizada no estuário do rio Mundaú.

<b>Espécies</b>	<b>Subsistência</b>	<b>Comércio</b>
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	X	
<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	X	
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	X	
<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	X	
<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	X	X
<i>Anisotremus moricandi</i> (Ranzani, 1842)	X	X
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X
<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	X	
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	X	X
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	X	X
<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	X	X
<b><i>Epinephelus adscensionis</i></b> (Osbeck, 1765)	X	X
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	X	X
<i>Haemulon plumierii</i> (Lacepède, 1801)	X	X
<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	X	X
<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg, 1933		X
<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	X	X
<b><i>Lutjanus jocu</i></b> (Bloch & Schneider, 1801)	X	X
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	X	X
<i>Paralichthys brasiliensis</i> (Ranzani, 1842)	X	
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	X	
<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	X	
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	X	
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	X	X
<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	X	X

Fonte: Autoria própria, 2021.

Após o período de levantamento das informações ictiofaunísticas do Estuário do Rio Mundaú (Trairi – Ceará), com base em coletas e entrevistas com pescadores locais no período

de junho a dezembro/2021, foram registrados 101 espécie de 44 famílias e 16 ordens, estando presentes duas classes de gnathostomatas (condrictes e osteíctes).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução da população das espécies ameaçadas pode gerar desequilíbrio na cadeia trófica, sobretudo pelo fato de três destas serem carnívoras de primeira ordem, alimentando-se de uma variada gama de invertebrados.

Os pescadores relataram o assoreamento da foz do rio; a grande quantidade de lixo que entra com as marés para dentro do rio; o barulho das navegações de embarcações de turismo e iates particulares como fatores que prejudicam a pesca com redes de espera; o descarte das águas dos viveiros de camarão, que gera lama em função da grande quantidade de matéria orgânica; o desmatamento da mata ciliar para geração de áreas de pasto para o gado. Citando também que os órgãos ambientais e gerenciadores locais e regionais como; SEMA, SEMACE, IBAMA, ICMBio, Marinha do Brasil e até a Colônia de Pescadores estejam mais presentes na proteção e orientação de suas demandas como pescadores e protetores ambientais primários desse ecossistema e suas espécies, trazendo a crítica da ausência crônica às comunidades nos entornos da APA do Rio Mundaú.

Há uma necessária ação das instituições públicas de ensino e pesquisa no levantamento de dados, produtos de ensino e educação ambiental. Corroborando com as ações, os currículos escolares da educação básica devem contar com disciplinas teóricas e práticas que tenham como objetos, ações conservacionistas e educacionais junto as comunidades locais e seus visitantes.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M.E.; TEIXEIRA, J.M.; OLIVEIRA, A.M.E. **Ictiofauna marinha do Estado do Ceará**, Brasil: Arq. Cienc. Mar. Fortaleza, 2000.

ARAÚJO, M.E.; TEIXEIRA, J.M.; OLIVEIRA, A.M.E. **Peixes Estuarinos Marinhos do Nordeste Brasileiro**. Edições UFC, Fortaleza, 2004.

CEARÁ. **Decreto nº 25414, de 29 de março de 1999**. Dispõe sobre documentos a criação da Área de Preservação Ambiental do Rio Mundaú. Publicado no DOE em 31 de março de 1999.

CAMPOS, A.A.; MONTEIRO, A.Q.; MONTEIRO-NETO, C. **A zona costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada**. AQUASIS, Fortaleza, 2003.

CEARÁ/IPECE. **Perfil básico do município de Trairi, Ceará, 2010.** Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm-2010/Trairi.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2010/Trairi.pdf)> Acesso em: Agosto de 2021.

DIEGUES, A.C.S. **Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litorâneos no Brasil.** In Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, São Paulo, 1987.

ESKINAZI, A.M. **Lista preliminar dos peixes estuarinos e de Pernambuco e Estados vizinhos (Brasil).** Trab. Oceanogr. 9:265-274. 1970.

ESKINAZI, A.M. **Peixes do Canal de Santa Cruz, Pernambuco-Brasil.** 1972.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção.** Vol. VI – Peixes. 1ª Ed. Brasília – DF. ICMBio/MMA, 2018. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article/10187> Acessado em: Outubro de 2021.

LEY, J.A.; MCIVOR, C.C.; MONTAGUE, C.L. **Fishes in mangrove prop-root habitats of Northeastern Florida Bay:** distinct assemblages across an estuarine gradient. Estuarine Coast Shelf Science. University of Florida, USA, 1999.

LOWE-MACCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

MENDES, J. S. **Dinâmica das paisagens da APA do estuário do rio Mundaú: evolução espaço-temporal e potencialidades ambientais.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Ceará, 2013.

MORTON, R.M. **Community structure, density and standing crop of fishes in a subtropical Australian mangrove area.** Mar. Biol. 1990

NAGELKERKEN, I.; VELDE, G.; GORISSEN, M.W.; MEIJER, G.J.; HOF, T.; HARTOG, C. **Importance of mangroves, seagrass beds and the shallow coral reef as a nursery for important coral reef fishes, using a visual census technique.** Estuar. Coast Shelf S. 2000.

NAKAMURA, Y.; HORINOCHI, M.; SHIBUNO, T.; TANAKA, Y.; MIYAJIMA, T.; KOIKE, I.; KUROKURA, H.; SANO, M. **Evidence of ontogenetic migration from mangroves to coral reefs by black-tail snapper *Lutjanus fulvus*: stable isotope approach.** Mar. Ecol- Prog. Ser. 2008.

OLIVEIRA, A.M.E. **Peixes estuarinos do Nordeste oriental brasileiro (Ceará - Brasil).** Arq. Cienc. Mar. Fortaleza, 1972.

OLIVEIRA, A.M.E. **Ictiofauna das águas estuarinas do Rio Parnaíba (Ceará - Brasil).** Arq. Cienc. Mar. Fortaleza, 1974.

OLIVEIRA, A.M.E. **Composição e distribuição da ictiofauna nas águas estuarinas do rio Jaguaribe (Ceará - Brasil).** Arq. Cienc. Mar. Fortaleza, 1976.

PAIVA, A.C.G.; CHAVES, P.T.C.; ARAÚJO, M.E. **Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical.** Rev. Bras. Zool. Curitiba, 2008.

PAIVA, A.C.G.; LIMA, M.F.V.; SOUZA, J.R.B.; ARAÚJO, M.E. **Spatial distribution of the estuarine ichthyofauna of the Rio Formoso (Pernambuco, Brazil), with emphasis on reef fish.** Zoologia. Recife, 2009.

ROSA, R.S.; MENEZES, N. A. **Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaçadas no Brasil.** Revta. Brasil. Zool. Curitiba, 1996.

ROSA, R.S.; LIMA, F.C.T. Peixes, p.65-81. In: A.B.M. Machado, C.S. Martins e G.M. Drummond (org.). **Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Incluindo as Espécies Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados.** Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 160p. 2005.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (coord.). **Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar.** São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

SILVA, E.V. **Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica.** Tese (Professor titular) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia. Fortaleza, 1998.

SOUZA, M. J. N. **Compartimentação geoambiental do Ceará.** In.: Silva. J. B. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico.** Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

THAYER, G.W.; COLBY, D.R.; HETTLER, W.F. **Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida.** Mar Ecol-Prog Ser. 1987.

VANCE, D.J.; HAYWOOD, M.D.E.; HEALES, D.S.; KENYON, R.A.; LONERAGAN, N.R.; PENDREY, R.C. **How far do prawns and fish move into mangroves?** Distribution of juvenile banana prawns *Penaeus merguensis* and fish in a tropical mangrove forest in northern Australia. Mar. Ecol-Prog. Ser. 1996.

VASCONCELOS-FILHO, A.L.; OLIVEIRA, A.M.E. **Composição e ecologia da ictiofauna do Canal de Santa Cruz (Itamaracá - PE, Brasil).** Trab. Oceanogr. 1999.

ZEE. **Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará: ictiofauna dos estuários do estado do Ceará.** Fortaleza, Governo do Estado do Ceará, Universidade Federal do Ceará. 2005. SEMACE/LABOMAR. <http://www.semace.ce.gov.br/> Acesso em: Outubro de 2021.

# CAPÍTULO 13

## ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTES: UMA PROPOSTA DE GESTÃO BASADA NAS FUNÇÕES AMBIENTAIS

**Fábio Luiz Mação Campos**  
**Isabela de Almeida Tonani**

### RESUMO

A gestão ambiental e a delimitação das áreas de preservação permanente (APPs) no Brasil é um tema por vezes controverso e demanda aprimoramentos para que os objetivos dessas áreas possam ser atingidos. A qualidade ambiental dos recursos hídricos e a atual estado de ocupação das APPs mostra o quanto a legislação não vem sendo efetiva. Com base nisso objetivou-se analisar essas questões com mais zelo e propor uma estratégia de delimitação e gestão que possa contribuir de maneira mais efetiva para melhoria da qualidade ambiental. A metodologia para elaboração dessa proposta baseou-se numa revisão bibliográfica e numa análise das funções ambientais das APPs e das dificuldades de aplicação da legislação vigente, mostrando possíveis caminhos a serem trilhados pelos gestores ambientais e legisladores. A proposta apresentada aponta o foco da delimitação das APPs para o exercício de suas funções ambientais e traz alternativas de gestão compartilhadas entre os diversos entes da união e organizações da sociedade civil. Também são apontados caminhos para implementação de dispositivos previstos na legislação e procedimentos a serem adotados para adoção do modelo proposto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão ambiental, Bacia Hidrográfica, Legislação Ambiental, Recursos Hídricos.

### INTRODUÇÃO

Em qualquer âmbito das atividades humanas a perpetuação de equívocos através dos tempos é muito comum e isso parece ser o caso do estabelecimento das regras para demarcação das áreas de preservação permanentes (APPs). Esses equívocos tendem a ser combatidos através do questionamento da realidade encontrada e da realização de pesquisas científicas.

A realização do trabalho surge da inquietação dos autores com duas questões: O desrespeito à legislação de APPs e os valores arbitrários replicados de legislação em legislação há anos. Por isso, nas próximas páginas, um importante questionamento e propostas para a delimitação de APPs serão levantados, a fim de contribuir para a mudança de um paradigma que pode ser considerado um dos equívocos da legislação ambiental brasileira.

Problemas como a poluição do ar, água e solo, alterações climáticas e extinção de espécies são conhecidos e nortearam um pensamento comum pela conservação ambiental, cujas



leis ambientais têm a função de regular as ações humanas impactantes, não só nas áreas rurais, mas também nas zonas urbanas, nas quais a concentração populacional é maior (CAMPAGNOLO et al., 2017).

Na concepção de Azevedo e Oliveira (2013), um dos temas mais polêmicos no âmbito da gestão ambiental diz respeito ao regime jurídico das áreas de preservação permanente – APPs. Estas áreas são legalmente protegidas e possuem a “função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (BRASIL, 1965).

O uso da terra afeta a produção de água, intervindo no manejo de bacias hidrográficas pois, dependendo do tipo de vegetação e das práticas exercidas pelo homem, a produção de água pode ser alterada de forma favorável ou prejudicial aos usuários da bacia (MOREIRA et al., 2015). Desse modo, as atividades humanas influenciam de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia coadjuvando os crescentes impactos que o homem provoca na natureza.

A aplicabilidade da lei, no entanto, é algo bastante discutido nos órgãos públicos incumbidos de ordenar o uso e a ocupação do solo e nos órgãos ambientais, responsáveis diretos pela gestão ambiental dessas áreas (CAMPOS, 2009). Segundo Boin (2005), mesmo após a aprovação do Código Florestal, a ocupação das áreas de preservação permanente continuou a ocorrer de forma rápida e a busca pela produção de alimentos, água potável mais acessível, madeira e combustível foram atrativos para ocupação dessas áreas.

As Áreas de Preservação Permanente foram estabelecidas pela Lei nº 4.771, de 1965 (BRASIL, 1965), que instituiu o Código Florestal. Embora a Constituição Federal de 1988 inclua normas de proteção ambiental, o Código Florestal aborda a questão com mais detalhes e traz outras diretrizes para a gestão da cobertura vegetal nativa. As APPs foram alteradas pela Lei nº 7.803/1989, Lei nº 11.284/2006 (CONAMA, 2006) e pela Medida Provisória nº 2.166-67/2001 (Brasil, 2001). Em 2012, foi aprovada a alteração do Código Florestal Lei 12.651/12.

De acordo com Coutinho (2013) o código florestal faz menção das APPs de forma geral, porém, não impõe critérios e limites de áreas a serem considerados, ficando então para os estados e municípios atribuírem esses limites de acordo com as características próprias dessas áreas a serem denominadas de preservação permanente, ou seja, ainda que se proponha limites de proteção, fica ao encargo do estado e município seguir o mesmo padrão ou alterá-lo desde



que respeite o limite mínimo dessas áreas. Porém, a convenção jurídica não permite que estados e municípios sejam menos restritivos, limitando as possibilidades dos agentes estaduais e municipais diante da lei federal.

Para Campos (2009), um importante fato a ser analisado são as enormes diferenças naturais e culturais existentes no país, pois a própria legislação florestal federal reconhece as particularidades do território para estabelecimento de percentuais das propriedades rurais que devem ser reconhecidas como reserva legal. Segundo este autor, um dos biomas mais influenciados com a edição da lei e com o estabelecimento desses critérios gerais para delimitação e intervenção em APPs é a mata atlântica, onde se localiza a maior parte da população e da economia brasileira.

Neste trabalho, as principais características e funções ambientais (ou serviços ambientais) das APPs serão analisadas juntamente com a efetividade da legislação em vigor e, com bases nessas análises e de outras realizadas em outros trabalhos, uma nova proposta de demarcação das áreas de preservação permanente será apresentada com vistas ao aumento da disponibilidade hídrica, quantitativamente e qualitativamente.

O cumprimento das funções ambientais das Áreas de Preservação Ambiental será o cerne da discussão e será apoiada na análise de estudos de caso sobre APPs e nas dificuldades de aplicação da legislação.

## **METODOLOGIA**

Tendo em vista os questionamentos que motivaram a realização deste estudo, definiu-se uma metodologia que consistiu basicamente em 3 etapas. A primeira foi uma a realização de uma revisão de literatura sobre funções ambientais das APPs seguida de uma análise do cumprimento das funções ambientais diante do cenário atual encontrado no Brasil, tanto em termos da letra da lei quanto em relação à efetividade da mesma.

Essa etapa foi seguida por outra que, complementarmente, realizou uma análise de alguns estudos de caso sobre APPs, focando principalmente na identificação das dificuldades de aplicação da legislação atual, considerando pontos de vista práticos, culturais e institucionais.

A terceira etapa consistiu na elaboração de uma proposta para gestão de áreas protegidas com vistas ao aumento quali-quantitativo da disponibilidade hídrica que foi realizada com base



nas informações levantadas nas duas etapas anteriores. Ou seja, trata-se de uma proposta que visa estabelecer novos critérios de demarcação das APPs com base nas funções ambientais desempenhadas pela ação conjunta de todas as modalidades de APP e também nas possibilidades de aplicação junto à realidade brasileira vigente.

Por fim, fazem-se recomendações que podem auxiliar na adoção dessa nova estratégia e garantir uma transição entre o modelo de demarcação vigente e a nova proposta apresentada.

### **A LEGISLAÇÃO ATUAL E AS FUNÇÕES AMBIENTAIS DAS APPs**

A Lei nº 4.771/1965 sofreu diversas alterações e acréscimos por meio de resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Posteriormente, o Código Florestal foi totalmente revogado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, atualmente em vigor.

De acordo com relatório do Ministério do Meio Ambiente (2011), a função das APPs não está baseada apenas na preservação da biodiversidade, a sua função ambiental é muito mais abrangente, pois estas áreas são importantes na proteção de espaços de relevância para a conservação da qualidade ambiental como a estabilidade geológica, a proteção do solo, assegurando assim, o bem estar das populações humanas.

Uma função ambiental de importante destaque das APPs está relacionada à proteção dos recursos hídricos por meio de manutenção e recarga de aquíferos para abastecimento de nascentes, além de proteção de encosta e deslizamentos que são proporcionadas pelas áreas protegidas em topos de morros, uma vez que a cobertura vegetal existente exerce um efeito tampão capaz de minimizar o impacto das precipitações sobre o solo, reduzindo assim o carregamento de elementos do solo e assoreamento dos cursos hídricos (MMA, 2011).

As APPs são definidas para diversas porções do território de acordo com suas características como pode ser visualizado na Quadro 1. Algumas modalidades de APPs tem sua função definida a partir das características fitogeográficas da área como é o caso dos manguezais, onde toda sua extensão deve ser protegida. Noutros casos, a extensão deve ser definida com base na função exercida, sem uma definição legal da extensão a ser preservada, como é o caso das restingas em que a legislação inclui como APP as faixas fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.

No caso dos corpos hídricos, os limites são pré-definidos e são justamente essas áreas que suscitam os maiores dilemas acerca da aplicação da legislação. Por esse motivo, este será maior foco de discussão deste artigo.

**Quadro 1:** Critérios de Delimitação das Áreas de Preservação Permanente no Brasil.

Categorias	Delimitações	Finalidades
Margens dos cursos de água	30 a 500 metros.	Preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo genético de fauna e flora; proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.
Áreas ao redor de lagos e lagunas naturais	50 metros a 100 metros em zona rural e 30 metros em zona urbana.	
Áreas ao redor dos reservatórios de água artificiais	Depende da licença ambiental.	
Áreas ao redor das nascentes e dos olhos de água perenes	50 metros.	
Encosta de morros ou partes das encostas	Com declividade superior a 45°, equivalente a 100% em linha de maior inclinação.	
Restingas	Porções fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues.	
Mangues	Em toda a sua extensão.	
Bordas dos "tabuleiros" ou "chapadas"	Até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais.	
Topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25°	2/3 superior.	
As áreas em altitude superior a 1.800 metros	Qualquer vegetação.	
Em veredas.	50 metros, a partir do espaço permanentemente pantanoso e cheio de água.	

**Fonte:** Marenzi e Logarete (2018).

Segundo Costa (2010), ocorreu a primeira alteração da promulgação da Lei 4771/1965, através da Lei 7.511 de 7 de julho 1986, que promoveu o primeiro aumento das dimensões e metragens das APPs de curso d'água e, em seguida, a Lei 7.803 de 18 de julho de 1989. Essas alterações fizeram com que, a partir de 1986 as faixas mínimas de proteção em corpos d'águas saltassem de 5 para 30 metros.

Para a demarcação de limites territoriais das APPs de matas ciliares, a referência da Lei 12.651/2012 é o leito regular do rio, enquanto, na revogada Lei 4.771/1965, a referência para a delimitação era seu nível mais alto de inundação. Assim, o risco de inundação em futuras ocupações aumenta, pois foi levado como parâmetro o curso regular do rio, de modo que o leito de cheia não é levado em consideração com a preservação.

A delimitação dessas áreas ripárias, no entanto, já foi alvo de diversas pesquisas realizadas por diversos autores em condições fisiográficas diferentes. Alguns desses estudos foram revisados e compilados por Silva (2003) que mostrou a existência de grandes variações

nas áreas delimitadas, que são mostradas no quadro 2. O autor apontou que para estimar a largura da faixa ciliar deve-se incluir levantamento histórico-social da área estudada e que uma metodologia ideal é aquela que considera vários fatores relacionados às funções da vegetação ciliar.

**Quadro 2:** Intervalos de Faixas marginais propostas para cumprimento das funções ambientais (metros).

<b>Função Ambiental</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Estabilidade de taludes	10	15
Habitat e alimento de peixes	50	-
Remoção de Nutrientes	3,8	280
Agrotóxicos	20	-
Controle de Sedimentos	9	52
Temperatura do rio	12	-
Controle de Enchentes	60	-
Habitat da Vida Silvestre	30	175

Fonte: Silva (2003).

É necessário observar que em alguns casos nem todas as funções precisam ser desempenhadas. Em áreas urbanas por exemplo, a estabilidade de taludes e controle de enchentes podem ser primordiais enquanto funções ligadas à habitat da vida silvestre e remoção de nutrientes não fazem tanto sentido de serem observadas.

Ou seja, dependendo das características locais, as demarcações precisam de atender a critérios diferentes e conseqüentemente teriam valores diferenciados a serem preservados.

Com base nisso, é que se propõe que as funções a serem desempenhadas por cada APP seja analisada individualmente, possibilitando o estabelecimento de limites que atendam, sempre que possível, os objetivos de preservação e a demanda por espaço das atividades sociais e econômicas.

## **A APLICAÇÃO DA LEI E A REALIDADE BRASILEIRA**

A legislação referente à demarcação de APPs ainda gera dúvidas entre os técnicos da área ambiental e cidadãos que muitas vezes não tem consciência da existência da legislação ou desconhecem os procedimentos relacionados à sua delimitação. Além das dificuldades de ordem técnica relacionadas a delimitação, existem outros fatores são um pouco controversos



como as diferenças restrição de acordo com a cronologia das ocupações e o tamanho das propriedades onde as APPs estão inseridas.

As APPs vêm sendo utilizadas de forma indiscriminada, principalmente para fins agrícolas, causando alteração da estrutura do solo e resultando na sua compactação (IORI, JÚNIOR, SILVA, 2012). O turismo e a especulação imobiliária são exemplos de atividades as quais ocorrem no processo de ocupação do espaço no entorno de áreas de preservação permanente, nota-se com isso o grande interesse para construções próximos de lagos e lagoas, onde é possível observar em muitos casos o descumprimento do que estabelece a legislação ambiental pertinente (MESQUITA, CRUZ, PRINHEIRO, 2012).

Outros trabalhos mostram como a legislação referente à ocupação de APPs não é suficiente Brasil afora, como Borges et al. (2011) que expõe como a preservação das áreas permanentes que margeiam corpos d'água, principalmente em zonas urbanas, são ignoradas. Brancalion et al. (2016), aponta que muito da vegetação original que hoje precisa ser recuperada foi perdida tanto em consequência da supressão legal, antes da existência de leis ambientais ou do fortalecimento de leis existentes, como da ilegal, feita em desacordo com a legislação ambiental por razões diversas, como a falta de um zoneamento ou planejamento agrícola e ambiental que regulasse o avanço da fronteira agrícola, o incremento da área cultivada, o desconhecimento da legislação ou a sensação de impunidade decorrente da fiscalização falha.

As faixas marginais de cursos d'água constituem a maior fonte de conflitos em APP's, provavelmente porque representam as principais áreas com restrições ambientais em zonas urbanas e rurais e por ser extremamente comum o estabelecimento de aglomerações urbanas e de lavouras agrícolas próximo aos rios. Por tratarem-se das áreas mais importantes do estudo e de existir grande diversidade de variáveis que influenciam as funções ambientais e as restrições à ocupação dessas áreas, dispensaremos maior atenção na discussão desta modalidade de APP nessa discussão.

Para o caso dessas APPs, a legislação prevê que as áreas consolidadas até 22 de julho de 2008 deverão ter a recomposição de sua vegetação marginal em faixas que variam entre 5 e 50 metros a depender do tamanho da propriedade em que se está inserida. Observa-se que, enquanto a delimitação original das APPs é relacionada à largura do curso d'água, a recomposição é condicionada ao tamanho da propriedade rural. Em nenhum dos casos o



cumprimento das funções ambientais da APP é levado em consideração para estabelecimento da faixa de proteção.

Pensando no processo de fiscalização de campo dessas áreas pelo poder público, criam-se 2 dificuldades para sua realização. A primeira delas é a identificação se a área estava ou não consolidadas até 2008 e a segunda é ter acesso imediato aos dados sobre o tamanho da propriedade rural.

Com o atual estágio e disponibilidade das ferramentas e acervo dos produtos do sensoriamento remoto a primeira delas pode ser solucionada para a maior parte dos locais do território nacional, porém isso demanda algum conhecimento técnico e acesso às ferramentas adequadas.

As informações sobre o tamanho podem ser acessadas através do Cadastro Ambiental Rural (CAR), no entanto há de se considerar que se trata de um cadastro de caráter declaratório e que não tem uma fiscalização de veracidade das informações.

A fim de promover a melhoria das condições ambientais das APPs a legislação prevê a regularização de ocupações nas áreas rurais através dos Programas de Regularização Ambiental (PRAs), que é um conjunto de regras sobre o processo de regularização perante o novo Código Florestal. A adesão ao programa permite que o produtor regularize a situação ambiental de sua propriedade ou posse rural com metragens diferenciadas de APP (LIMA e MUNHOZ, 2016).

Porém, mesmo após mais de dez anos da aprovação da legislação, as iniciativas de implantação de PRAs ainda são incipientes em termos de território e as funções ambientais das APPs não são o alvo principal do programa.

No que diz respeito às áreas urbanas, o código florestal prevê o REURB, ou seja, a regularização fundiária urbana por meio da aprovação do projeto e embasada em estudo técnico prévio.

No entanto, a legislação refere-se apenas a regularização de núcleos urbanos informais mantendo o vácuo legal para os núcleos formais e não contemplando os que foram instalados anteriormente à publicação da legislação de APPs.

Mesmo com as lacunas e dificuldades de aplicação, essas possibilidades de regularização foram um grande avanço legislativo uma vez que não haviam instrumentos para intermediar os conflitos entre os usos atuais e as exigências impostas pela legislação.



Conforme apontou Campos (2009) a aplicação da legislação de APPs sem essas possibilidades de regularização traria diversos impactos econômicos e sociais e exigiria um esforço imenso de controle. Além de poder causar outros impactos ambientais pela necessidade de rearranjo dos usos do solo e da ocupação de novas áreas.

## **UMA PROPOSTA DE DEMARCAÇÃO COM BASE NAS FUNÇÕES AMBIENTAIS DAS APPs**

A análise dos estudos científicos e da situação atual das APPs no Brasil leva a concluir que o eixo norteador de uma proposta efetiva de gestão ambiental das APPs deve se concentrar na maneira de demarcá-las, tomando-se sempre como base o exercício das funções ambientais de cada área. Atualmente, as APPs são demarcadas baseadas nos valores prescritos pela legislação, cuja delimitação é baseada em critérios matemáticos, que por considerarem poucas variáveis e serem únicos para todo o território nacional nem sempre são os mais indicados ambientalmente e socialmente, podendo refletir em áreas insuficientes para garantir as funções ambientais das APPs ou em áreas serem demasiadamente restritivas.

Assim, a proposta aqui apresentada é que os valores estabelecidos (tais como as metragens de margens de corpos hídricos e nascentes, valores de declividade, ou fração das elevações), sejam apenas sugestões, sendo a funcionalidade dessas áreas o principal fator utilizado para demarcação das APPs.

A proposta prevê que as responsabilidades de gestão sejam compartilhadas, com diretrizes nacionais, critérios estaduais, normas regionais e monitoramento local. As diretrizes gerais seriam de competência federal, que poderiam ser dispostas por grandes regiões mais ou menos homogêneas, como os domínios morfoclimáticos e suas faixas de transição ou os biomas brasileiros. Essas diretrizes devem estar ligadas às questões relacionadas às propostas de manutenção da biodiversidade do ecossistema e estratégias nacionais de preservação e uso e ocupação do solo.

Os estados teriam dois papéis de suma importância nessa proposta de gestão, o primeiro seria de criar uma regionalização baseada nas especificidades naturais de seu território, onde fossem considerados os fatores naturais que podem influir no exercício das funções ambientais das APPs. Essas “regiões individualizadas” podem ser tantas quanto for a diversidade de paisagens do estado, para que as demarcações de APPs sejam aptas a garantir que as funções sejam adequadamente avaliadas.

Para essas “regiões individualizadas”, seriam criados critérios e procedimentos para demarcação das APPs, baseados nas características da região e nas estratégias e metas de conservação ambiental. A última instância de demarcação das APPs seria estritamente técnica e local, tomando como unidades de gestão as bacias hidrográficas e integrado aos comitês e agências de bacia para a realização dos estudos técnicos que finalmente definiriam as áreas a serem preservadas.

A fiscalização, como preconiza a legislação, é responsabilidade compartilhada por todas as esferas de governo, já o monitoramento da eficiência das demarcações realizadas seria realizado principalmente pelos municípios ou pelos comitês de bacias hidrográficas, conforme a conveniência de cada região. Uma síntese da proposta, considerando suas principais características, é mostrada no quadro 3.

**Quadro 3:** Atribuições das instituições e esferas de governo.

Órgãos/ Entidades	Parâmetros Considerados	Atribuições/ Funções	Escala de trabalho
Governo Federal/ MMA/ CONAMA	Manutenção da biodiversidade do ecossistema e em estratégias nacionais de preservação e uso e ocupação do solo	Criação de diretrizes gerais	Biomass/ Domínios Morfoclimáticos
Governos Estaduais	Características naturais Regionais	Criação de regionalização / regiões individualizadas	Estado
Governos Estaduais/ Câmaras técnicas/ Entidades de Classe/Conselhos Profissionais	Características naturais Regionais	Estabelecimento de critérios e procedimentos de demarcação	Região Individualizada
Governos Municipais/ Comitês de Bacia	Qualidade da água/ Exercício das Funções das APP's	Monitoramento das funções ambientais	Bacias hidrográficas
Profissionais/ Empresas Privadas/ Governos Municipais	Características Locais	Demarcação das APP's	Propriedade/ Grupo de propriedades/ Núcleos Urbanos

Fonte: Campos (2009).

Essas estratégias podem ser integradas às possibilidades de regularização de APPs já previstas em lei, como o PRA e o REURB, porém, estariam baseadas primordialmente nas funções ambientais exercidas pelas áreas a serem demarcadas e com foco nos recursos hídricos.

Outras possibilidades, como detalhado por Campos (2009) que poderiam apoiar essa proposta são a criação de normas técnicas para subsídio à delimitação de APPs, a integração da



legislação de APPs ao enquadramento dos corpos hídricos e a criação de programas de pagamento por serviços ambientais (PSA).

Destaca-se que através dos programas de PSA, propriedades rurais com maior extensão de áreas relevantes para o exercício das funções ambientais deveriam ser compensadas de alguma forma pela inutilização dessas áreas para fins produtivos, seja pelo abatimento de impostos ou uma compensação financeira advinda da cobrança de recursos hídricos ou fundos de outorga onerosa de outras propriedades que tenham maior flexibilidade para ocupação das APPs.

A implantação deste modelo demandaria uma estratégia de transição do modelo atual e possivelmente algumas adaptações legislativas. Baseado nisso, uma proposta de transição foi criada por Campos (2009). Essa proposta, sugere a manutenção dos limites atuais até estabelecimento das normas locais, a escolha de áreas modelo para aplicação local da metodologia com o apoio de comitês de bacias hidrográficas e com a emissão de laudos de demarcação das APPs.

Outra possibilidade para gestão das APPs e garantia do exercício de suas funções ambientais é a aplicação de medidas artificiais para compensação. Práticas mecânicas de controle de erosão, como a construção de terraços, podem auxiliar a contenção dos processos erosivos, o carreamento de sedimentos e nutrientes a corpos hídricos e auxiliar a infiltração de água no solo e recarga de aquíferos, assim como na regularização da vazão hídrica com diminuição das vazões de pico e aumento das vazões mínimas.

As funções relacionadas à estabilização geomorfológica de margens, à contenção da erosão fluvial e marinha e à prevenção de desastres naturais advindos desses eventos são comumente substituídas por obras de engenharia. Essas obras, podem substituir as funções de mitigação de desastres das APPs.

O monitoramento do cumprimento das funções ambientais é primordial para a estabelecimento deste modelo de gestão a fim de avaliar o cumprimento ou não das funções ambientais. Para isso se propõe uma avaliação integrada das funções das APPs e se ressalta a importância da bacia hidrográfica como unidade de planejamento.



O crescente uso de modelos hidrológicos pode auxiliar na definição tanto de medidas compensatórias como no estabelecimento de estratégias de gestão integrada das áreas a serem protegidas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho apresenta de forma sucinta uma proposta de delimitação e gestão das APPs focada na melhoria quali-quantitativa dos recursos hídricos, para isso fez um breve resgate à importância da observação das funções dessas áreas e uma análise das dificuldades e possibilidades de aplicação da legislação.

Ressaltou-se que o exercício das funções ambientais deve, tanto quanto possível, ser o objetivo principal das estratégias de gestão e foram apontados alguns caminhos para isso.

A proposta ora apresentada precisa de pactuação com a sociedade como um todo e está sujeita a novas descobertas científicas, portanto está aberta a alterações e aprimoramentos.

Para apresentar a proposta, o trabalho teve foco em APPs relacionadas à disponibilidade hídrica, porém o conceito pode ser estendido para outros aspectos previstos na concepção das APPs.

Pesquisas mais aprofundadas sobre o exercício das funções ambientais são sempre recomendadas para auxiliar na melhoria da demarcação e gestão de áreas protegidas, porém, diante do conhecimento já acumulado acerca dos processos ambientais, julga-se ser imperioso iniciativas de monitoramento integrado do exercício dessas funções e a elaboração de estudos sobre estratégias para aplicação das medidas já previstas na legislação como o PRA e o REURB.

Espera-se que as propostas aqui contidas possam auxiliar os gestores ambientais e legisladores em busca de um ambiente mais equilibrado, seguro e saudável para todos.

## **REFERÊNCIAS**

AZEVEDO, R. E. S. DE; OLIVEIRA, V. P. V. DE. Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente – APPs – urbanas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 29, n. 0, 30 abr. 2014.

BORGES, L. A. C. et al. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. *Ciência Rural*, v. 41, p. 1202-1210, 2011.

BOIN, M. N. Áreas de Preservação Permanente: Uma visão prática. In: Centro de Apoio Operacional de Urbanismo e Meio Ambiente. (Org.). Manual Prático da promotoria de Justiça do Meio Ambiente. 1 ed. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2005, v. 2, p. 849-861.

BRANCALION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. *Natureza & Conservação*, v. 14, p. e1–e16, abr. 2016.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651compilado.htm). Acesso em 21 jul 2022.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L4771.htm>. Acesso em: 21 jul. 2022.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1o, 4o, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei no 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2001. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/mpv/2166-67.htm#:~:text=O%20propriet%C3%A1rio%20rural%20poder%C3%A1%20instituir,com%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20permanente](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm#:~:text=O%20propriet%C3%A1rio%20rural%20poder%C3%A1%20instituir,com%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20de%20preserva%C3%A7%C3%A3o%20permanente). Acesso em: 21 jul. 2022.

CAMPAGNOLO, K. et al. ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE UM RIO E ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO DE PROTEÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 3, p. 831–842, 31 ago. 2017.

CAMPOS, F. L. M. Áreas de preservação permanente: efetividade da legislação e novas propostas para gestão ambiental territorial. 2009. 155f. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado)–Engenharia Ambiental, Instituto Federal Fluminense, Macaé, 2009.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n. 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente - APP. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>. Acesso em: 21 jul. 2022.

COSTA, J. M. L. M. Estudo teórico sobre a determinação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais ao curso d'água através da análise de fatores ambientais no âmbito da bacia hidrográfica: enfoque geomorfológico. 2010. Dissertação (Mestrado)–Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010.

COUTINHO, L. M. et al. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio da Prata, Castelo-ES. Floresta e Ambiente, 2013.

IORI, P.; JUNIOR, M. de S. D.; DA SILVA, R. B. Resistência do solo à penetração e ao cisalhamento em diversos usos do solo em áreas de preservação permanente. Bioscience Journal, v. 28, n. 1, 2012.

LIMA, R. C. A.; MUNHOZ, L. Programas de Regularização Ambiental (PRAs): um guia para orientar e impulsionar o processo de regulamentação dos PRAs nos estados brasileiros. São Paulo: Agroicone, 2016.

MARENZI, R. C.; LONGARETE, C. As áreas protegidas no Brasil e os serviços ecossistêmicos ante as inundações: finalidade ou casualidade? Cuadernos de Geografía Revista Colombiana de Geografía, v. 27, n. 2, 2018.

MESQUITA, E. A.; CRUZ, M. L. B. DA. GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS FORMAS DE USO DA TERRA NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) DA LAGOA DO URUAÚ – BEBERIBE/CE. REVISTA GEONORTE, v. 3, n. 5, p. 1509–1518, 12 nov. 2012.

NERY, C. V. M. et al. Aplicação do Novo Código Florestal na avaliação das Áreas de Preservação Permanente em topo de morro na sub-bacia do Rio Canoas no município de Montes Claros/MG. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 6, p. 1673-1688, 2013.

MOREIRA, T. R. et al. Confronto do Uso e Ocupação da Terra em APPs no Município de Muqui, ES. Floresta e Ambiente, v. 22, p. 141–152, 2015.

SILVA, R. V. da. Estimativa de Largura de Faixa Vegetativa para Zonas Ripárias: Uma Revisão. In: Anais do I Seminário de Hidrologia Florestal – Zonas Ripárias, PPGEA-UFSC, 2003.

# CAPÍTULO 14

## SUPRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE NO PARNAMUL - LAGES (SC)<sup>1</sup>

**Francine Malinverni Freitas**  
**Lucia Ceccato de Lima**  
**Grazielle Schemes Oliveira**

### RESUMO

O acesso as áreas verdes tem sido cada vez mais restrito devido as mudanças sociais e espaciais das cidades. O município de Lages (SC) apresenta taxa de urbanização de 98,2%, o que resulta numa dinâmica de uso e ocupação do solo que tem por características o adensamento populacional, a verticalização, a valorização imobiliária e a impermeabilização do solo urbano. No entanto, mesmo que a dinâmica de uso e ocupação do solo seja esta, é fundamental que seja oportunizada à população o direito a usufruir de espaços livres, seja para o lazer, contemplação ou apreciação e educação ambiental. A cidade de Lages (SC) tem o privilégio de contar com uma Unidade de Conservação de Proteção Integral no perímetro Urbano. Diante disso, a presente pesquisa analisou a supraestrutura existente no Parque Natural Municipal João José Teodoro da Costa Neto (PARNAMUL), Lages – SC e entorno. O objetivo deste estudo foi identificar a supraestrutura do parque articulada ao meio ambiente do mesmo e propor um pré-projeto de elementos arquitetônicos. A abordagem metodológica da pesquisa caracterizou-se como qualitativa com a análise FOFA (SWOT) e proposição de um pré-projeto arquitetônico e paisagístico para a Unidade de Conservação. Como resultado obteve-se que o PARNAMUL possui fortalezas a serem mantidas e ampliadas, oportunidades a serem desenvolvidas, fraquezas a serem superadas e ameaças a serem dirimidas. Diante dos resultados da análise FOFA, foi proposto um estudo, onde são contempladas estruturas, apoios, equipamentos arquitetônicos para contribuir com a implantação de elementos básicos para plena utilização do PARNAMUL. Uma cidade com uma população de aproximadamente 160 mil habitantes, com maior extensão territorial do Estado, caracterizada de interior, localizada na região serrana, com um clima temperado subtropical, e serviços regionais de educação, financeiro e de saúde consolidados, ainda conta com o PARNAMUL que tem atributos cênicos, históricos e ambientais que são potenciais turísticos que podem contribuir com o desenvolvimento regional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio Ambiente. Estruturas Arquitetônicas. PARNAMUL. Supraestrutura. Análise FOFA.

### INTRODUÇÃO

Até meados da década de 60, o Brasil ainda era considerado um país majoritariamente rural apresentando uma taxa de urbanização de 44,7%. No entanto, a taxa de urbanização

---

<sup>1</sup> Pesquisa fomentada pelo Art. 170 do Programa de Bolsas de Estudo da Educação Superior de Santa Catarina.



atualmente ultrapassa os 80%, fazendo com que os moradores das áreas urbanas pouco tenham acesso às áreas verdes (CENSO DEMOGRÁFICO, 2011).

Pesquisas recentes têm verificado que o acesso da população aos espaços com maior biodiversidade ambiental ajuda na promoção de bem estar e conseqüente melhoria na qualidade de vida destas pessoas, os usuários entrevistados por estas pesquisas relataram sensações como satisfação pessoal, fuga da rotina, tranquilidade, dentre outros (LONDE, 2014; CARRUS et. al, 2015). Além da sensação emocional relatada pelos participantes, outras pesquisas têm revelado um aumento no conforto térmico, acústico e ambiental dos locais onde os espaços verdes estão instalados (VILANOVA; MAITELLI, 2015).

Segundo o Censo 2010, a cidade de Lages apresenta taxa de urbanização de 98,2%, superando grandes centros urbanos como Florianópolis com taxa de 96,2% e Joinville com 96,6%. Assim, discutir e problematizar sobre o acesso dos cidadãos aos espaços de lazer e áreas verdes é um item fundamental para a promoção de políticas públicas que estejam pautadas no bem estar destas pessoas (CARRUS et. al, 2015). Além disso, não basta somente dispor destes espaços urbanos, é preciso que estes encontrem-se devidamente aparelhados e cumprindo sua função socioambiental.

A Constituição Brasileira também preconiza, em seu art. 225, que todo cidadão tem direito a um ambiente ecologicamente equilibrado. Para atender a esse requisito, o Plano Diretor do Município de Lages instituiu duas áreas especiais: Área de Especial Interesse Institucional (AEII) e Área de Especial Interesse Ambiental (AEIA). As AEII destinam-se à execução de equipamentos urbanos e comunitários tais como hospitais, unidades de saúde, cemitérios, abertura de ruas, escolas, creches, espaços de lazer e outros equipamentos destinados ao atendimento do público em geral. Já as AEIA destinam-se ao cumprimento das legislações e diretrizes de preservação do patrimônio cultural e ambiental. Elas podem ser subdivididas em: Áreas Especiais de Proteção do Ambiente Natural; Áreas Especiais de Preservação e Revitalização do Ambiente Cultural e Áreas Especiais de Requalificação Ambiental (LAGES, 2007).

Assim, atendendo aos pressupostos contidos na Constituição Brasileira, os espaços de lazer são os locais que podem contribuir para um ambiente melhor qualificado dentro de um município. Pesquisas demonstram que, quanto maior for o aparelhamento urbanístico e maior



for a diversidade de uso nestes locais, menor é a chance destes espaços ficarem ociosos (BAHIA, 2012).

A conservação, a preservação e a proteção da natureza de acordo com os conceitos da Lei 9.985/00, são ações essenciais e ainda legalmente amparadas para garantia da sobrevivência dos seres vivos. Diante disso, há criação das Unidades de Conservação no Brasil, mas na sua grande maioria, mesmo sendo criadas, não há efetiva implantação (LIMA, 2007). Exemplo disso, em 1995 houve a criação do Parque Natural Municipal de Lages – SC – PARNAMUL, que até o momento, não foi efetivamente implantado, esta pesquisa visa apontar os fatores que influenciam na apropriação da população para com este espaço.

O acesso às áreas verdes tem estado cada vez mais restrito devido às mudanças sociais e espaciais. O município de Lages apresenta taxa de urbanização de 98,2%, o que resulta numa dinâmica de uso e ocupação do solo que tem por características o adensamento populacional, a verticalização, a valorização imobiliária e a impermeabilização do solo urbano (CENSO, 2011).

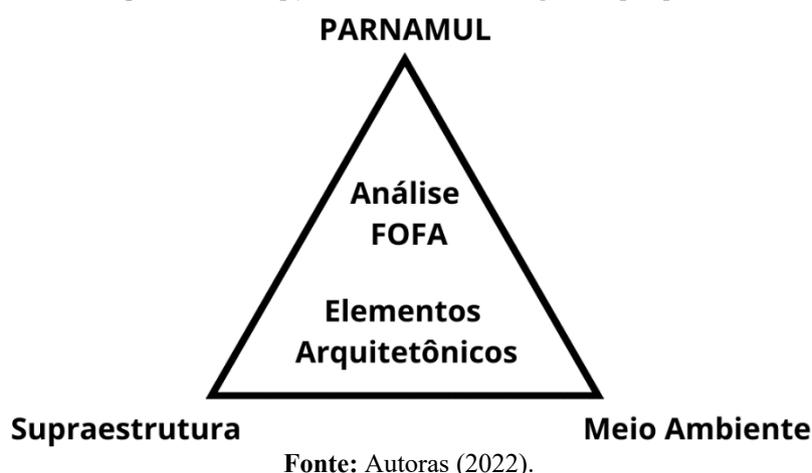
No entanto, mesmo que a dinâmica de uso e ocupação do solo seja esta, é fundamental que seja oportunizada à população o direito a usufruir de espaços livres, seja para o lazer, contemplação ou apreciação e aprendizados ecológicos. O movimento por cidades mais saudáveis tem crescido em todos os países do mundo com o objetivo de promover o desenvolvimento social e sustentado, bem como de melhoria das condições de saúde e qualidade de vida (WESTPHAL, 2000). Segundo o mesmo autor, dentre as premissas deste movimento, surgem questões relativas à apropriação dos espaços de lazer como os locais promotores do equilíbrio biopsicossocial das populações.

Assim, para que o município de Lages esteja inserido nessa perspectiva de cidades sustentáveis, se busca incentivar e colaborar para a utilização dos parques e praças públicas. Com isso, questiona-se neste projeto de pesquisa: A supraestrutura existente no PARNAMUL articulada ao meio ambiente é suficiente e acessível à população?

Neste sentido, objetivou-se identificar a supraestrutura do parque articulada ao meio ambiente do mesmo e propor um pré-projeto de elementos arquitetônicos.

A seguir será apresentada uma representação da concepção teórica metodológica da pesquisa, considerando a complexidade do estudo.

**Figura 1:** Concepção teórica e metodológica da pesquisa.



## REFERENCIAL TEÓRICO

A urbanização tem sido observada, particularmente nas últimas cinco décadas, em países em desenvolvimento, resultado da aceleração do crescimento desses países (GUPTA; GOYAL, 2014). O significativo aumento da concentração de pessoas nas cidades influencia, e compromete a qualidade de vida dos cidadãos (ARAÚJO; CÂNDIDO, 2014).

À medida que as cidades crescem, maior é a demanda pelo uso do solo, como consequência, há um aumento da densificação urbana. Além disso, há também um aumento na valorização imobiliária dos pontos centrais da cidade. A natureza tem sido substituída pela construção de prédios cada vez mais altos e mais demograficamente densificados. O desenho urbano das cidades, muitas vezes, é fruto de uma arquitetura que atende a uma demanda do capital espoliativo que pouco valoriza o contato com a natureza (PENNA, 2016).

Essa situação evidencia a problemática quanto ao direito de cada cidadão usufruir do espaço público, uma vez que, à medida que avança a urbanização nas cidades, menos solo urbano é destinado aos espaços verdes. O atendimento dos direitos do cidadão diz respeito ao acesso equitativo que este possui ao lazer, transporte, saúde, educação, esporte, cultura, entre outras dimensões (LUZ; KUHNEN, 2013).

Nas palavras de Freire e Da Rocha Junior (2015):

O lazer, assim como a saúde, a educação e o trabalho é um direito social previsto na Carta Magna de 1988, que afirma ser sua oferta um dever do estado. Assim, as funções de planejar, executar, monitorar, avaliar e reformular as políticas públicas cabe aos setores constituídos do poder público, seja na esfera Federal, Estadual ou Municipal (FREIRE; DA ROCHA JUNIOR, 2015, p. 95).

Além de ser um direito constitucional, o Programa Cidades Saudáveis, incluiu a premissa do Planejamento Urbano Saudável como um dos principais temas a serem desenvolvidos pelas cidades (BARTON; GRANT, 2013).

O movimento Cidades Saudáveis surgiu no Canadá em 1978 buscando implementar o planejamento urbano como instrumento regulatório no desenvolvimento das cidades para que promovam a qualidade de vida para todos (DE SOUZA; SOARES, 2014).

A OMS instituiu 12 itens a serem atendidos pelas cidades saudáveis, dentre eles destacam-se àqueles diretamente relacionados ao ambiente como: acesso a moradia e à instalações de boa qualidade (relacionado à educação, lazer e cuidados com a saúde), segurança, ambiente atraente, com níveis de ruído aceitáveis e com boa qualidade do ar, acesso à água e ao saneamento básico, e ambiente ecologicamente equilibrado e sustentável (BARTON; GRANT, 2013).

A qualidade de vida pode ser definida como a percepção do indivíduo em relação aos seus objetivos, expectativas, valores e preocupações que consideram a saúde física, o estado psicológico, as relações e as crenças pessoais e sua relação com o meio em que está inserido. É, portanto, a avaliação do indivíduo em um contexto cultural, social e ambiental (SUSNIENE; JURKAUSKAS, 2015). O ambiente tem sido considerado um fator determinante na saúde, sendo necessário ponderar os impactos sociais, econômicos e ambientais que interferem nas condições de saúde de uma determinada população (BARTON; GRANT, 2013).

Sobretudo nas últimas décadas, as discussões sobre o impacto ambiental causado pela urbanização vêm se tornando uma temática obrigatória no cotidiano cidadão. Assim sendo, as áreas verdes tornaram-se os principais ícones de defesa do meio ambiente pela sua degradação, e pelo exíguo espaço que lhes é destinado nos centros urbanos.

Para tanto, é necessário ampliar os conceitos sobre os diversos espaços públicos voltados ao lazer e ao contato com a natureza. Para tanto, corroboram com essa temática os autores Loboda e De Angelis (2009):

**Espaço livre:** Trata-se do conceito mais abrangente, integrando os demais e contrapondo-se ao espaço construído em áreas urbanas.

**Área verde:** Onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem apenas funções estéticas e ecológicas, devem, também, conceituar-se como área verde. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas.

**Parque urbano:** É uma área verde, com função ecológica, estética e de lazer, no entanto com uma extensão maior que as praças e jardins públicos.

**Praça:** É um espaço livre público cuja principal função é o lazer. Pode não ser uma área verde, quando não tem vegetação e encontra-se impermeabilizada.

**Arborização urbana:** Diz respeito aos elementos vegetais de porte arbóreo dentro da cidade. Nesse enfoque, as árvores plantadas em calçadas fazem parte da arborização urbana, porém não integram o sistema de áreas verdes (LOBODA; DE ANGELIS, 2009, p. 133 grifo das autoras)

Ainda, para a contribuição da pesquisa é salutar problematizar a definição sobre lazer, nesta pesquisa entendido como meio ambiente, assim como: espaços livres, áreas verdes, parques urbanos, praças e arborização urbana. De acordo com Dos Santos e Manolescu (2012) lazer é:

[...] um conjunto de atividades gratuitas, prazerosas, voluntárias e liberatórias, centradas em interesses culturais, físicos, manuais, intelectuais, artísticos e associativos, mas que devem ser realizadas num tempo livre após a jornada de trabalho profissional e doméstico e que essas atividades interferem positivamente no desenvolvimento pessoal e social dos indivíduos (DOS SANTOS; MANOLESCU, 2012, p. 2).

No âmbito do planejamento das cidades contemporâneas, os espaços públicos destinados ao lazer têm um lugar indiscutível. As praças e os parques devem ser concebidos com multiplicidade de usos e devem ser distribuídos equitativamente nas cidades.

Entende-se como supraestrutura, também conhecida como superestrutura, a parte que corresponde à edificação que será utilizada após a construção (CAMARGO; FABIANA ESTER, 2002).

## **METODOLOGIA**

O estudo foi realizado no Parque Natural Municipal João Teodoro da Costa Neto, rua Carlos de Mesquita, bairro São Paulo, CEP 88506-560, município de Lages (SC). O município de Lages está localizado na região centro-sul do estado de Santa Catarina, sendo o maior município em extensão territorial do estado. De acordo com o Censo (2011), a cidade possui 161.583 habitantes. Pertence a mesorregião política e região geográfica Serrana do Estado de Santa Catarina.

Trata-se de um estudo com abordagem qualitativa, observacional e com a análise FOFA (SWOT) e proposição de um pré-projeto arquitetônico e paisagístico para a Unidade de Conservação. A pesquisa consistiu em duas etapas.

A primeira etapa foi a observação do PARNAMUL *in loco* e através da análise FOFA (Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) descrever as características observadas no

PARNAMUL e entorno. Essa metodologia, inicialmente desenvolvida para avaliar a qualidade no atendimento e competitividade de empresas do setor privado, tem sido recentemente utilizada para análises urbanas. A análise FOFA é uma análise observacional descritiva e consiste em identificar as Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças de cada espaço. Após identificação, os dados foram levantados na técnica de Análise FOFA e tabelados conforme abaixo:

**Tabela 1:** Análise FOFA.

Fortalezas	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças
------------	---------------	-----------	---------

Fonte: Autoras (2022).

As fortalezas representam os aspectos a serem conservados e/ou ampliados. Os pontos de oportunidades representam os aspectos que podem ser conservados, mas que necessitam aprimoramentos. As fraquezas correspondem aos pontos fracos ou inexistência de serviços ou equipamentos, mas que podem vir a ser instalados. Já a ameaças diz respeito aos aspectos que necessitam mudanças mais profundas para a efetivação do objetivo inicial.

A segunda etapa consistiu na elaboração de um pré-projeto de arquitetura e paisagismo, proposto como supraestrutura do parque e entorno, com auxílio de maquetes eletrônicas utilizando o programa SketchUP (2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados elencados na tabela de Análise FOFA, bem como, os elementos arquitetônicos e paisagísticos propostos para contribuir com efetiva implantação do PARNAMUL.

### a) ANÁLISE FOFA

Nas visitas realizadas no PARNAMUL, foram realizadas observações no PARNAMUL e entorno imediato na intenção de identificar as características da referida Unidade de Conservação, que serão apresentadas a seguir:

**Tabela 2:** Análise FOFA.

Fortalezas	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças
Atividades de Educação Ambiental	Espaço Amplo	Acessos	Segurança (Guarda-parque)
Diversidade de espécies Vegetais e Animais	Parque em área Urbana	Fluxos Internos	Ameaça ambiental às espécies nativas
Desenvolvimento de Pesquisas	Apropriação da Comunidade	Localização e Identificação	Duas Vias de Acesso com fluxo intenso de veículos (BR 116 e BR 282)
Ambiente Ecologicamente Equilibrado	Equipe interdisciplinar	Apoios (Sanitários, locais para refeições)	Via Local com fluxo baixo de pessoas
Visitas de diferentes grupos sociais	Desenvolvimento de Projetos	Acessibilidade	Plantações de <i>Pinus sp.</i> no entorno do PARNAMUL
Recursos Hídricos (Nascente dos Rios Passo Fundo e Amola Faca)	Ações Socioambientais	Políticas Públicas e Investimentos	Ocupação irregular nas áreas de amortecimento do PARNAMUL
Topografia e Geologia	Lazer e Produção de Artesanato Local	Desconhecimento da importância de uma unidade de conservação de uso integral por parte da comunidade	Extração ilegal da mata do PARNAMUL
Valores culturais da identidade serrana ( <i>Araucaria sp.</i> - Pinhão, <i>Mimosa sp.</i> - Mel da Bracainga)	Implantação do Plano de Manejo (2006)	Aplicação da Legislação e instituição do Conselho Gestor do PARNAMUL	Pressão Imobiliária no entorno do PARNAMUL
O PARNAMUL está enquadrado no SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação)	Ecoturismo	Insuficiência de incentivos para os projetos ambientais do PARNAMUL	

Fonte: Autoras, 2022.

Nesta análise foi possível observar que o PARNAMUL possui as fortalezas e oportunidades diretamente ligadas às fraquezas e ameaças, tendo em vista que a solução de uma deficiência implica e influencia nas demais medidas a serem tomadas. Para tanto, a proposta

visa de forma interdisciplinar articular diferentes atividades, públicos e possibilidades em prol do mesmo objetivo.

## b) PRÉ-PROJETO ARQUITETÔNICO E PAISAGÍSTICO

Na observação realizada durante as visitas, foi identificado somente uma construção para apoio, onde está em funcionamento a sede administrativa do PARNAMUL. Diante disso, percebeu-se a necessidade urgente de propor elementos de arquitetura como estruturas, apoios, equipamentos que contribuam com a implantação de elementos básicos que possibilitem a visitação, atividades de educação ambiental, pesquisa, entre outras ações identificadas no Plano de Manejo de 2006.

**Figura 2:** Acesso principal ao PARNAMUL – BR 282.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

A proposta para o acesso principal ao PARNAMUL é composta por um pórtico de ripado em madeira de reflorestamento, apoiadas em uma estrutura metálica sutil. Com bancos circulares que induzem os visitantes para entrada ao espaço e ainda servem de apoio para momentos de espera. O muro de taipa é constituído por dois materiais: parte de rocha basalto ( Sistema Serra Geral) e parte em arenito Botucatu ( Aquífero Guarani), essa representação de taipa além de trazer valores históricos e geológicos da região, apresenta-se no formato de um mosaico, que representa de forma conceitual o entrelaçamento das rochas na Serra Catarinense. Junto ao muro há uma proteção com a cerca viva com espécies nativas. O apoio à esquerda é a construção existente e para completa-la, a proposta traz um pergolado em madeira com

cobertura verde. À direita, um apoio para sanitários. Os pisos são de cimento com espaçamento entre as peças para possibilidade a absorção das águas das chuvas.

**Figura 3:** Praça de Alimentação e Sistema de Placas Solares.



Fonte: FREITAS, 2022.

Com o entendimento de que hoje a maior parte das visitas são feitas pelo público infantil, sejam em visitas escolares ou por meio do Programa Guarda Mirim (PARNAMUL, 2018), o pré-projeto propõe um espaço aberto para refeições, com mesas redondas e alturas menores do que as convencionais, justamente para acolher este público. A estrutura é em madeira e concreto e nas coberturas foram dispostas placas solares, a melhor orientação das placas será definida após estudo climático em uma etapa posterior. As instalações foram pensadas para que, elas sejam estruturas para atividades de educação, bem como, torna o espaço autossuficiente energeticamente. O piso é emborrachado para possibilitar que as pessoas sentem e façam suas refeições acompanhadas de filhos ou alunos.

**Figura 4:** Estufa de Flores e Hortaliças.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

A estufa para hortaliças e flores é feita em estrutura metálica e fechamento em vidro, possui altura convencional de 3m para que não haja problemas ambientais com as espécies de pássaros que cruzam este caminho. A ideia desta estrutura é trazer o poder participativo da comunidade, na manutenção e colheita do que é produzido neste espaço. Sendo também, um espaço para oficinas pedagógicas de educação ambiental. Observa-se também recipientes para separação de resíduos sólidos, que complementam as oficinais da estufa com os resíduos orgânicos e o aprendizado para o correto destino para os resíduos secos.

**Figura 5:** Sanitários.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

Os sanitários possuem dois acessos: frontal e posterior. Com aberturas fixas circulares que permitem a circulação do ar a todo momento através dos espaços na tela metálica. A estrutura, portas, pisos e forros em madeira de reflorestamento. Neste espaço, há coleta de água das chuvas para uso e manutenção dos sanitários, bem como, placas solares para abastecer o ambiente de energia. Os sanitários tem com intuito, além das funções básicas, oferecer ações que complementem as atividades de educação ambiental e pesquisa em conjuntos com as demais instalações.

**Figura 6:** Concha Acústica.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

A concha acústica com paredes, estrutura e degraus em madeira de reflorestamento, tem o intuito do contato pré-atividades, ou seja, quando um grupo visitar o parque ele passará antes pela explicação do responsável pela visitação, onde haverá a primeira conversa de reconhecimento do espaço e as orientações necessárias.

**Figura 7:** Centro de Convivência.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

O centro de convivência conta com uma área ampla para cafês e restaurantes, bem como, bazares para venda de artesanato local. Com uma estrutura em madeira, conta também com um deck para refeições ao ar livre e contemplação da mata no PARNAMUL.

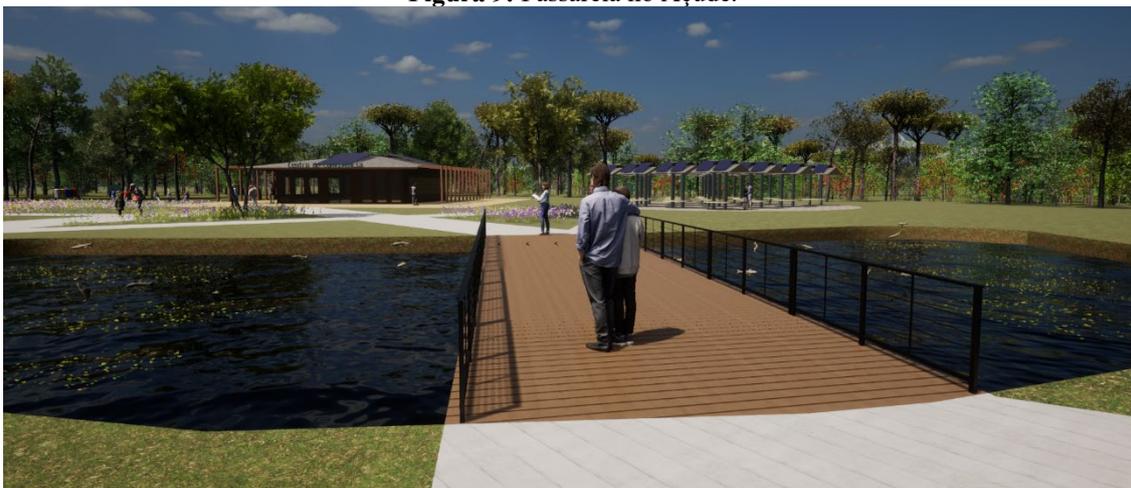
**Figura 8:** Entrada Central de Informações.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

A central de Informações é uma construção existente no parque e a proposta é ligar este espaço através do pergolado em madeira com cobertura verde, à entrada do parque, direcionando os visitantes às informações necessárias para as visitas, este espaço conta com uma área de educação ambiental bem consolidada.

**Figura 9:** Passarela no Açude.



**Fonte:** FREITAS, 2022.

A ponte em estrutura metálica e com piso em madeira tratada, liga a entrada do parque nas áreas de convivência passando pelo açude existente no PARNAMUL. Este espaço tem com intuito, além da passagem, oferecer ações que complementem as atividades de educação ambiental e pesquisa em conjuntos com as demais instalações.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo permitiu o conhecimento aprofundado sobre o PARNAMUL. Ao elaborar a tabela de análise FOFA, percebeu-se as fortalezas existentes e oportunidades potenciais do Parque, como um atrator ecoturístico para Lages e Serra Catarinense. Entretanto, há fraquezas a serem superadas e ameaças a serem dirimidas a exemplo da implantação do Plano de Manejo que existe desde 2006.

Para otimização deste espaço natural há necessidade de políticas públicas e investimentos, assim o PARNAMUL contribuirá para uma Lages Sustentável.

As estruturas de arquitetura e paisagismo propostas trazem em si aspectos cênicos, históricos, ambientais e educativos que valorizam a cultura da Serra Catarinense.

Neste sentido, este estudo pretendeu de forma singela, contribuir com o despertar da comunidade sobre a importância desta Unidade de Conservação para a Cidade.

A metodologia aplicada nesta pesquisa poderá ser utilizada em outras Unidades de Conservação, considerando a valorização dos aspectos geográficos, geológicos e sociais do lugar, tendo em vista que o contexto é fundamental para viabilizar iniciativas do setor público, privado e comunidade local.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. C. C.; CÂNDIDO, G. A. Qualidade de vida e sustentabilidade urbana. **HOLOS**, v. 1, p. 3-19, 2014.

BAHIA, M. C. et al. **O lazer e as relações socioambientais em Belém-Pará**. 2012. BORGES, Leandro. Como desenvolver uma matriz ou análise SWOT (FOFA). Disponível em: <http://blog.luz.vc/o-que-e/como-desenvolver-uma-matriz-ou-analise-swot-fofa/>. Acesso em 01/09/2015.

BARTON, H.; GRANT, M. Urban planning for healthy cities. **Journal of Urban Health**, v. 90, n. 1, p. 129-141, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11524-011-9649-3>.

CAMARGO, F. E. de. **Estados limites de fundações considerando a resposta da superestrutura**. 2002.

CARRUS, G. et al. Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 134, p. 221-228, 2015.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

DE SOUZA, J. D. R.; SOARES, B. R. **CIDADES SAUDÁVEIS E INDICADORES DE**

**DOS SANTOS, Ana Carolina M. Figueira; MANOLESCU, Friedhilde MK. A Importância Do Espaço Para O Lazer Em Uma Cidade**, 2012.

FREIRE, D. R. A.; DA ROCHA JUNIOR, C. P. Lazer e políticas públicas na Bahia: Interpretações de um modelo. **LICERE-Revista do Programa de Pósgraduação Interdisciplinar em Estudos do Lazer**, v. 18, n. 2, p. 96-113, 2015.

FREITAS, F. M. Título da Imagem. Lages (SC). 2022.

GUPTA, P.; GOYAL, S. Urban Expansion and Its Impact on Green Spaces of Dehradun City, Uttarakhand, India. **International Journal of Environment**, v. 3, n. 4, p. 57-73, 2014.

LAGES. **PARNAMUL- Projeto Guarda Mirim**. Lages (SC). 2018.

LAGES: Lei complementar nº 523, de 22 de agosto de 2018. **Leis Municipais**, 2018. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/l/lages/lei-complementar/2018/52/523/leicomplementar-n-523-2018-institui-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-territorial-de-lages-pddt-lages> . Acesso em 14 jun. 2022.

LIMA, L. C. de et al. **Processo de planejamento e implantação do Parque Natural Municipal de Lages, com ênfase na conservação de bacias hidrográficas e percepção da comunidade do entorno**. 2007.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 125-139, 2009.



LONDE, P. R. et al. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264-272, 2014.

LUZ, G. M da; KUHNEN, A. O uso dos espaços urbanos pelas crianças: explorando o comportamento do brincar em praças públicas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 26, n. 3, p. 552-560, 2013.

PENNA, N. A. Urbanização, cidade e meio ambiente. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, n. 12, p. 125-140, 2016.

**QUALIDADE DE VIDA: análise e avaliação na área urbana de Ibiá–Minas Gerais.** 2014.

SUSNIENE, D.; JURKAUSKAS, A. The concepts of quality of life and happiness– correlation and differences. **Engineering Economics**, v. 63, n. 4, 2015.

VILANOVA, S. R. F.; MAITELLI, G. T. A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de CuiabáMT. **Uniciências**, v. 13, n. 1, 2015.

WESTPHAL, M. F. O movimento cidades/municípios saudáveis: um compromisso com a qualidade de vida. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 5, p. 39-51, 2000.

# CAPÍTULO 15

## LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL: UM NOVO DESAFIO PARA A SUSTENTABILIDADE NO MUNICÍPIO DE SERRITA, PERNAMBUCO

Iara Alves de Lavôr  
Dan Vítor Vieira Braga  
Camila Silva de Lavôr

### RESUMO

Com o agravamento da crise ambiental despertou-se uma sensibilização da sociedade em relação a iniciativas por parte dos governos e empresários, configurando-se no surgimento de processos denominados Licenciamento Ambiental, como ferramenta na busca de um desenvolvimento sustentável ao país. Assim, todas as atividades antrópicas que estivessem classificadas como “potencialmente poluidoras”, teriam uma obrigação legal de serem estudadas quanto à sua viabilidade social, econômica e ambiental. Ocorre que, a competência para o exercício do licenciamento ambiental decorre das regras de repartição previstas no art. 23 da Constituição Federal. Sendo assim, governos municipais, estaduais e federais devem definir órgãos que trabalhem diretamente com aplicações e vigências dos indicativos ambientais que menor agridam ao meio ambiente. O objetivo desse estudo foi analisar o arcabouço legal relacionado ao licenciamento ambiental municipal, de forma a descrever seus desafios e perspectivas operacionais na realidade do município de Serrita (PE). A coleta de dados foi desenvolvida, inicialmente, por meio de pesquisas bibliográficas dos instrumentos jurídicos que discorrem sobre licenciamento ambiental. A pesquisa de caráter qualitativo, onde foram realizadas visitas técnicas ao órgão municipal competente. As observações feitas *in locu* foram complementadas através de uma entrevista semiestruturada, elaborada em meio digital com o uso do Google Forms. De acordo com as informações obtidas, foi possível constatar que, conforme o ordenamento jurídico brasileiro, o licenciamento ambiental é de suma importância no que tange a obtenção da sustentabilidade. No entanto, possui muitos desafios, onde em âmbito federal tem-se que atualmente ainda não existe uma Lei nacional geral para o licenciamento ambiental. Já se tratando da Legislação no Estado de Pernambuco, percebeu-se que, o processo de descentralização da competência para licenciar ainda não está efetivamente ocorrendo, devido a questões políticas que limitam os interesses públicos, na distribuição da função administrativa entre órgãos que podem realizar a tomada de decisões quanto ao licenciamento ambiental local. Atualmente o município de Serrita possui inúmeros desafios quanto a licenciamento ambiental, que apesar de possuir uma Lei vigente desde o ano de 2018, ainda não há familiaridade com a mesma, em se tratando dos munícipes que são empreendedores, visto que, a mesma não foi publicada em meio virtual para que se facilitasse o seu acesso e conhecimento. Assim, entende-se que o município deve ser a base para a execução do licenciamento, pois todo impacto ambiental é, antes de tudo, local, e quando tratado de modo primordial tem-se uma maior eficácia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conservação. Descarte de Resíduos. Desenvolvimento Sustentável. Direito Ambiental. Legislação Municipal.

## INTRODUÇÃO

Logo após a década de 70, o Brasil passou a partilhar as preocupações mundiais em relação ao meio ambiente, dando início as primeiras iniciativas em direção ao “Desenvolvimento Sustentável”. Com o agravamento da crise ambiental despertou-se a consciência ambiental da sociedade, estimulando iniciativas por parte dos governos e empresários (TORRES, 2004).

Entretanto, o licenciamento ambiental é considerado efetivamente introduzido no ordenamento jurídico brasileiro com o advento da Lei Federal n.º 6.938/81, que dispôs sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, onde no art. 9º, IV da referida Lei, o instituto do licenciamento ambiental é apontado como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981).

Assim, em 1988, a nova Constituição Federal (CF), incluiu um capítulo relacionado ao meio ambiente, o qual define direitos e deveres do Poder Público e da coletividade em relação à conservação do meio ambiente como bem de uso comum, a qual promoveu um impulso à proteção ambiental quando estabeleceu em seu Art. 225, da seguinte forma:

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, Art. 225).

Ainda nesse Capítulo, no mesmo Artigo, inciso IV, a Constituição determina ao poder público, entre outras obrigações a de exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental [...] (BRASIL, 1988).

Nesse diapasão, o Art. 23, nos Incisos III, VI e VII da CF de 1988, determina que, é competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios proteger o meio ambiente, combater a poluição em qualquer de suas formas e preservar as florestas, a fauna e a flora (BRASIL, 1988).

Relativamente ao tema, em 1998 foi editada a Lei nº 9.605, conhecida como Lei de Crimes Ambientais, a qual veio estabelecer uma série de sanções penais e administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, dentre as quais, pode-se citar como exemplo o Art. 21, I, II e III, onde estabeleceu-se que as pessoas jurídicas em descumprimentos de algum

dos dispositivos da Lei, incorrerão em sanções penais, como: multa, restrição de direitos e prestação de serviços à comunidade (BRASIL, 1998).

Dessa forma, o Licenciamento Ambiental surgiu como uma das ferramentas na busca de um desenvolvimento sustentável ao país. Assim, todas as atividades antrópicas que estivessem classificadas como “potencialmente poluidoras”, teriam uma obrigação legal de serem estudadas e analisadas quanto à sua viabilidade social, econômica e ambiental.

Conforme a Lei Complementar nº 140/2011 art. 2º, I, licenciamento ambiental é “o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimento utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar a degradação ambiental” (BRASIL, 2011, Art. 2º).

Não obstante e buscando suprir a necessidade de regulamentar as questões ambientais, adveio a designação das competências para o licenciamento ambiental, que em razão da estrutura federativa do Brasil, bem como para não haver violação da independência dos entes federativos, pode ocorrer em três níveis de competência: federal, estadual ou municipal, conforme consta na CF/88 (BRASIL, 1988).

Ocorre que a competência para o exercício do licenciamento ambiental decorre das regras de repartição de competências previstas no art. 23 da Constituição Federal. O parágrafo único de tal artigo assim dispõe:

[...] “Leis complementares fixarão normas para a cooperação entre a União e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional” (BRASIL, 1988, Art. 23).

Assim, resta claro que a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios têm o dever de proteger o meio ambiente, pois é competência comum destes. Nesse mesmo sentido, deve-se ter em mente que o órgão federal somente poderia atuar em casos definidos, ou de forma supletiva ao órgão estadual. O órgão municipal poderia, para Paulo de Bessa, “complementar, no que couber, as exigências dos órgãos estaduais para atender as necessidades locais” (ANTUNES, 2010, p. 242).

Contudo, é importante salientar que na hipótese de não existir órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Município, o Estado deverá desempenhar as ações administrativas municipais até a sua criação, conforme determina o art. 15, II da LC 140/11,

(BRASIL, 2011). Bem como, se inexistir órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Estado e no Município, a União deverá desempenhar as ações administrativas até a sua criação em um daqueles entes federativos, art. 15, III da LC 140/11, (BRASIL, 2011).

Dessa forma o objetivo desse estudo foi analisar o arcabouço legal relacionado ao licenciamento ambiental municipal, de forma a descrever seus desafios e perspectivas operacionais na realidade do município de Serrita (PE).

## **MATERIAS E MÉTODOS**

O estudo foi realizado na cidade de Serrita (PE). O município está localizado no Sertão Central Pernambucano, apresentando uma população de aproximadamente 19.196 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 1.535,190 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020).

A pesquisa de caráter qualitativo foi efetivada no período de março a dezembro de 2021 e recebe fomento do PROUNI-PE, através da SECTI/PE.

A coleta de dados foi desenvolvida, inicialmente, por meio de pesquisas bibliográficas dos instrumentos jurídicos que discorrem sobre licenciamento ambiental. Os documentos obtidos foram organizados de acordo com a cronologia. A leitura analítica teve como norte a identificação dos pontos focais abordados pelos legisladores durante a redação destes instrumentos jurídicos e sua evolução no decorrer do tempo. A análise abarcará instrumentos jurídicos de todas esferas legislativas (Federal, Estadual e Municipal).

Foram realizadas visitas técnicas ao órgão municipal competente, qual seja a Secretaria Municipal de Meio Ambiente. As observações feitas *in locu* foram complementadas através de uma entrevista semiestruturada que foi aplicada aos técnicos do órgão visitado. A entrevista foi elaborada em meio digital com o uso do programa Google Forms e encaminhada aos respondentes através do Whatsapp. Desta forma, foi respeitada as diretrizes de realização de pesquisas durante a pandemia da COVID-19.

Os dados obtidos foram tabulados de forma a elaboração de um fluxograma dos processos administrativos relativos ao licenciamento ambiental municipal que foram analisados por meio de comparação com as exigências presentes na legislação vigente.

Concomitantemente, foram listados todos os empreendimentos e atividades produtivas passíveis de licenciamento ambiental conforme a legislação municipal vigente, sendo ao final os dados transformados em uma tabela anexa a este estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### LEGISLAÇÃO FEDERAL

No contexto da gestão ambiental descentralizada, a competência para exercer o licenciamento ambiental é comum a União, Estados e Municípios, podendo-se fazer obedecer nos três níveis de governo, segundo a Lei Complementar nº 140 (BRASIL, 2011).

Assim, conforme levantamento bibliográfico realizado, tem-se observado que o licenciamento ambiental, em âmbito Federal, surgiu com a Lei 6.938/1981 denominada como Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), logo em seguida obteve-se a Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, no entanto, foi em 1988 que houve um grande enfoque com relação ao meio ambiente, onde a Constituição de República Federativa do Brasil incluiu um capítulo relacionado ao meio ambiente, definindo nele direitos e deveres do poder público e da coletividade em relação a conservação ambiental como bem de uso comum.

Dessa forma, em âmbito Federal, é importante destacar também o surgimento dos demais instrumentos normativos relacionados ao processo de licenciamento ambiental, quais sejam:

- Lei Federal nº 7.803, de 18 de julho de 1989;
- Lei Complementar nº 140 de 8 de dezembro de 2011 e
- Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

Nesse sentido, é de suma importância destacar, que foi a Resolução CONAMA nº 237/97, que elencou as atividades ou empreendimentos potencialmente causadores de poluição ou degradação ao meio ambiente. Assim, tem-se que foi a partir dela, que essas atividades passaram a ser dependentes de prévio Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (EIA/RIMA), para obtenção de uma Licença Ambiental.

Não obstante, Fiorillo et al. (2011), destacam que o princípio do desenvolvimento sustentável se encontra previsto na Constituição Federal em seu artigo 225, onde é tido que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, dessa forma, impõe-se ao poder público e à coletividade a responsabilidade de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

No entanto, é importante mencionar, que um dos desafios do licenciamento ambiental é o fato de não existir uma lei nacional geral para o licenciamento ambiental. Consequentemente, a matéria foi regulamentada através de dispositivos infralegais (decretos, portarias, resoluções e instruções normativas) editada por órgãos da administração pública, o que causa um ambiente de instabilidade regulatória expandindo os riscos para os empreendedores e agentes públicos responsáveis por conduzir os processos (BRASIL, 2017).

## LEGISLAÇÃO NO ESTADO DE PERNAMBUCO

No âmbito da legislação Estadual, tem-se a Lei Estadual nº 14.264, que ficou conhecida por criar, em 6 de janeiro de 2011, a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (SEMAS), primeira secretaria do governo pernambucano específica para as questões relativas as políticas públicas estaduais de meio ambiente. Constituída pela natureza jurídica de órgão da Administração Direta do Poder Executivo Estadual sua estrutura organizacional e competências foram estabelecidas no Decreto Estadual nº 36.495/2011 (PERNAMBUCO, 2011).

Nesse sentido, é importante destacar também a Constituição do Estado de Pernambuco, que no ano de 1989, previu a criação do Conselho Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CONSEMA/PE), órgão Superior do Sistema Estadual de Meio Ambiente. Onde no ano de 1991 foi instituído através da Lei estadual nº 10.560/91, que teve suas normas disciplinadoras revisadas e consolidadas em 2008 por meio da Lei Estadual nº 13.514/08. Trata-se de um órgão colegiado, paritário, consultivo e deliberativo, formado por representantes de entidades governamentais e da sociedade civil organizada, diretamente vinculado à Semas/PE.

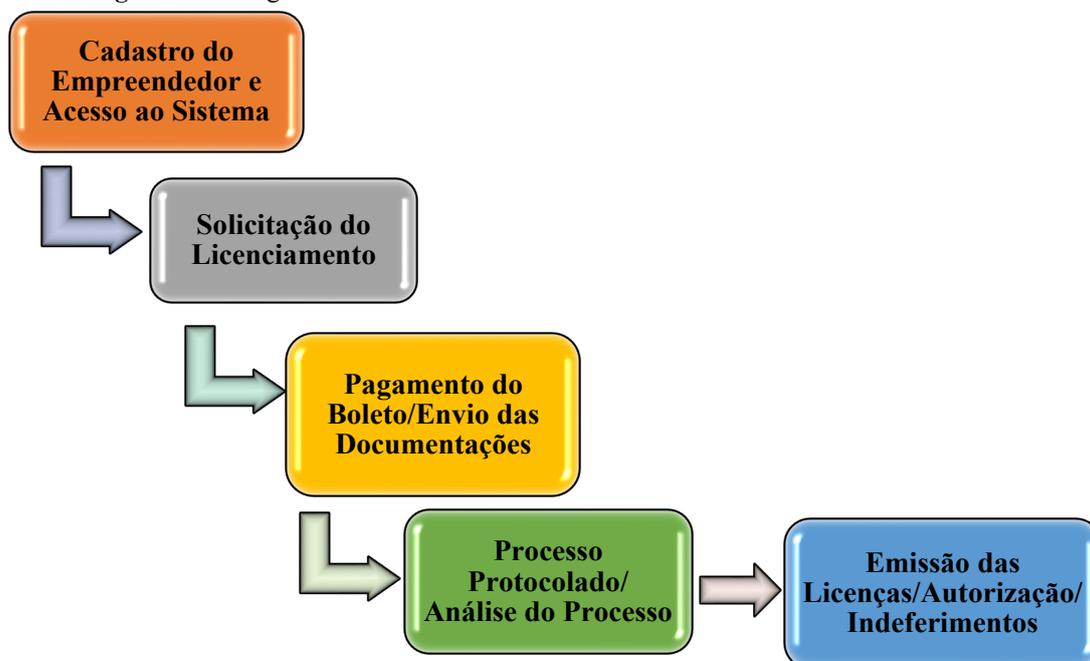
Nesse diapasão, por competência legal, no Estado de Pernambuco, o órgão integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e Sistema Estadual do Meio Ambiente (SISEMA), responsável por conduzir o licenciamento ambiental estadual é a CPRH, onde em 1997 passa a se chamar, Companhia Pernambucana de Meio Ambiente e em 2003, por força de lei complementar, a Companhia foi transformada em Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado (SECTMA). Assim, a partir de então a CPRH passa a ser uma entidade autárquica especial estadual, dotada de personalidade jurídica de direito público, com autonomia administrativa, financeira e patrimonial.

Em dezembro de 2009, a Lei estadual nº 13.968/09, modifica a denominação e a competência do órgão para Agência Estadual de Meio Ambiente, transferindo a execução das políticas estaduais de recursos hídricos para a Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos. No entanto, fica mantida, a responsabilidade da Agência pelo licenciamento e fiscalização de atividades relacionadas à preservação dos recursos hidrográficos do estado.

Desse modo, a Lei Estadual N° 14.249/10, define que a CPRH é responsável pela execução da política estadual de meio ambiente e tem por finalidade promover a melhoria e garantir a qualidade do meio ambiente no Estado de Pernambuco, visando ao desenvolvimento sustentável mediante a racionalização do uso dos recursos ambientais, da preservação e recuperação do meio ambiente e do controle da poluição e da degradação ambiental, (PERNAMBUCO, 2010). Onde através do site: [www.cprh.pe.gov.br](http://www.cprh.pe.gov.br), tem-se informações sobre o processo de licenciamento ambiental, as leis estaduais, vigentes e inclusive o passo a passo das etapas necessárias para iniciar-se o processo administrativo e conseguir a licença ambiental.

O site também dispõe de formulários para dar início ao processo de licenciamento ambiental de todos os tipos de empreendimentos constantes na Lei Estadual nº 14.249/2010, facilitando assim o processo que é composto por cinco fases, conforme demonstrado no fluxograma a seguir:

**Figura 1:** Fluxograma do Processo de Licenciamento Ambiental em Âmbito Estadual.



Fonte: Autoria própria, 2022.

O exposto anteriormente, não corrobora com Struchel (2016), que aduz que esta atribuição conferida aos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, fere o pacto federativo e o princípio da autonomia municipal uma vez que não caberia ao Conselho de Meio Ambiente, órgão colegiado e vinculado ao poder executivo, a definição de tipologias de impacto ambiental o que invadiria o exercício da competência ambiental municipal, promovendo insegurança à atuação dos entes municipais.

A autora citada chama atenção ainda para o fato de que muitas vezes os conselhos estaduais são presididos por cargos ligados ao Governo do Estado e geralmente são aparelhados e compostos por maioria de representantes dos governos o que afasta a isonomia e imparcialidade de suas decisões. Compactuando do mesmo pensamento, Farias (2013) afirma que na prática a competência administrativa municipal muitas vezes é passada para os Estados que incidem em decidir o quanto desejam centralizar ou descentralizar as atribuições de acordo com interesses políticos.

Razão pela qual, foi possível constatar que o Estado de Pernambuco atualmente possui legislação, responsável pela criação de órgãos ambientais, que promovem a informação, execução e cumprimento do processo de licenciamento ambiental, bem como, que estipulam normas a serem cumpridas pelas obras passíveis no licenciamento, tal como suas consequentes sanções em caso de descumprimento.

No entanto, o processo de descentralização da competência para licenciar ainda não está efetivamente ocorrendo, devido a questões políticas que limitam os interesses públicos, na distribuição da função administrativa entre órgãos que podem realizar a tomada de decisões quanto ao licenciamento ambiental local, ou seja, órgãos municipais.

Motivo pelo qual atualmente, o licenciamento ambiental, ainda é tido, por muitos, apenas como um processo burocrático que visa dificultar a instalação de obras que devem gerar lucros para os seus empreendedores.

## LEGISLAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SERRITA (PE) E PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS RELATIVOS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Conforme a Lei Complementar nº 140/11, ao Município compete o licenciamento de empreendimentos ou atividades que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito

local, bem como aqueles localizados em Unidades de Conservação instituídas pelo município, exceto Áreas de Proteção Ambiental (APA) (BRASIL, 2011).

Nesse sentido, de acordo com levantamento bibliográfico, o Município de Serrita, atualmente, dispõe da Lei Municipal nº 706/2018, que institui o sistema municipal de gestão ambiental e altera a Lei Municipal nº 439/2003. Onde, segundo Serrita (2018), a partir do Capítulo IV, Art. 10, trata-se do Licenciamento ambiental, discorrendo que os serviços que precisam licenciar, devem obter as licenças conforme a Figura 2:

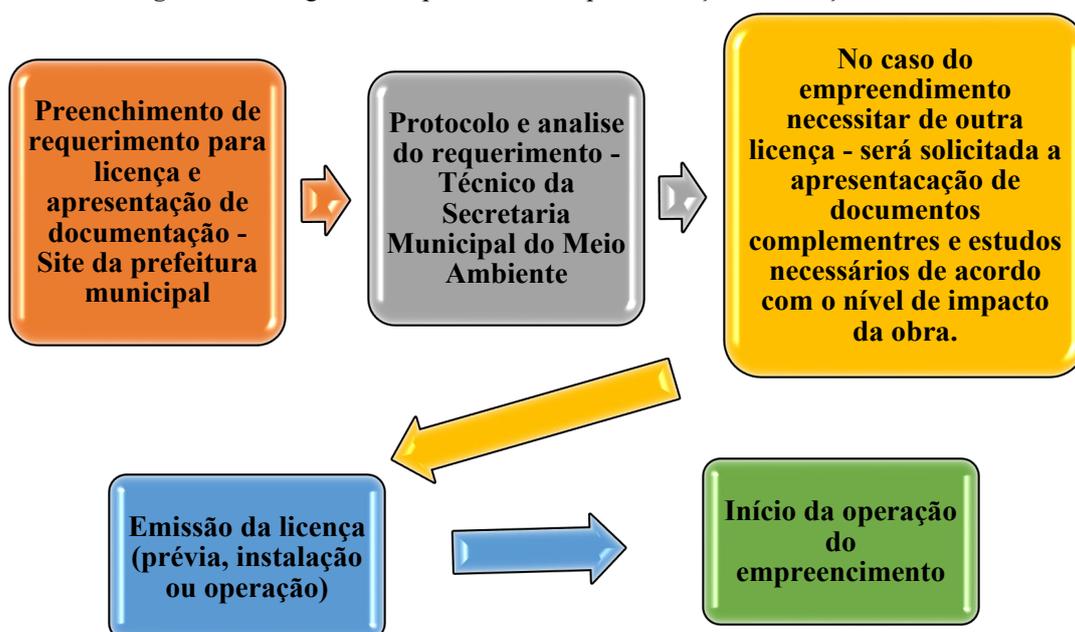
**Figura 2:** Descrição das Licenças Ambientais conforme o Artigo 10 da Le nº 706/2018.

Art. 10 (...)  
I – Licença prévia (LP);  
II – Licença de instalação (LI);  
III – Licença de operação (LO);  
IV – Licença simplificada (LS);  
V – Licença de Regularização ambiental (RA);  
VI – Autorização ambiental (AA).

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Assim sendo, foi realizada uma entrevista com a Bióloga e a Engenheira Sanitarista e Ambiental que trabalham na secretaria do meio ambiente, no Município de Serrita (PE) e a partir das respostas das mesmas, foi possível construir o seguinte fluxograma, onde demonstra-se os procedimentos administrativos para se conseguir a devida licença ambiental:

**Figura 3:** Fluxograma dos procedimentos para obtenção da licença ambiental.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Conforme demonstrado através do fluxograma, o procedimento inicia-se através da emissão de requerimento, constante no site da Prefeitura Municipal e consequente apresentação da documentação exigida para cada tipo de empreendimento e licença.

Cabe ressaltar que o órgão municipal responsável pela concessão das referidas licenças, é sempre a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, o que, de acordo com o que foi informado pelas entrevistadas, esta consoante o Art. 4º, inciso X, da Lei Municipal 706/2018 (SERRITA, 2018).

No entanto, foi constatado que as orientações para execução do referido procedimento são praticamente inexistentes, pois a Lei que rege esse ato só foi encontrada a partir de diligências até a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, visto que não está publicada em nenhum meio digital, ou seja, para que os empreendedores possam participar desse processo administrativo devem dirigir-se ao órgão responsável para a partir daí iniciarem o procedimento.

Desse modo, em um país de dimensões continentais como o Brasil, com as mais distintas realidades socioambientais, Chiesa (2008), aduz que o município é a instância mais apropriada para resolver as questões ambientais, dado que, todo impacto ambiental é, antes de tudo, local, o que fortalece o slogan ambientalista: pensar globalmente, agir localmente.

Contudo, o simples fato de ter o arcabouço legal por si só não garante a sua eficácia e implantação. Faz necessário a ampla divulgação dos procedimentos administrativos ligados ao licenciamento ambiental para que os empreendedores, atuais e futuros, possam ter ciência de suas responsabilidades no processo e da necessidade de legalização dos seus empreendimentos, eliminando este passivo ambiental da pessoa física ou jurídica.

Razão pela qual, é de suma importância a eficácia do licenciamento ambiental municipal, pois garante a sustentabilidade local onde existe o maior foco de empreendimentos com potencial poluidor, dado o grande número de Municípios pertencentes ao Brasil.

#### LISTA DAS ATIVIDADES E EMPREENDIMENTOS PASSÍVEIS DE LICENCIAMENTO NO MUNICÍPIO FOCO DO ESTUDO

O Município de Serrita (PE), em posse da Lei Municipal 706/2018, onde no seu artigo 11, inciso VI, estabelece que no anexo I da referida Lei, está presente uma tabela constando as atividades passíveis de licenciamento. Assim sendo, a partir desses dados foi construída a tabela



presente no Apêndice A, contendo o número dos empreendimentos, que foram agrupados por áreas de atividade econômica.

Dessa forma, foi possível constatar que muitos dos empreendimentos listados pela Lei municipal não estão dentro da realidade socioeconômica da cidade de Serrita (PE), como por exemplo, a “FABRICAÇÃO DE COQUE, PRODUTOS DERIVADOS DO PETRÓLEO E DE BIOCOMBUSTÍVEIS”, que está subdividido em sete tipos de empreendimentos.

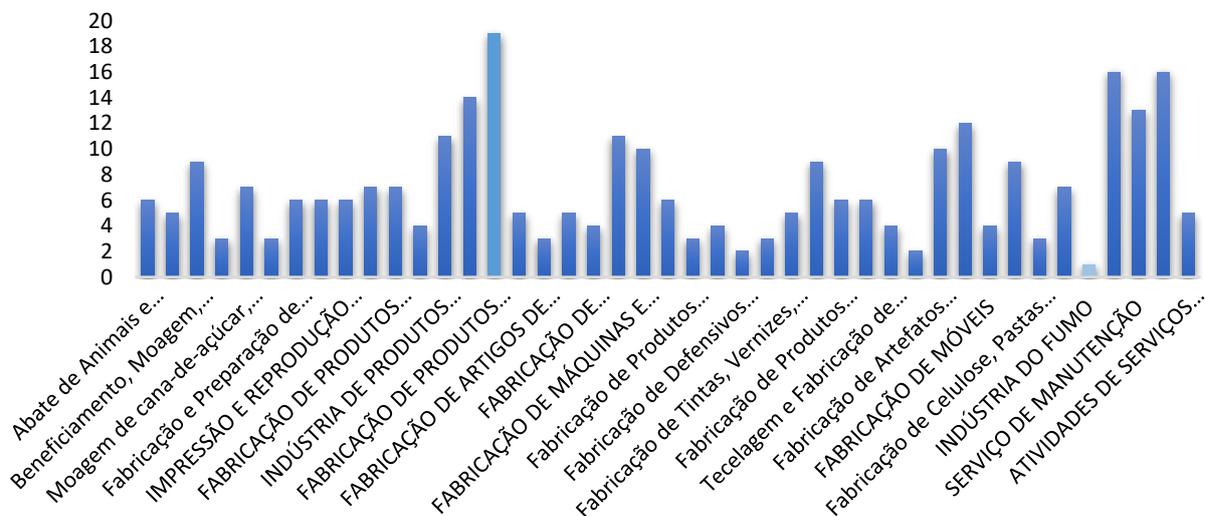
É notório que, em uma cidade pequena do interior, não há esse tipo de atividade econômica, visto que, conforme o IBGE (2012-2013), esse tipo de empreendimento está entre os três setores que lideram o ranking de participação no valor da transformação industrial.

A tabela cita também a “INDÚSTRIA DE MADEIRA”, o que também não pertence a realidade do município, assim tem-se que ao desfocar de empreendimentos que realmente pertencem ao município em tela, o legislador desvia do verdadeiro sentido da Lei, qual seja, empreendimentos com potencial poluidor dentro da realidade e potencial socioeconômico local.

Nesse mesmo sentido, a partir dos dados constantes na Tabela 01, foi possível construir o seguinte gráfico, onde observou-se que dentre o total de 43 (quarenta e três) áreas econômicas, elencadas na Lei Municipal, a que possui mais empreendimentos com potencial poluidor, é a de “FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS”, com 19 (dezenove) empreendimentos e a que tem a menor quantidade de atividades econômicas é a “FABRICAÇÃO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS E DESINFESTANTES DOMISSANITÁRIOS”, com a quantidade de apenas 2 (dois), conforme pode-se observar no gráfico a seguir:

**Gráfico 1:** Número de empreendimentos em cada área econômica.

**Quantidade de Atividades Potencialmente Poluidoras**



Fonte: Autoria própria, 2022.

Nesse diapasão, como exposto no gráfico, é perceptível que a lista de empreendimentos passíveis de licenciamento, abrange serviços que sequer fazem parte da realidade socioeconômica local, assim subentende-se que na criação da Lei Municipal, houve desconhecimento ou descaso da realidade, a qual a mesma seria aplicada.

Desse ponto de vista, percebe-se que o licenciamento no município em estudo, possui uma lei que define o processo de licenciamento ambiental municipal, porém essa lei não está publicada em meio virtual para que os munícipes tenham conhecimento da mesma, desse modo torna-se um obstáculo para o seu cumprimento.

**Tabela 1:** Lista de empreendimentos e passíveis de licenciamento ambiental no município de Serrita (PE).

ATIVIDADES/EMPREENDIMENTOS COM POTENCIAL POLUIDOR/DEGRADADOR	QUANTIDADE DE EMPREENDIMENTOS
<b>INDÚSTRIA DE PRODUTOS ALIMENTARES E BEBIDAS</b>	
Abate de animais e preparação de pescado, inclusive conservas e outros	6
Beneficiamento e preparação de conservas de frutas, legumes e condimentos	5
Beneficiamento, moagem, torrefação e fabricação de produtos alimentares.	9
Beneficiamento e industrialização de leite e derivados	3
Moagem de cana-de-açúcar, fabricação e refinação de açúcar e fabricação de balas, bombons e caramelos.	7
Fabricação de produtos de padaria, confeitaria e pastelaria, massas alimentícias e biscoitos.	3
Fabricação e preparação de produtos alimentícios diversos, inclusive rações balanceadas para animais.	6

Fabricação de bebidas	6
Impressão e reprodução de gravações	6
Fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	7
Fabricação de produtos da borracha e de material plástico	7
Fabricação de produtos de material plástico	4
Indústria de produtos minerais não-metálicos	11
Indústria metalúrgica	14
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	19
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	5
Fabricação de artigos de couro, peles e produtos similares	3
Indústria de calçados	5
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	4
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	11
Fabricação de máquinas e equipamentos	10
<hr/>	
<b>FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS</b>	
<hr/>	
Fabricação de produtos químicos inorgânicos.	6
Fabricação de produtos químicos orgânicos	3
Fabricação de resinas e elastômeros	4
Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	2
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	3
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	5
Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	9
Fabricação de produtos farmoquímicos, farmacêuticos e velas	6
<hr/>	
<b>INDÚSTRIA TÊXTIL</b>	
<hr/>	
Beneficiamento e fiação de fibras têxteis vegetais, animais e sintéticas.	6
Tecelagem e fabricação de tecidos e/ou malharias	4
Acabamento	2
Fabricação de artefatos têxteis, incluindo tecelagem.	10
Vestuário e artefatos de tecidos.	12
Fabricação de móveis	4
Indústria de madeira	9
<hr/>	
<b>INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE</b>	
<hr/>	
Fabricação de celulose, pastas mecânicas, papel, papelão	3
Fabricação de artefatos papel e papelão	7
Indústria do fumo	1
Fabricação de produtos diversos	16
Serviço de manutenção	13
Atividades comerciais	16
Atividades de serviços pessoais	5
<hr/>	

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as informações obtidas, foi possível constatar que, conforme o ordenamento jurídico brasileiro, o licenciamento ambiental é de suma importância no que tange a obtenção da sustentabilidade. No entanto, possui muitos desafios, onde em âmbito federal tem-se que atualmente ainda não existe uma Lei nacional geral para o licenciamento ambiental. Já se tratando da Legislação no Estado de Pernambuco, percebeu-se que, o processo de descentralização da competência para licenciar ainda não está efetivamente ocorrendo, devido a questões políticas que limitam os interesses públicos, na distribuição da função administrativa entre órgãos que podem realizar a tomada de decisões quanto ao licenciamento ambiental local.

Conforme exposto, conclui-se que atualmente o município de Serrita possui inúmeros desafios quanto a licenciamento ambiental, que apesar de possuir uma Lei vigente desde o ano de 2018, ainda não há familiaridade com a mesma, em se tratando dos munícipes que são empreendedores, visto que, a mesma não foi publicada em meio virtual para que se facilitasse o seu acesso e conhecimento. Assim, entende-se que o município deve ser a base para a execução do licenciamento, pois todo impacto ambiental é, antes de tudo, local, e quando tratado de modo primordial tem-se uma maior eficácia.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, P. B. de. **Direito Ambiental**. 12<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2010, p.148.
- BRASIL, **Resolução CONAMA n. 237 de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 247, p. 30841-30843, 2016.
- \_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 9 dez. 2011.
- \_\_\_\_\_. **[Constituição (1988)]**. Constituição da República Federativa do Brasil. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 13 jul. 2021.
- CHIESA, M. A. S. Gestão Ambiental: Entraves e Perspectivas para a Municipalização no Estado do Espírito Santo. In: Congresso Consad de Gestão Pública, v. 2, 2008, Brasília. **Anais**.
- CARVALHO, D. W. de. “Sistema constitucional brasileiro de gerenciamento dos riscos ambientais”. CAPPELLI, Sílvia; LECEY, Eládio Luiz da Silva (coords). **Revista de Direito Ambiental**. Ano 14, nº 55. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, julho-setembro 2009, p. 55.

FIORILLO, D; SABATINI, F. **Qualidade e quantidade: o papel das interações sociais na saúde individual autorreferida.** *Ciências Sociais e Medicina*. v. 73, n. 11, pág. 1644-1652, 2011.

FARIAS, T. *Licenciamento ambiental: aspectos teóricos e práticos*. 4. ed. Belo Horizonte: **Fórum**, 2013.

FILHO, J. S. C. dos. *Manual de Direito Administrativo*. 17ª ed. Rio de Janeiro: **Lúmen Júris**, 2007, p. 126.

GODOY, A. V. de. *A eficácia do licenciamento ambiental como um instrumento público de gestão do meio ambiente*. Brasília: **OAB editora**, 2005, p. 10.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa Industrial Anual. 2012-2013. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/10122-pesquisa-industrial-anual-2013-cai-a-participacao-do-sudeste-no-valor-de-vendas-da-industria>>. Acesso em: 28 out. 2021.

LEITE, J. R. M. *Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial*. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2000, p. 47.

MELLO, C. A. B. de. *Curso de Direito Administrativo*. 15ª ed: São Paulo: **Malheiros**, 2003, p. 401.

MEIRELLES, H. L. *Direito Administrativo Brasileiro*. 28ª ed. São Paulo: **Malheiros**, 2003, p. 183.

PERNAMBUCO. **Lei nº 14.264, de 6 de janeiro de 2011**. Dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Poder Executivo, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS\\_ANEXO/LeiEst14264de2011;2147;20110818.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/LeiEst14264de2011;2147;20110818.pdf)>. Acesso em: 23 Set. 2021.

STRUCHEL, A. **Licenciamento ambiental municipal**. São Paulo: Oficina de Texto, 2016. 155p.

SERRITA, **Lei Municipal nº 706**, de 19 de junho de 2018. Disponível na: Secretaria do meio ambiente de Serrita-PE, acesso em: 10 jul. 2021.

# CAPÍTULO 16

## LUBRIFICANTES BIODEGRADÁVEIS OBTIDOS POR EPOXIDAÇÃO ETÍLICA DO ÓLEO DE SOJA COMERCIAL E USADO EM FRITURA

Jefferson Felipe dos Santos Cruz  
José Carlos Oliveira Santos

### RESUMO

O óleo de fritura, que representa uma porcentagem pequena do lixo, tem seu impacto ambiental muito prejudicial no ecossistema. A produção de lubrificantes biodegradáveis a partir desses óleos vegetais é uma alternativa a questão ambiental e energética. A metodologia para síntese do lubrificante biodegradável é a transesterificação com etanol, seguida da epoxidação com ácido peracético do óleo vegetal melhorando suas características lubrificantes. A transesterificação, que transformou os óleos em biodiesel, propiciou um rendimento de 926% para o biodiesel etílico do óleo de fritura e 92% para o biodiesel etílico do óleo comercial. Já a epoxidação, reação que transforma o biodiesel em biolubrificante, propiciou um rendimento de 96% para o biolubrificante etílico do óleo de fritura e 98% para o biolubrificante etílico do óleo comercial. Os produtos obtidos tiveram suas propriedades adequadas em comparação com os parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Desta forma, a produção de lubrificantes biodegradáveis poderá ajudar de forma significativa na diminuição do impacto ambiental do uso de materiais fósseis para produção de lubrificantes, bem como do lançamento de óleo de fritura no meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio Ambiente, Óleo usado, Sustentabilidade.

### INTRODUÇÃO

A energia está presente de forma crucial em nossas vidas. Não se pode criar energia, mas é possível transferi-la de uma forma para outra através de processos de conversão. Por sua vez, as revoluções industriais foram responsáveis diretas pelas mudanças das fontes e formas de produzir e utilizar a energia. Na sociedade contemporânea a demanda de energia aumenta progressivamente e os padrões de produção e consumo modernos acarretam grandes impactos ao meio ambiente. Nesse sentido, o estudo da matriz energética é fundamental para o planejamento do desenvolvimento sustentável, uma vez que, esta é produto da relação entre oferta, transformação e emprego final da energia.

As fontes primárias de energia são classificadas em renováveis e não renováveis. As fontes não renováveis apresentam-se de maneira finita e são poluentes, à medida que emitem quantidades excessivas de gases na atmosfera, provocando problemas de saúde e ambientais. Já as fontes renováveis são aquelas que não se esgotam. Contudo, algumas formas de aproveitar



as fontes de energias renováveis não são sustentáveis. Atualmente a matriz energética apresenta como principais fontes de energia as reservas de petróleo (em forma não convencional), as reservas de gás natural e o carvão. Essas fontes são provenientes dos combustíveis fósseis que são não renováveis e sua queima gera gases poluentes que são lançados na atmosfera, acarretando em danos catastróficos ao meio ambiente e a saúde humana.

A queima indiscriminada dos combustíveis fósseis provoca impactos ambientais locais como a poluição urbana do ar, impactos regionais como é o caso da chuva ácida que se forma a partir da emissão de enxofre, nitrogênio, matéria particulada e ozônio. Assim como, ocasiona impactos ambientais globais como o efeito estufa que se agrava pela emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), principal gás acusado de elevar as temperaturas da terra. Com a crescente procura e consumo de automóveis a cada ano, as emissões de gases poluentes na atmosfera provenientes da queima dos combustíveis derivados do petróleo, principalmente a gasolina e o diesel, só aumentam. Além disso, surgem outros problemas como o descarte incorreto dos lubrificantes utilizados nos automóveis, que em sua maioria são de origem mineral, apresentando baixo potencial reciclável e deficiência de gerenciamento de resíduos.

É praticamente impossível gerar energia sem agredir o meio ambiente de alguma forma, tanto que, a grande maioria dos problemas ambientais contemporâneos enfrentados são produtos da necessidade de obtenção e consumo de energia. Contudo, soluções técnicas são propostas para amenizar os danos causados ao meio ambiente pelos processos de geração e utilização da energia. Dentre as rotas alternativas apresentadas está à implementação cada vez mais intensa de fontes renováveis de energia e o aprimoramento das tecnologias de produção e emprego da energia disponível.

O óleo de cozinha, de origem vegetal, faz parte do grupo dos lipídios, compostos hidrofóbicos presentes em organismos vegetais e animais. O óleo de cozinha é um líquido espcço de coloração amarelada utilizado para fritar alimentos em grande ou em pouca quantidade. Os óleos e gorduras logo depois de saturados se tornam inadequados para novas frituras, em razão de conferirem sabor e odor desagradáveis aos alimentos, bem como apresentarem características químicas nocivas à saúde. Não havendo utilização prática para os resíduos domésticos e comerciais, em geral são lançados na rede de esgoto (SILVA et al., 2007). A quantidade de óleo de cozinha e gordura vegetal descartado no Brasil (FREITAS et al., 2008) é de nove bilhões de litros de óleo de cozinha por ano, desses, apenas 2,5% de óleo de fritura é



reciclado, separado, coletado, filtrado e reinserido na cadeia produtiva para atender a diversos segmentos da indústria.

Para Oliveira e Aquino (2010), o descarte indevido de óleos vegetais no meio ambiente é um grave problema ambiental, já que atinge diretamente o equilíbrio ecológico, principalmente em rios, oceanos e solos. A maneira mais eficaz de combate ao descarte de óleo na natureza é a simples conscientização da população e um incentivo à reciclagem possibilitando a utilização para produzir biodiesel. O óleo residual, seja ele proveniente de restaurantes, indústrias ou residências, pode ser utilizado na fabricação de sabão, biodiesel e outros produtos biodegradáveis, como os biolubrificantes (RINALDI et al., 2007).

As desvantagens econômicas e ambientais acometidas pelo descarte indevido do óleo usado em fritura nas redes de esgoto ou nos lixões, por parte do consumidor, são enormes. Ao ser despejado na pia ou no vaso sanitário, o óleo residual fica retido em forma de blocos de gordura nas galerias das redes de esgoto, algo extremamente inconveniente, pois atrai pragas que podem causar várias doenças. Além disso, esse óleo encrustado nos encanamentos prejudica o fluxo das águas pluviais e provoca o extravasamento de água na rede de esgoto e o seu entupimento, levando ao mau funcionamento das estações de tratamento (YUAN et al., 2008). Este óleo descartado atinge rios, que por sua vez desembocam no oceano. Sendo menos denso que a água, ele permanece na superfície, não se misturando com a água, criando assim uma barreira que dificulta a entrada de luz e bloqueia a oxigenação da água (GODOY et al., 2011). Segundo a SABESP (2010), um litro de óleo é capaz de poluir 25 mil litros de água.

O óleo de cozinha usado alcança também aos solos, tanto por meio das margens dos mananciais aquáticos como quando descartados diretamente, impermeabilizando o solo, dificultando o escoamento da água. O óleo contamina o solo e acaba sendo absorvido pelas plantas, prejudicando-as, afetando também o metabolismo das bactérias e outros microrganismos que fazem a degradação de compostos orgânicos que se tornam nutrientes para o solo. É também pela infiltração no solo que esse óleo de cozinha polui os lençóis freáticos. Além do solo e da água, até mesmo a atmosfera acaba sendo poluída, porque a decomposição do óleo produz o gás metano, que é um gás do efeito estufa, ou seja, é capaz de reter o calor do sol na troposfera, o que aumenta o problema do aquecimento global (SANTOS et. al., 2016).



Para Cerqueira e Santos (2008), empregar a diversidade de alternativas de reciclagem do óleo vegetal se torna imprescindível para a minimização dos impactos econômicos e ambientais. Ainda segundo os autores a educação ambiental é fundamental, dado que a orientação referente ao processo de reciclagem do óleo possibilitará um destino mais adequado para esse resíduo, trazendo inclusive uma fonte de renda alternativa e a contribuição socioambiental.

A utilização de lubrificantes minerais apresenta como principal empecilho, a carência de gerenciamento de resíduos e de controle de descarte por seus responsáveis. Seja de forma deliberada ou acidental, a maior porção dos lubrificantes utilizados são lançados ao meio ambiente de forma inadequada, ocasionando o agravamento da poluição ambiental e dos riscos à saúde humana. Como efeito disso, a busca por combustíveis e derivados, como os lubrificantes, alternativos a utilização de derivados petrolíferos, tem ganhado espaço no meio acadêmico e industrial. Concomitantemente, existe a preocupação com o descarte incorreto do óleo de soja usado em fritura, e os impactos ambientais atrelados.

Sendo o óleo usado em fritura, um óleo vegetal extraído de fontes renováveis, com potencial utilização na indústria oleoquímica, com fins de produção de lubrificantes biodegradáveis alternativos a substituição dos lubrificantes minerais derivados do refino do petróleo, e de outros produtos ecologicamente sustentáveis, busca-se processos de produção de biolubrificantes modificados quimicamente que possuam menor custo e maior caráter sustentável, com o intuito de conter e até eliminar os efeitos da degradação ambiental e poluição atmosférica advinda da dependência da indústria petrolífera no decorrer do desenvolvimento tecnológico, social e econômico.

A biomassa emergiu como potencial fonte alternativa a substituição dos combustíveis fósseis para a produção de energia, uma vez que se apresenta como matéria-prima renovável, não poluente e biodegradável, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. O termo biomassa compreende toda matéria orgânica de origem vegetal e animal que pode ser convertida em energia utilizável. A energia gerada pela biomassa, comumente chamada “energia verde” ou “bioenergia”, pode ser obtida pela queima direta e também por processamento químico. Os óleos vegetais, por exemplo, são empregados na produção de lubrificantes biodegradáveis como alternativa a substituição dos lubrificantes derivados do petróleo, apresentando vantagens do ponto de vista ambiental com a redução da emissão de

poluentes, e técnico, como a alta lubrificidade, alto índice de viscosidade, alto ponto de fulgor e a baixa perda por evaporação.

O óleo de soja residual, popular óleo de cozinha, é um óleo de origem vegetal que comumente é descartado de maneira inapropriada, provocando graves problemas ambientais, principalmente pela contaminação do solo e do oceano, apresenta por outro lado, potencial utilização na produção de biolubrificante, biodiesel, na fabricação de sabão, detergentes, tintas e outros produtos biodegradáveis. Portanto, o presente trabalho de pesquisa teve por finalidade sintetizar lubrificantes biodegradáveis a partir do óleo de soja residual e comercial, e realizar um estudo comparativo de suas propriedades frente à caracterização físico-química, com vistas a minimização dos impactos ambientais ocasionados pelo descarte incorreto do óleo usado em fritura e dos lubrificantes minerais derivados do petróleo.

## **METODOLOGIA**

### **MATERIAIS**

O óleo de soja comercial foi um óleo produzido por indústria brasileira e adquirido no comércio local e o óleo de soja usado em fritura foi adquirido em um restaurante universitário situado no Centro de Educação e Saúde (Campus Cuité) da Universidade Federal de Campina Grande. As amostras foram coletadas, purificadas e submetidas a processos de transesterificação e epoxidação. O processo de purificação do óleo residual foi feito da seguinte forma: a) Decantação por 30 dias após processo de coleta; b) Aquecimento do óleo residual de fritura à, aproximadamente, 40°C, para tornar a amostra pastosa totalmente líquida, facilitando dessa forma a segunda etapa; c) Esse resíduo foi filtrado em papel de filtro qualitativo para a remoção dos sedimentos pesados e de sólidos em suspensão usando um sistema de vácuo (bomba de vácuo).

### **PROCEDIMENTO DE EXTRAÇÃO DO BIODIESEL E DO BIOLUBRIFICANTE**

Para obtenção dos ésteres, inicialmente foi feito um cálculo da massa molar do óleo de soja comercial e residual a partir do seu índice de saponificação. Com o conhecimento dessa massa foram calculadas as quantidades de álcool (etanol) e de catalisador (KOH) necessárias para a realização da reação. A reação de transesterificação foi realizada adotando-se uma razão molar óleo/álcool igual a 1:6 e 0,7% de catalisador (óleo/catalisador) (PELANDA, 2009), mantendo-se a temperatura em aproximadamente 45°C durante 1 hora, porque temperaturas

superiores à temperatura de ebulição do álcool podem acelerar a saponificação dos glicérides pelo catalisador alcalino antes da completa alcoólise (FERRARI et al., 2005). Após a reação de transesterificação, a mistura reacional foi transferida para um funil de separação permitindo a separação das fases: superior contendo o éster etílico e inferior composta de glicerol, sabões, excesso de base e álcool. Após o tempo de espera, a fase inferior foi retirada e armazenada num recipiente próprio. Em seguida, foi realizada a lavagem dos ésteres (biodiesel) com água destilada e solução de ácido clorídrico 0,01M. Foram feitas três lavagens com água destilada (retirar da fase dos ésteres resíduos de glicerol e sabões) e duas lavagens com solução de HCl 0,01M (neutralizar os ésteres). Para verificar a eficiência da lavagem ácida foi utilizada fenolftaleína. Após as lavagens, foi adicionado sulfato de magnésio anidro para retirar a água que ainda estivesse presente nos ésteres. Em seguida, a fim de remover o álcool que poderia ainda estar presente no éster, foi utilizado um evaporador rotativo.

Na reação de epoxidação, num balão de fundo redondo de 250 mL, foram adicionados 100g dos ésteres etílicos, e gota a gota, 140 mL de ácido peracético comercial 15%. A mistura ficou sobre agitação e aquecimento a 45°C em um banho de água e gelo por 1 hora. A reação foi realizada utilizando a proporção molar de 1:1,1 éster/ácido peracético. Após o término da reação, a mistura foi transferida para um funil de separação, onde se retirou a fase inferior, correspondente ao ácido acético, e a fase superior foi lavada duas vezes com 50 mL de bicarbonato de sódio 10% até o desprendimento total das bolhas devido à reação de neutralização. A fim de remover a água residual, foi adicionado sulfato de magnésio anidro a um erlenmeyer contendo o epóxido (biolubrificante), agitando-se vigorosamente por 5 minutos e em seguida mantendo-se em repouso durante 30 minutos (NUNES et al., 2008). Para remover o sulfato de magnésio, foi realizada uma filtração a vácuo.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

O óleo de soja comercial e o óleo de soja residual foram caracterizados mediante índice de acidez (AOCS Cd 3d-63), índice de iodo (AOCS Cd 1-25), índice de saponificação (AOCS Cd 3b-76), teor de sabão (AOCS Cc 17-95), índice de peróxido (AOCS Cd 8-53), densidade relativa, teor de cinzas, teor de umidade e voláteis (AOCS Da-2a-48), viscosidade dinâmica.

Os procedimentos adotados para caracterizar os ésteres etílicos obtidos após a transesterificação foram os mesmos utilizados para caracterizar os óleos.

Os epóxidos de ésteres etílicos foram caracterizados por meio dos índices de iodo (AOCS Cd 1-25), índice de peróxido (AOCS Cd 8-53), hidroxila (AOCS Cd 13-60) e oxigênio oxirano (AOCS D Cd 9-57), densidade relativa, teor de cinzas, viscosidade, teor de umidade e voláteis (AOCS Da-2a-48).

Todas as caracterizações descritas anteriormente foram realizadas de acordo com as técnicas descritas por Wu et al. (2000) e foram feitas em triplicatas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo de soja comercial e o óleo de soja residual após processo de purificação foram caracterizados mediante suas propriedades físico-químicas e os resultados foram comparados com a legislação em vigor (BRASIL, 2006; BRASIL, 2021), conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Parâmetros físico-químicos referentes a matéria-prima.

Parâmetros	Óleo de soja residual	Óleo de soja comercial	Padrões Anvisa
Aspecto	Amarelo límpido	Amarelo límpido	Límpido e isento de impurezas
Umidade e Voláteis (%)	0,090	0,098	≤ 0,1
Cinzas (%)	0,05	0,06	---
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,916	0,956	0,919 - 0,925
Índice de acidez (mg KOH/g óleo)	0,420	0,118	≤ 0,6
Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100g óleo)	154,0	127,8	120 - 139
Teor de sabão (ppm de oleato de sódio)	0,15	0,12	≤ 10
Índice de saponificação (mg KOH/g óleo)	181,5	179,6	189 - 195
Índice de peróxido (meq/Kg)	0,050	0,007	≤ 10
Massa molar aproximada (g/mol)	927	937	---
Viscosidade Cinemática a 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	27,3	29,7	---

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

O índice de acidez é o principal indicador do estado de conservação do óleo, apresentando relação com a pureza, natureza, qualidade e processamento. Indica a quantidade em miligramas de hidróxido de potássio necessária para neutralizar ácidos livres em 1g de óleo. De acordo com a Instrução Normativa N° 87/2021 da ANVISA, o índice de acidez deve atingir no máximo 0,6 (mg KOH/g óleo), desta forma o óleo residual e o óleo comercial utilizados apresentam menores índices de acidez em relação a legislação. Ainda segundo a mesma normativa, o valor máximo de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais é de 10 (meq/Kg), sendo assim, as amostras utilizadas de óleo residual e comercial, apresentaram índices de peróxidos dentro do limite estabelecido pela legislação. Este índice é altamente sensível no início da oxidação e sua presença evidencia possível deterioração do sabor e do odor, em função da instabilidade oxidativa do óleo. Elevadas concentrações podem ocasionar

mudanças complexas, como a formação de compostos de baixo peso molecular, devido sua degradação (FARONI et. al., 2009). A presença de compostos de baixo peso molecular afeta a densidade do óleo, uma vez que, quanto menor for o peso molecular dos triglicerídeos, menor será a densidade do óleo. Para o óleo de soja residual a densidade encontrada ( $0,916 \text{ g/cm}^3$ ) está abaixo do intervalo proposto segundo a Instrução Normativa N° 49/2006 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que determina que a densidade do óleo esteja na faixa de ( $0,919 - 0,925 \text{ g/cm}^3$ ), já o óleo de soja comercial apresentou densidade acima do que determina esta Instrução Normativa, atingindo a densidade ( $0,956 \text{ g/cm}^3$ ). Outro fator de influência na densidade do óleo é o grau de insaturação, que por sua vez é determinado pelo índice de iodo, pois cada dupla ligação do ácido graxo permite a absorção de dois átomos de halogênio. De acordo com a tabela 1, o índice de iodo para o óleo de soja residual ( $154,0 \text{ g I}_2/100\text{g}$ ) está acima do limite determinado pela ANVISA, enquanto o índice de iodo do óleo de soja comercial ( $127,8 \text{ g I}_2/100\text{g}$ ) está dentro da legislação. Os índices de saponificação dos óleos residual e comercial estão abaixo dos padrões da ANVISA, indicando inferioridade no teor de material saponificável quando comparado a legislação. O teor de umidade e voláteis encontrado para o óleo de soja residual foi de ( $0,090\%$ ) e para o óleo de soja comercial foi de ( $0,098\%$ ), estando dentro e bem próximos do limite estabelecido pela ANVISA, de acordo com a tabela 1. A umidade do óleo é um fator importante, pois a água presente na amostra pode desfavorecer a reação de transesterificação, devido permitir a estabilidade biodiesel-glicerol (RINALDI et. al., 2007) e dificultar a separação da glicerina no final do processo (SUAREZ et al., 2009).

A reação de transesterificação proporcionou em rendimento de  $98\%$  para o biodiesel etílico obtido a partir do óleo de soja comercial e  $96\%$  para o biodiesel etílico obtido do óleo de soja residual, cujos processos estão ilustrados nas Figuras 1 e 2. O processo de obtenção dos ésteres etílicos foi eficaz e viável, embora Domingos (2005) ressalte que a utilização do meio alcalino apresenta prejuízos ao rendimento da reação, devido a produção de sabão resultante da neutralização dos ácidos graxos do óleo, dificultando não só a separação da glicerina, mas também o processo de purificação do éster. Outros fatores que podem afetar a reação de transesterificação são: umidade, tipo do álcool e razão molar álcool/óleo utilizada, tipo e concentração do catalisador, o tempo, a temperatura e a intensidade da agitação (KRAUSE, 2008). Para Oliveira (2021) o emprego do KOH como catalisador é um fator relevante para a eficiência do processo de transesterificação, pois o a utilização do catalisador favorece a solubilização do álcool no óleo vegetal, melhorando o rendimento da reação.

**Figura 1:** Processo de produção do biodiesel etílico de óleo de soja residual: (a) síntese; (b) decantação; (c) lavagem.



(a)

(b)

(c)

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2021.

**Figura 2.** Processo de produção do biodiesel etílico de óleo de soja comercial: (a) síntese; (b) decantação; (c) lavagem.



(a)

(b)

(c)

**Fonte:** Dados da Pesquisa, 2021.

Os ésteres obtidos do óleo de soja comercial e do óleo de soja residual pelo processo de transesterificação foram caracterizados mediante suas propriedades físico-químicas e os resultados foram comparados com a legislação em vigor (BRASIL, 2014), conforme Tabela 2.

**Tabela 2:** Parâmetros físico-químicos dos ésteres do óleo de soja comercial e residual (biodiesel).

Parâmetros	Biodiesel de óleo usado	Biodiesel de óleo comercial	Padrões ANP
Aspecto	Amarelo límpido	Amarelo límpido	Límpido e isento de impurezas
Umidade e Voláteis (%)	0,288	0,100	0,020
Cinzas (%)	0,032	0,018	0,020
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,900	0,893	0,850-0,900
Índice de acidez (mg KOH/g óleo)	0,335	0,461	≤ 0,5
Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100g óleo)	20,83	28,70	Anotar
Teor de sabão (ppm de oleato de sódio)	1,78	0,15	-----
Índice de Saponificação (mg KOH/g óleo)	214	146,6	-----
Índice de Peróxido (meq/Kg)	0,038	0,039	-----
Massa molar aproximada (g/mol)	1052	722	-----
Viscosidade Cinemática a 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	4,9	5,8	3,0 – 6,0

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

De acordo com a tabela 2, os teores de umidade e voláteis presentes no éster etílico do óleo de soja residual (0,288%) e também no éster etílico do óleo de soja comercial (0,100%) estão acima dos padrões da ANP, indicando a presença de impurezas como água e resquícios de álcool nos ésteres obtidos. A Resolução N° 45/2014 da Agência Nacional de Petróleo e Biocombustíveis (ANP) determina que o limite de cinzas seja no máximo 0,020%, deste modo, observamos pela tabela 2, que o biodiesel do óleo de soja usado em fritura apresentou um teor de cinzas superior a legislação (0,032%), enquanto que o biodiesel do óleo de soja comercial está dentro do que estabelece a resolução (0,018%). Para Oliveira (2021) a densidade do biodiesel é diretamente proporcional ao tamanho de sua cadeia alquiléster, contudo, a densidade diminuirá com a presença de insaturações na molécula, podendo ser afetada ainda pela presença de impurezas (álcool). A densidade encontrada para o éster etílico do óleo de soja comercial (0,893 g/cm<sup>3</sup>) está dentro dos padrões da ANP, enquanto a densidade encontrada para o éster etílico do óleo de soja usado em fritura está no limite estabelecido na legislação (0,900 g/cm<sup>3</sup>). Essa propriedade fluidodinâmica, quando em altos valores, pode ocasionar a formação de fumaça negra e emissão de material particulado (DIB, 2010), fato que pode acarretar em impactos econômicos e ambientais. Outro fator importante é o estado de conservação do biodiesel que é fornecido através do índice de acidez e quando este índice evidencia a diminuição do valor da acidez, simultaneamente anuncia o sucesso do processo de transesterificação. O índice de acidez do éster etílico do óleo usado em fritura foi (0,335 mg KOH/g óleo) estando dentro do limite estabelecido pela ANP e apresentando diminuição quando comparado ao índice de acidez do óleo de soja residual, já o éster etílico do óleo de soja comercial apresentou índice de acidez de (0,461 mg KOH/g óleo) estando de acordo com a

legislação e apresentação aumento na acidez quando comparado ao óleo de soja comercial. Segundo Oliveira (2021) índices de acidez superiores aos previstos pela ANP podem indicar a presença de água, que afeta a combustão e pode ainda danificar as peças do motor. Os índices de iodo encontrados para os ésteres etílicos obtidos apresentaram considerável diminuição quando comparados aos óleos residual e comercial. O éster etílico do óleo usado em fritura apresentou índice de iodo de (20,83 g I<sub>2</sub>/100g), enquanto o éster etílico do óleo de soja comercial apresentou índice de iodo de (28,70 g I<sub>2</sub>/100g), indicando que houve considerável redução do número de insaturações com a reação de transesterificação para obtenção de ambos os ésteres etílicos. Com relação ao índice de saponificação, o éster etílico do óleo de soja residual apresentou aumento quando comparado ao óleo residual de fritura, evidenciando a redução de impurezas insaponificáveis durante o processo de transesterificação, já para o éster etílico do óleo de soja comercial, observou-se o comportamento contrário, com a diminuição do índice de saponificação quando comparado ao óleo de soja comercial. Os índices de saponificação encontrados para os dois ésteres foram (214 mg KOH/g óleo para o éster do óleo residual) e (146,6 mg KOH/g óleo para o éster do óleo refinado). A redução da viscosidade é um dos principais objetivos da transesterificação, uma vez que esse parâmetro correlaciona o tamanho da cadeia carbônica com o grau de saturação da molécula. A reação de transesterificação, ao retirar a molécula de glicerol do triglicerídeo reduz a viscosidade do óleo, aperfeiçoando sua característica lubrificante (SANTOS, 2011). A viscosidade cinemática a 40 °C encontrada para o éster etílico do óleo de soja residual foi igual a (4,9 mm<sup>2</sup>/s), enquanto a viscosidade cinemática a 40 °C encontrada para o éster etílico do óleo de soja comercial foi (5,8 mm<sup>2</sup>/s), valores que estão de acordo com os padrões da ANP, que estabelece o limite de (0,6 mm<sup>2</sup>/s), e na mesma faixa dos valores obtidos por Oliveira (2021) que reitera que a alta viscosidade pode gerar heterogeneidade durante o processo de combustão do biodiesel formando depósitos de resíduos nas partes internas do motor, além de provocar problemas na injeção e circulação do biodiesel.

A reação de epoxidação tem grande para a indústria oleoquímica, sendo utilizada para obtenção de lubrificantes biodegradáveis de maior estabilidade térmica. A epoxidação consiste na reação de um composto insaturado com um perácido. Os epóxidos podem ser obtidos através de ésteres, ácidos graxos ou triglicerídeos. Por meio da reação de epoxidação dos ésteres etílicos oriundos do óleo de soja residual e do óleo de soja comercial, utilizando ácido peracético 15%, possibilitou a obtenção dos biolubrificantes.

A reação de epoxidação proporcionou em rendimento de 85,0% para o biolubrificante etílico do óleo de soja residual e 87,3% para o biolubrificante etílico do óleo de soja comercial, cujos processos estão ilustrados nas Figuras 3 e 4.

**Figura 3:** Processo de produção e purificação do biolubrificante de óleo de soja residual.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

**Figura 4:** Processo de produção e purificação do biolubrificante de óleo de soja comercial.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Os epóxidos (biolubrificantes) obtidos do óleo de soja comercial e do óleo de soja residual pelo processo de epoxidação de seus ésteres etílicos foram caracterizados mediante suas propriedades físico-químicas e os resultados foram comparados com a literatura, conforme a Tabela 3.

**Tabela 3:** Parâmetros físico-químicos dos epóxidos de óleo de soja (biolubrificantes).

Parâmetros	Epóxido etílico de óleo usado	Epóxido etílico de óleo refinado
Aspecto	Amarelo Alaranjado	Alaranjado
Umidade e Voláteis (%)	0,4	0,3
Cinzas (%)	0,055	0,044
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,953	0,960
Índice de acidez (mg KOH/g óleo)	0,441	0,336
Índice de Saponificação (mg KOH/g óleo)	178	213
Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100g óleo)	10,5	22,9
Índice de Peróxido (meq/Kg)	0,041	0,014
Índice de hidroxila (mg KOH/ g óleo)	18,9	19,8
Oxigênio Oxirano (%)	6,7	11,6
Viscosidade Cinemática a 40°C (mm <sup>2</sup> /s)	9,8	9,5

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

A umidade obtida para o epóxido etílico do óleo residual foi de (0,4%), enquanto a umidade obtida para epóxido do etílico do óleo comercial foi de (0,3%), ambas são altas quando comparados ao trabalho de Oliveira (2013) onde o nível de umidade é (0,1%) e também quando comparados ao trabalho de (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021) que utilizou o metanol e obteve a umidade de (0,06%). A umidade pode causar problemas em peças e afetar a eficiência do produto. Para Cecchi (2003), as cinzas podem ser resquícios de carbono ou material inorgânico provenientes do processo de combustão do material orgânico, contudo não formam carvão. O teor de cinzas para os epóxidos etílicos são menores quando comparados ao obtido por (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021) que atingiu (0,55%). Para o epóxido etílico do óleo residual o teor de cinzas obtido foi (0,055%), já para o epóxido etílico do óleo comercial o teor de cinzas foi de (0,44%), evidenciando menor contaminação por metais, resíduos inorgânicos, dentre outros. As densidades obtidas para os epóxidos etílicos estão na mesma faixa quando comparados ao obtido por (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021). O índice de iodo obtido para o epóxido etílico do óleo de soja residual está em conformidade com o obtido por (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021), já o epóxido etílico do óleo de soja comercial apresentou maior índice quando comparado ao obtido pelos mesmos autores, atingindo (22,9 g I<sub>2</sub>/100g de óleo). É importante citar que também houve significativa redução quando comparados aos índices de iodo dos ésteres etílicos. O índice de acidez do biolubrificante do óleo usado em fritura aumentou quando comparado ao índice obtido para o éster etílico do óleo residual, apontando um aumento na quantidade de ácidos livres presentes na amostra, já para o biolubrificante do óleo de soja comercial este índice apresentou redução quando comparado ao éster etílico do óleo refinado, indicando a diminuição da presença de ácidos livres. Para Rios

(2015), baixos índices de acidez são características positivas, uma vez que a amostra inicial era de ácidos livres, a redução desses índices é satisfatória e provavelmente não implica em problemas industriais e ambientais. O índice de saponificação para o biolubrificante do óleo residual foi de (178 mg KOH/g óleo) e apresentou redução quando comparado ao índice obtido para o biodiesel do óleo residual, já o biolubrificante do óleo comercial apresentou saponificação de (213 mg KOH/g óleo) e um aumento quando comparado ao índice obtido para o biodiesel do óleo refinado. Para Bellaver e Zanotto (2004), o índice de peróxido é utilizado na determinação da rancidez do triglicerídeo, onde a catálise ocorre por meio da oxidação e sempre crescente após sua iniciação. Os índices de peróxidos obtidos para os epóxidos são menores do que o obtido por (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021) onde o índice obtido é (0,41 meq/Kg) para o epóxido etílico. O índice de peróxido obtido para o biolubrificante do óleo de soja residual foi de (0,041 meq/Kg), já o índice de peróxido para o biolubrificante do óleo de soja comercial foi ainda menor, atingindo (0,014 meq/Kg). O índice de hidroxila obtido para o epóxido etílico de óleo usado foi de (18,9 mg KOH/g óleo), enquanto o índice de hidroxila presente no epóxido etílico de óleo comercial atingiu (19,8 mg KOH/g óleo), ambos apresentaram índices menores e próximos ao obtido por (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021). Esses valores de índice de hidroxila evidenciam a presença de hidroxilas no epóxido, e isso pode estar associado a elevada concentração de ácido peracético utilizada para a reação de epoxidação. Neste trabalho obteve-se (6,7 %) de oxigênio oxirano para o biolubrificante do óleo residual e (11,6%) para o biolubrificante do óleo comercial, indicando que reação de epoxidação foi realizada com sucesso, embora tenham ocorrido algumas reações de hidrólise. Segundo Baltacioglu e Balkose (1999) o índice de oxigênio oxirano deve ser baixo, porém deve ser superior a (6,3%). A reação de conversão das ligações duplas em anéis oxiranos pode ser confirmada pelo aumento da viscosidade cinemática dos epóxidos etílicos obtidos em relação aos ésteres etílicos. A viscosidade cinemática a 40 °C obtida para o biolubrificante do óleo de soja residual foi de (9,8 mm<sup>2</sup>/s), mesmo valor obtido por (Macedo; Farias; Ramos; Pereira; Rocha; Oliveira; Santos, 2021), enquanto a viscosidade cinemática a 40 °C obtida para biolubrificante do óleo de soja comercial foi (9,5 mm<sup>2</sup>/s), valor maior quando comparado ao éster etílico do óleo refinado. Teoricamente os valores das viscosidades podem estar maiores, quando comparados aos ésteres etílicos, em razão da presença de algumas hidroxilas formadas pela hidrólise dos anéis oxiranos (SANTOS, 2011).



As ligações de hidrogênio formadas entre as hidroxilas de diferentes moléculas desse composto dificultam o escoamento do epóxido, aumentando a viscosidade (ADHVARYU et al., 2005).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O descarte inapropriado do óleo residual de fritura pode causar grande impacto sobre o meio ambiente. A formação de depósitos de gorduras no solo e na água, proveniente principalmente do descarte deliberado do óleo residual nas redes de esgotos de casas, restaurantes e outros ambientes, podem dificultar a respiração das plantas e da vida marinha. Outro problema atrelado é a liberação de compostos tóxicos como o sulfureto de hidrogênio e o ácido sulfúrico que favorecem a proliferação de microrganismos. Desta maneira, faz-se importante conscientizar a população a adotar métodos de coletar e armazenamento correto desse resíduo, visando o tratamento específico.

Este trabalho mostrou que é possível e eficiente utilizar o óleo de soja residual de fritura como matéria-prima para obtenção de biodiesel e biolubrificante, como uma alternativa a substituição dos combustíveis e lubrificantes minerais derivados do petróleo. A utilização de biocombustíveis renováveis e de lubrificantes biodegradáveis contribuem para a manutenção do equilíbrio ambiental e induz o pensamento crítico voltado a importância da sustentabilidade ambiental e a novas formas de emprego do óleo usado em fritura.

Os epóxidos obtidos através do óleo de soja usado em fritura e do óleo de soja comercial apresentaram bom rendimento, sendo de 85,0% para o biolubrificante etílico do óleo de soja residual e 87,3% para o biolubrificante etílico do óleo de soja comercial. Além disso, os biolubrificantes apresentaram propriedades físico-químicas oportunas para utilização desses materiais em máquinas e equipamentos específicos.

A finalidade da obtenção do biolubrificante a partir do óleo de soja residual teve como intuito atenuar e até eliminar os efeitos da degradação ambiental e da poluição atmosférica advinda da dependência da indústria petrolífera, além de retirar de circulação um resíduo altamente poluente que é o óleo de soja residual, com vistas a proteção ambiental e ao aperfeiçoamento da qualidade de vida de uma sociedade globalizada.

## REFERÊNCIAS

ADHVARYU, A.; LIUB, Z. E.; SEVIM, Z. Synthesis of novel alkoxyated triacylglycerols and their lubricant base oil properties. *Industrial Crops and Products*. 21, 113–119, 2005.

BALTACIOGLU, H.; BALKOSE, D. “Effect of zinc stearate and/or epoxidized soybean oil on gelation and thermal stability on PVC-DOP plastigels”, *Journal of Applied Polymery Science*. 74, 2488-2498, 1999.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. In: *Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia*. Campinas: FACTA, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 87 de 15 de março de 2021. **Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais**. Diário Oficial da União, edição 51, Seção 1, p. 261. Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 49 de 22 de dezembro de 2006. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Óleos Vegetais Refinados; a Amostragem; os Procedimentos Complementares; e o Roteiro de Classificação de Óleos Vegetais Refinados**. Diário Oficial da União, Seção 1. Brasília, 2006.

BRASIL. Agência Nacional Do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP nº 45 DE 25/08/2014. **Dispõe sobre a especificação do biodiesel contida no Regulamento Técnico ANP nº 3 de 2014 e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional**. Diário Oficial da União, Seção 1. Brasília, 2014.

CECCHI, H. M. Fundamentos Teóricos e Práticos em análise de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CERQUEIRA, E. B.; SANTOS, M. A. **A importância da educação ambiental e a reutilização do óleo de fritura na região de Campinas**. Monografia de especialização em Gestão Ambiental. Universidade Estadual de Goiás, 2008.

DIB, F. H. Produção de biodiesel a partir de óleo residual reciclado e realização de testes comparativos com outros tipos de biodiesel e proporções de mistura em um moto-gerador. (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual Paulista, 2010.

DOMINGOS, A. K. Otimização da etanólise de óleo de *Raphanus sativus* L. e avaliação de sua estabilidade à oxidação. Dissertação de Mestrado. Curitiba: UFPR, 2005.

FARONI, L. R. A.; ALENCAR, E. R.; PAES, J. L.; COSTA, A. R.; ROMA, R. C. C. Armazenamento de soja em silo tipo bolsa. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 29, 1, .91-100, 2009.

FERRARI, R. A. *et al.* Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 19-23, 2005.

GODOY, P. O. *et al.* Consciência limpa: Reciclando o óleo de cozinha. **Anuário da produção de iniciação científica discente**, v. 13, n. 17, p. 205-217, 2011.

KRAUSE, L. C. Desenvolvimento do processo de produção de biodiesel de origem animal. 2008. 130f. Tese (Doutor em Química) – Departamento do Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

NUNES, M. R. D. S. *et al.* Epoxidação do óleo de mamona e derivados empregando o sistema catalítico V/TBHP. **Química nova**, v. 31, n. 4, p. 818-821, 2008.

PELANDA, F. M. **Obtenção e caracterização de lubrificantes a partir de óleo de fritura e óleo de soja refinado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Química Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

RINALDI, R. *et al.* Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.

SABESP. Programa de Reciclagem de Óleo de Fritura da Sabesp. São Paulo: Sabesp, 2010. Disponível em: [https://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp\\_doctos/programa\\_reciclagem\\_oleo\\_completo.pdf](https://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/programa_reciclagem_oleo_completo.pdf). Acessado em 17/03/2022.

SANTOS, E. H. Síntese e Caracterização de Biolubrificantes a Partir do Óleo de Soja Refinado. 2011 TCC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

SANTOS, J.C.O. *et al.* Chemistry and sustainable development: the use of Brazilian regional plants in the context of Chemical concepts. **Academia Journal of Scientific Research**, v. 4, n. 3, p.276-278, 2016.

SILVA, A. F. *et al.* Reciclagem - óleos de fritura. **Anais: Mostra de trabalhos / projetos dos técnicos de nível superior da prefeitura de Porto Alegre**. Porto Alegre, 2007.

SUAREZ P. A. Z.; SANTOS A. L. F.; RODRIGUES J. P.; ALVES M. B. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. **Química Nova**. 32, 3, 2009.

OLIVEIRA, A. F. Síntese e caracterização de biolubrificantes obtidos através de modificações químicas no óleo de soja refinado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação Aplicada). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, I. L. de. Obtenção de biocombustíveis por transesterificação etílica e metílica do óleo residual oriundo de restaurante universitário. 2021. 45 fl. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Licenciatura em Química, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2021.

OLIVEIRA, J. A. B.; AQUINO, K. A. S. Óleo residual de frituras: impactos ambientais, educação e sustentabilidade no biodiesel e sabão. **X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco** – Jopex. Recife, 2010.



WU, X. *et al.* The study of epoxidized rapeseed oil used as a potential biodegradable lubricant. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 77, n. 5, p. 561-563, 2000.

YUAN, X. *et al.* Optimization of conversion of waste rapeseed oil with high FFA to biodiesel using response surface methodology. **Renewable Energy**, v. 33, n. 7, p.1678-1684, 2008.

# CAPÍTULO 17

## DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA: ALGUNS APONTAMENTOS SOBRE OS DESAFIOS E AS ESTRATÉGIAS ADOTADAS PELO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PARAÍBA<sup>1</sup>

**Julia Diniz de Oliveira**  
**Joyce Clara Vieira Ferreira**

### RESUMO

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas são componentes da política de saneamento ambiental, que nas últimas décadas, vem ganhando grande repercussão, tanto pela ausência de políticas que consigam efetivar-se sobre o território quanto pelo reflexo no cotidiano dos cidadãos que envolvem em muitos casos questões de saúde dos indivíduos. A partir dessa problemática toma-se como objetivo discutir aspectos de risco e vulnerabilidade associados à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais urbanas no município de João Pessoa-PB, buscando identificar os desafios e as estratégias de planejamento territorial realizada pela gestão municipal para enfrentar tais desafios. Os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa foram: levantamento bibliográfico; levantamento de dados; e espacialização em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. Em síntese, os resultados apontam que na área de estudo as ações para este segmento ainda são limitadas e a ausência de estruturação do saneamento confere ameaça à saúde pública e ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Políticas públicas. Saneamento Ambiental. Risco. Vulnerabilidade. João Pessoa - PB.

### INTRODUÇÃO

Os novos modos de vida dos centros urbanos, associados à política econômica e às dimensões culturais da população, podem provocar vários problemas estruturais que trazem grave prejuízo à saúde dos indivíduos. Nessa perspectiva, investigando de maneira mais crítica a realidade urbana, incorpora-se ao campo de investigação problemáticas que reflete e são reflexo do planejamento e execução de políticas públicas.

Dentre os vários problemas urbanos vivenciados no Brasil, está a questão da setorialidade dada ao saneamento ambiental brasileiro. Tratando das especificidades do saneamento ambiental e das questões de risco e vulnerabilidade inerentes de tal realidade, destacam-se a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Este componente da política de

---

<sup>1</sup>Parte das reflexões apresentadas nesse trabalho são resultados do trabalho de conclusão de curso realizado na Especialização em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido, do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, no ano de 2020.



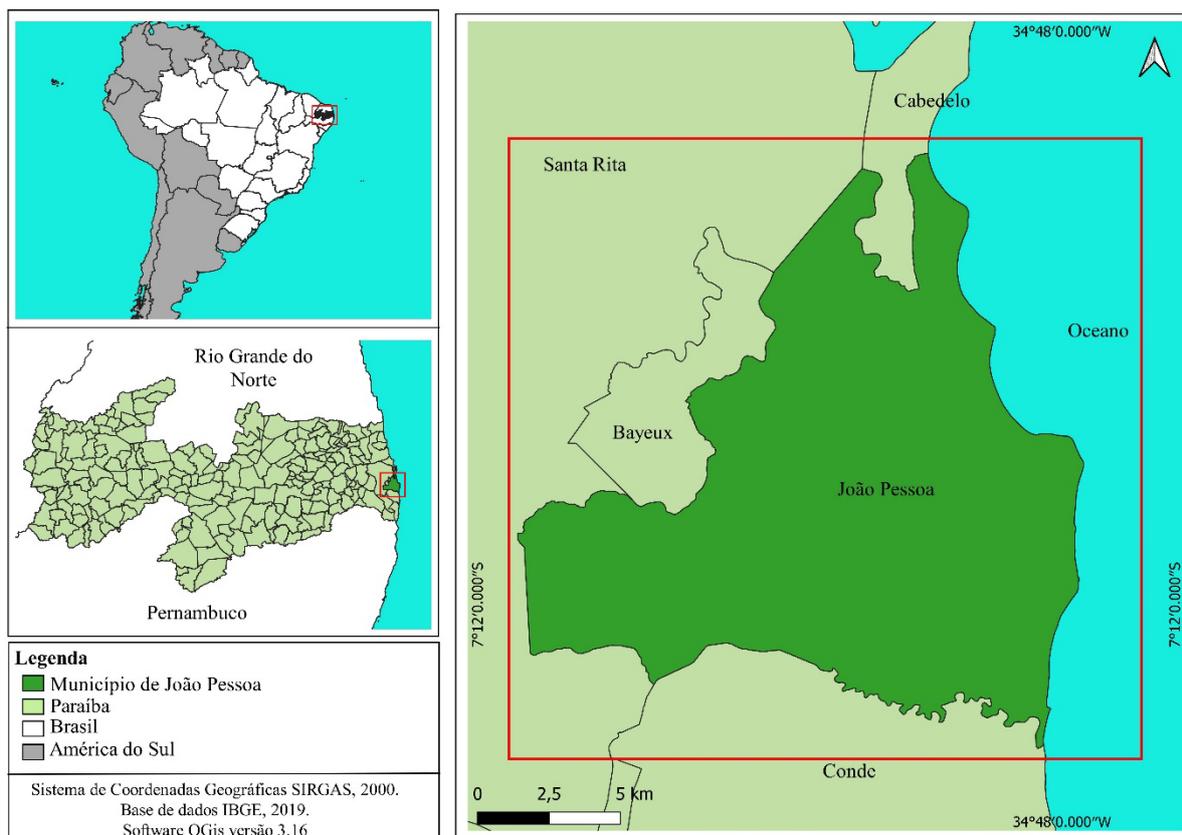
saneamento ambiental, nas últimas décadas, vem ganhando grande repercussão tanto pela ausência de políticas que consigam efetivar-se sobre o território quanto pelo reflexo no cotidiano dos cidadãos que envolvem em muitos casos questões de saúde dos indivíduos.

Assim, parte-se do pressuposto de que este contexto epidemiológico assume uma dimensão espacial que muitas vezes é negligenciada na leitura desse problema urbano. A historicidade desta questão, os elementos socioeconômicos e comportamentais, e as condições dos objetos do próprio espaço precisam ser considerados de maneira integrada, para analisar os elementos que envolvem ações de operação e manutenção do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais em áreas urbanas.

As características inerentes à ineficiência na drenagem urbana e ao manejo dos resíduos sólidos, principalmente das grandes e médias cidades brasileiras, são determinadas por fatores sociais, políticos, culturais, econômicos e ambientais que justificam em que nível de risco e vulnerabilidade a população se encontra. A partir desta problemática, este trabalho toma como objetivo discutir aspectos de risco e vulnerabilidade associados à drenagem urbana e ao manejo de águas pluviais urbanas no município de João Pessoa-PB, buscando identificar os desafios e as estratégias de planejamento territorial realizada pela gestão municipal para enfrentar tais desafios.

Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa corresponderam a: caracterização da área de estudo, levantamento bibliográfico e de dados. A área deste estudo corresponde ao município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba (PB). Limita-se ao norte com o município de Cabedelo, ao sul com o município do Conde pelo Rio Gramame, ao leste pelo Oceano Atlântico, a oeste com o município de Bayeux pelo Rio Sanhauá e a sudeste e noroeste com o município de Santa Rita pelos rios Mumbaba. Com área territorial de 211,475 km<sup>2</sup>, densidade demográfica de 3.421,28 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010) e população estimada em 809.015 pessoas (IBGE, 2019) (Figura 1).

**Figura 1:** Localização do município de João Pessoa – PB.



**Elaboração:** Júlia Diniz, 2021.

As teorizações realizaram-se, inicialmente, a partir do levantamento bibliográfico pautado em autores que tratam do saneamento ambiental, com ênfase na drenagem e manejo das águas pluviais. A compreensão da temática levou a analisar as ações e programas que são desenvolvidos pelo Estado no âmbito da gestão territorial desse fenômeno, as múltiplas variáveis que permeiam o seu processo de criação e efetivação enquanto política pública. A base de dados foi composta por elementos provenientes de dados e informações que regulamentam a Política de Saneamento Básico em esferas nacional, estadual e municipal

Isto posto, na próxima seção deste texto, apresentamos a caracterização e discussão de os aspectos de risco e vulnerabilidade associados à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no município de João Pessoa – PB, discutindo o contexto contemporâneo e os possíveis desafios para sua efetividade.

## ASPECTOS DE RISCO E VULNERABILIDADE ASSOCIADOS À DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA – PB

A maioria dos serviços necessários para a coesão das cidades exige crescentes demandas por água. A Lei n.11.445, de 4 de janeiro de 2007, apresenta todas as diretrizes técnicas e universais para o saneamento no Brasil. No entanto:

Esse regulamento não especificou com clareza qual competência administrativa que estaria disposta a prestar esse serviço. Há uma sobreposição de competências entre estados e municípios, indefinindo quais políticas públicas devem ser adotadas e executadas (AITH; ROTHBARTH, 2015, p. 173).

O município de João Pessoa é um importante polo paraibano que contribui para o desenvolvimento do estado. Para orientar, planejar e executar medidas de saneamento adota o Plano Diretor elaborado no ano de 1992 e como instrumento de orientação o Plano Municipal de Saneamento Básico de 2015. Em consonância com a maioria dos municípios brasileiros, João Pessoa não apresenta um Plano de Drenagem Urbana, sendo um tema não contemplado na história deste município desde o Plano de Desenvolvimento de 1975, considerado o documento mais antigo. Atualmente, sua administração municipal é orientada pela Lei N° 10.429, de 14 de fevereiro de 2005. No capítulo 5 desta Lei são detalhados os campos de atuação dos órgãos e suas competências.

Com a gestão territorial organizada de forma desarticulada, a Secretaria de Planejamento é a responsável pelo planejamento estratégico municipal, ou seja, elabora e contrata os projetos do sistema de drenagem urbana, quando estes são de médio e grande portes. A execução das obras fica a cargo da Secretaria de Infraestrutura, que é responsável pela construção e conservação de obras públicas municipais, a drenagem e conservação dos logradouros públicos, a pavimentação e as obras complementares, fiscalização dos contratos relacionados com obras e serviços de sua competência, e a manutenção de pavimentação e de galerias pluviais (PMSB-JP, 2015).

Na Secretaria Municipal de Meio Ambiente são realizados os estudos e o licenciamento ambiental dos projetos. E a produção de informações sobre os problemas de drenagem é realizada pela Defesa Civil, que segue as diretrizes e objetivos da Lei n° 12.208 de 2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Ao tratar da divisão administrativa

relacionada à drenagem urbana e suas dificuldades de efetivação, o PMSB-JP (2015, p.399) enfatiza que:

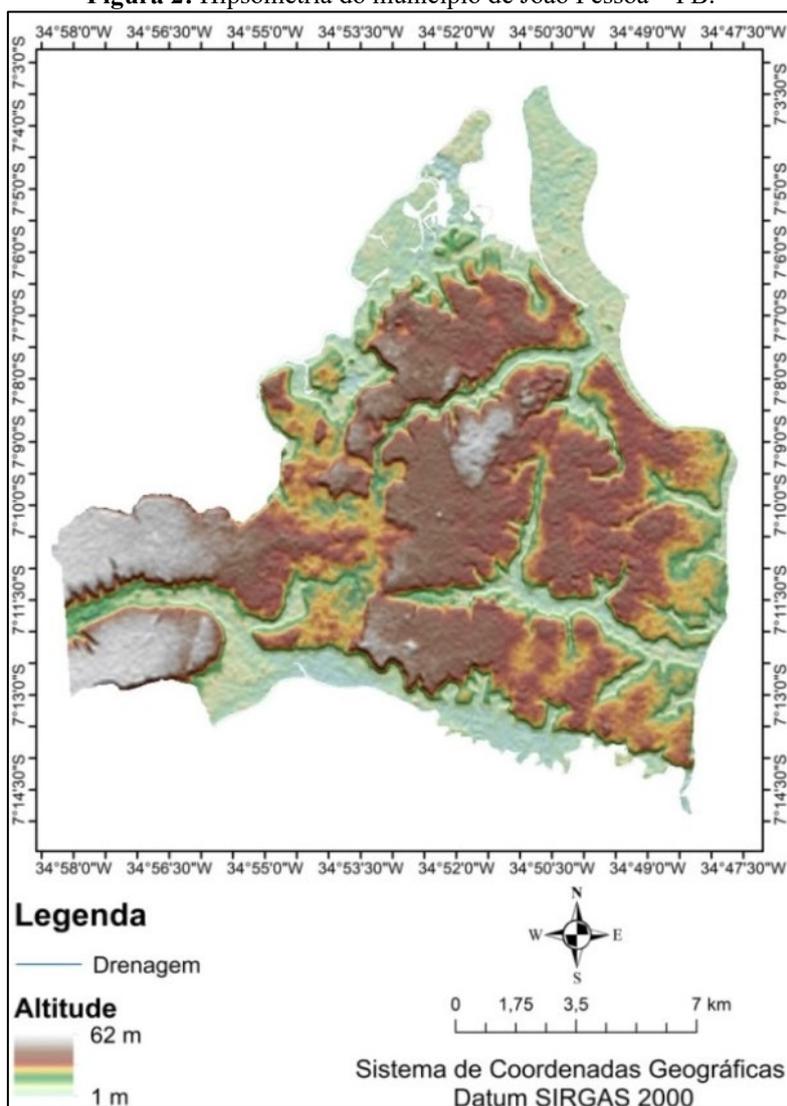
Um dos pontos principais para a descontinuidade dos serviços da Prefeitura Municipal de João Pessoa e a falta de integração entre os diversos setores é a pequena parcela de funcionários efetivos nos serviços essenciais, não havendo, portanto, funcionários técnicos em número adequado para a gestão dos serviços que são prestados. Deve ser ressaltado que nunca houve concurso público contratação de engenheiros, arquitetos e técnicos, a exemplo do quadro efetivo de engenharia que é remanescente de engenheiros, arquitetos e geógrafos admitidos antes da promulgação da constituição de 1988 os quais adquiriram estabilidade, todavia muitos se aposentaram (PMSB-JP 2015, p. 399).

Como enfatiza o PMSB – JP (2015) para este setor, seriam necessários pelo menos 60 fiscais de obras urbanas. Contudo, em 2015, o quadro de fiscais de obras e posturas urbanas era de 8 funcionários ativos. Dessa forma, observamos o quão frágil se torna a atuação da prefeitura de João Pessoa no tocante a implementação da fiscalização de obras urbanas em decorrência de seu corpo técnico limitado.

Quanto às áreas especiais de drenagem e seu modelado, o município apresenta bacias fechadas, áreas muito declivosas e áreas ribeirinhas com ocupação e alto grau de urbanização (PMSB - JP, 2015). Ao tratar sobre questões relacionadas às bacias urbanas, Santos (2006) apresenta três tipologias de bacias: bacias de alto curso, onde as altas velocidades e erosão são os mais preocupantes; as bacias de médio curso nas quais as áreas das vertentes são produtoras de sedimentos com ocorrências de processos erosivos, e as áreas planas com o aparecimento de alagamentos decorrentes da urbanização e com planejamento inadequado; bacias baixo curso onde há predominância de baixas declividades com planícies largas e adensamento populacional, sendo susceptíveis aos frequentes fenômenos de inundação típicos das planícies fluviais, originando conflitos no uso do território.

João Pessoa possui os três tipos apresentados por Santos (2006), com mais incidência de ocupação indevida das planícies fluviais, além de problemas de estrangulamento da calha, com formação de armazenamentos de pequenas alturas decorrentes também de pontes de baixa altura ou insuficiente e bueiros com diâmetros insuficientes como ocorre no rio Jaguaribe. Também possui problemas relativos a alagamentos e inundações, com mais incidência nas planícies costeiras e áreas relativamente planas no tabuleiro onde não possui sistemas de drenagem implantados (PMSB-JP, 2015) (Figura 2).

**Figura 2:** Hipsometria do município de João Pessoa – PB.



Fonte: autoras, 2020.

Como consequência da urbanização e do conjunto de rede de esgotamento sanitário e de rede de drenagem implantadas, os problemas de drenagem urbana presentes no município estão associados a questões estruturais e não estruturais. Sobre isso, Nóbrega (2002, apud PMSB – JP, 2015, p.335) apresenta 8 problemas presentes no município, bem como algumas indicações de soluções para drenagem. Esses problemas foram evidenciados no quadro 2 o qual contempla a ação antrópica sobre o meio, o problema derivado dessa intervenção e as possíveis medidas preventivas a serem implementadas.

**Quadro 2:** Problemas de drenagem urbana no município de João Pessoa-PB e possíveis soluções.

<b>Ação Antrópica</b>	<b>Problema</b>	<b>Medidas</b>
Traçado dos loteamentos desconsiderando a rede de drenagem natural.	Interrupção do escoamento natural.	Projetos de loteamentos feitos por equipe multidisciplinar. Obras de drenagem com viés corretivo.
Implantação da rede viária com represamento da drenagem natural.	Habitações construídas em cotas abaixo do greide da via.	Implantação da infraestrutura antes da ocupação.
Ocupação urbana na linha de costa	Lançamentos de galerias sujeitos ação das marés.	Ordenamento urbano que considera a dinâmica marinha.
Implantação de drenagem de forma fragmentada	Sistemas implantados inadequados e problemáticos	Plano diretor de drenagem urbana.
Canalização de rios e córregos	Isolamento do aquífero; Prejuízos ao meio ambiente; Enchentes a jusante; Favorecimento às ligações clandestinas de esgoto.	Restauração de rios canalizados integrados com os demais planos municipais.
Estações elevatórias de esgoto sem grupo gerador de energia e sem manutenção, com extravasor ligado para galeria pluvial.	Poluição das praias que têm lançamentos de galerias pluviais.	Obrigatoriedade do uso de geradores nas EEE e manutenção sistemática.
Estações elevatórias de esgoto implantadas no subsolo dos passeios públicos	Dificuldade de identificação da fonte poluidora nas praias receptoras de lançamentos de galerias.	Obrigatoriedade de reserva de espaços destinados às EEE nos loteamentos aprovados.
Lixo nas ruas e terrenos baldios.	Entupimento de galerias e canais.	Grelhas nas entradas das bocas de lobo. Conscientização da população. Eficiência da coleta de lixo.

**Fonte:** Nóbrega (2002) *apud* PMSB – JP (2015, p.335).

O quadro representa uma síntese da problemática evidenciada em bacias urbanas e contribui em grande medida para o planejamento dessas áreas ao passo dispõem de medidas preventivas. Outro problema importante se refere à balneabilidade das praias urbanas, com despejo de esgotos nas galerias, oriundos de ligações clandestinas de particulares. Com base na coleta e monitoramento da qualidade da água, realizado pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEM, 2020) no período de 03 e 04 de março de 2020, foram analisados 22 pontos, destes, 20 pontos apresentaram-se própria e 2 pontos imprópria.



É fato que essas áreas nem sempre têm sido respeitadas como áreas de conservação ambiental, pois apresentam destruição da vegetação do entorno. Essas questões ocorrem na busca por áreas para a urbanização, com prejuízos para a manutenção da biota, a qualidade das águas dos rios, e, conseqüentemente, para a saúde dos indivíduos. Ademais, não se pode deixar de considerar os cenários sobre as mudanças climáticas evidenciadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2019), o que pode afetar diretamente a saúde, meios de subsistência, segurança alimentar, abastecimento de água, segurança humana e crescimento econômico da população.

É evidente que essas mudanças em grande escala, o regime pluviométrico, a morfologia e o sistema de drenagem natural são elementos indissociáveis ao planejamento urbano, pois devem ser considerados no momento do planejamento para que se possa evitar problemas relacionados a alagamentos e inundações em áreas urbanizadas. Portanto, a gestão da drenagem urbana precisa considerar todas essas variáveis de forma sistêmica. Sobre as medidas para a drenagem urbana, o município de João Pessoa adota ações estruturais e não estruturais. Segundo o PMSB - JP (2015, p.334):

Os sistemas de drenagem urbana que tem sido implantados no município de João Pessoa são **exclusivamente os do tipo tradicional**, compreendendo a microdrenagem e a macrodrenagem. Este tratamento dado aos sistemas de drenagem, por vezes, translada o problema de alagamento para áreas mais a jusante, degradando esta outra região (PMSB - JP, 2015, p.334, *grifos nossos*).

Os sistemas de microdrenagem tradicionais correspondem ao escoamento das águas de superfície, advindas dos lotes vazios ou ocupados com edificações, calçadas, praças e equipamentos diversos privados ou públicos. Se dá inicialmente para as sarjetas, e em seguida captadas nas bocas de lobo e transportadas por meio de galerias de coleta e transporte de águas pluviais, no subsolo para os cursos d'água, lagos, lagoas ou o oceano. O local em que ocorre a microdrenagem o escoamento superficial não é bem definido, dependendo do traçado das ruas (PMSB - JP, 2015) (Figura 3).

**Figura 3:** Microdrenagem e macrodrenagem: subsistemas característicos da drenagem urbana.



Fonte: Aquafluxus, 2020. Adaptado pelos autores.

Ao tratar dos mananciais de drenagem, o sentido do escoamento do lote para a via se dá para a via frontal, evitando o escoamento para o lote de fundo. Nas bacias hidrográficas urbanas de maior porte, a drenagem é feita a partir de galerias de diâmetros superiores que recebem as águas de galerias e montante e as transportam para o corpo receptor. São galerias da denominada macrodrenagem (PMSB - JP, 2015).

Como enfatiza o PMSB - JP (2015), em João Pessoa os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem têm sido implantados, concomitantemente, com a pavimentação das vias. No entanto, nem sempre resultam em pleno sucesso relativamente aos seus objetivos de evitar alagamentos e inundações. Ocorrem problemas diversos relacionados às práticas que não se coadunam com objetivos dos projetos de drenagem municipal.

Em João Pessoa, a pavimentação das ruas é a garantia de que houve implantação dos sistemas de microdrenagem. Assim, o número de ruas pavimentadas constitui em um indicador da existência de sistemas implantados de microdrenagem (PMSB-JP, 2015). Segundo os dados do PMSB – JP (2015, p.342):

[...] ainda expressivo o percentual de vias públicas sem pavimentação, com o percentual atingido de 31,80% do total de vias, nessa situação. Na situação de vias com pavimentação parcial, o percentual atinge valor inexpressivo, de pouco mais de 1% do total, o que não representaria, de fato, grande esforço no sentido de se totalizar a pavimentação dessas vias. Os percentuais relativos aos comprimentos das ruas se aproximam bastante do número de ruas nas três situações (PMSB – JP, 2015, p. 342).

Sobre a macrodrenagem os dados são limitados, contudo, o próprio PMSB-JP (2015, p.342) enfatiza que:

[...] grande parte da rede antiga de galerias, principalmente dos bairros antigos, não é conhecido, o que impossibilita o seu levantamento no âmbito do PMSB, o que deveria ser uma tarefa de certa urgência a fim de se prevenir possibilidades de desastres no futuro. Trata-se de tarefa que exige prospecção de antigos documentos e bastante trabalho de campo, devendo ser elaborada detalhadamente no Centro histórico da cidade, durante os períodos chuvosos e sem chuvas. Algumas dessas galerias foram implantadas no começo do século XX, portanto com cerca de 100 anos, o que gera preocupação adicional que não deve ser menosprezada (PMSB-JP, 2015, p. 342).

João Pessoa possui áreas propensas a risco de desastres por movimentação de massa, praticamente em toda a sua totalidade está sujeita à movimentação de massa úmida consequência da ocupação de áreas indevidas de encostas do tabuleiro costeiro (PMSB- JP, 2015).

Ainda segundo o PMSB – JP (2015), a ocorrência de alagamentos (Figura 4), inundações e movimentação de massa (Figura 5) ocorre de zona sul a norte, leste e oeste da cidade. Com maior incidência na zona Sul. Sendo ocasionado, predominantemente, pela ausência ou deficiência de manutenção nas estruturas, como: sarjeta obstruída com vegetação ou lixo, boca de lobo obstruída com lixo ou vegetação, galeria entupida com lixo ou assoreada, estrutura de descarga no rio obstruído com lixo ou vegetação. Além disso, apresenta problemas relacionados ao sistema de drenagem subdimensionado (PMSB – JP, 2015).

**Figura 4:** Alagamento na Rua Antônio Rabelo Júnior, bairro Miramar- João Pessoa.



**Foto:** TV Cabo Branco, 2019.

**Figura 5:** Deslizamento de terra na Barreira do Cabo Branco - Zona leste de João Pessoa.



**Foto:** Jornal Correio da Paraíba, 2019.

Ainda de acordo com o PMSB-JP (2015) na zona norte, verifica-se com frequência a ausência ou dificuldades de manutenção nas estruturas. Isso estaria relacionado com o fato dessa zona ser a mais antiga da cidade. Na zona Leste, os problemas mais comuns são falhas existentes nos serviços urbanos de planejamento e de gestão da cidade. Esses mesmos problemas acontecem na Zona Oeste. Além desses problemas, existem outros, como: lançamento de esgoto na rede de drenagem, presença de raízes na tubulação e seccionamento da rede. Este cenário demonstra que o município apresenta de baixo para médio risco, com potencial para desastres.

Quanto aos problemas de macrodrenagem, a zona oeste é a área da cidade com maiores problemas, principalmente, relacionado ao acúmulo de resíduos sólidos ou restos de materiais de construção no leito principal ou secundário do rio (Figura 6).

**Figura 6:** Poluição em trecho do rio Jaguaribe – João Pessoa.

Socorro e Silva / 05 de julho de 2017

Foto: ASSUERO LIMA



**Foto:** Jornal Correio da Paraíba, 2017.

É importante lembrar que, a área na qual margeia o leito natural do rio Jaguaribe foi ocupada de forma desordenada. Contudo, o risco de inundação pode ser verificado em todas as zonas da cidade, com destaque para a zona norte, que apresenta problemas de acúmulo de vegetação no leito principal ou secundário do rio, indicando um provável processo de eutrofização do corpo hídrico. Quanto a movimentação de massa, todas as zonas do município possuem pontos propensos a risco de desastres, principalmente nas áreas entorno do rio Jaguaribe, de Oeste para Leste desde o bairro do Cristo Redentor até o bairro São José (PMSB – JP, 2015).

Em meio a problemática posta neste artigo, entende-se que o sistema de drenagem adotado pelo município de João Pessoa abre frente para várias questões, entre elas: o direito a cidade sustentável, políticas públicas integradas; método tradicional de drenagem, plano diretor de drenagem urbano e a educação ambiental como instrumento de conscientização.

O direito a cidades sustentáveis é diretriz fundamental da Política Urbana, e deve ser assegurada mediante o planejamento e a articulação das diversas ações no nível local. Nessa política, o saneamento é definido como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relativos aos processos de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas; e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2001).

Para Tucci (2008), o Brasil ainda está na etapa Higienista de desenvolvimento das águas urbanas. Essa se configura como elemento norteador do Estado em definir metas para o manejo

de águas de fontes seguras e a coleta de esgoto com despejo a jusante (sem tratamento) do manancial da cidade, transferindo para jusante ao espaço urbano, causando diversos impactos socioambientais. Ainda para o autor:

Nos países em desenvolvimento, as cidades variam de estágio. Inicialmente, quando a população é pequena, o abastecimento é realizado a partir de poços ou de um corpo d'água próximo, e o esgoto é despejado na drenagem (quando existe) ou evolui para poços negros ou fossas sépticas. Existe o risco de a água de abastecimento ser contaminada pelo próprio esgoto. Esse cenário é dramático quando o solo tem baixa capacidade de infiltração, as fossas não funcionam e o esgoto escoava pelas ruas ou por drenagem. Esse estágio é anterior ao higienismo, o que provoca a proliferação de doenças transmitidas pela água. Nesse estágio pré-higienista, doenças como diarreia são a principal causa de mortalidade infantil (TUCCI, 2008, p. 101).

Isso demonstra que, embora se tenha avançado no abastecimento de água potável e de coleta de esgoto, muito ainda há de se fazer nesses espaços para que se haja um desenvolvimento urbano que disponibilize a água como direito fundamental e não como bem precário e desigual, que se reproduz desde regiões brasileiras mais ricas a regiões que carecem de recursos financeiros por parte do poder público (TUCCI; BERTONI, 2003).

Ao falar de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, pouco avanço se percebe em seu planejamento, condição que não se limita ao município de João Pessoa. A prestação desses serviços está associada à gestão municipal. O que se encontra são ações de caráter estruturante e desarticulada, predominantemente, associadas ao incentivo de ampliação ou preservação de áreas permeáveis, conscientização da disposição adequada dos resíduos e desobstrução dos elementos de micro e macrodrenagem.

Um aspecto que chama atenção sobre este componente é quase a inexistência de dados de série histórica do setor. A ineficiência de dados da série histórica deste componente se evidencia no diagnóstico e planejamento apresentados no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB, 2013). Como enfatiza Tucci (2008), esse documento apresenta como único indicador do setor, dados sobre a ocorrência de inundações em um período de cinco anos prévios à pesquisa, que apontam que 5.204 dos 5.565 municípios brasileiros registraram a ocorrência de inundações (IBGE, 2018).

A gestão de águas pluviais urbanas é um dos pilares do saneamento ambiental. Ela é capaz de controlar ou difundir problemas de gestão dos demais seguimentos, uma vez que tem inter-relação direta com abastecimento de água potável, esgotamento sanitário; e manejo de resíduos sólidos. A drenagem urbana não acarreta problemas apenas ao controle dos deflúvios,

às cheias e aos transtornos de tráfego, mas é um problema ambiental, com consequências importantes sobre a saúde dos indivíduos (TUCCI, 2002; TUCCI, 2008).

Em João Pessoa, o modelo de drenagem urbana adotado é o tradicional. Considerado como ultrapassado, nas palavras de Tucci (2003, p, 36) “esse processo apresenta grave impacto nos países em desenvolvimento, onde a urbanização e as obras de drenagem são realizadas de forma totalmente insustentável, abandonada pelos países desenvolvidos já há mais de trinta anos”.

E como consequência, temos uma gestão imprópria das águas pluviais urbanas que afeta a qualidade da água dos mananciais, trazendo descarga de carga poluidora e contaminante, transporte de partículas, promovendo o aumento da turbidez e proporcionando o assoreamento dos corpos hídricos. Essas alterações impactam na qualidade da água para abastecimento e aumenta o risco à saúde pública. Esse conjunto de aspectos afeta a vida particular e coletiva, das condições socioambientais em que ela vive e, ainda, das respostas que as instituições público-sociais podem dar às suas necessidades de saúde, ou seja, torna a pessoa vulnerável ao adoecimento (TUCCI 2010; TUNDISI, et. al., 2015). Esses problemas estão associados:

- (i) da falta de considerar o planejamento da rede cloacal e pluvial e da ocupação das áreas de risco quando se formulam os Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano;
- (ii) do gerenciamento inadequado da implantação das obras públicas e privadas no ambiente urbano (TUCCI, 1997, p. 6).

João Pessoa ainda não apresenta um plano diretor de drenagem urbana, esse instrumento é fundamental. Ao tratar dos princípios e concepções do plano diretor de drenagem urbana, Tucci (1997) enfatiza que este documento deve buscar: planejar a distribuição da água no tempo e no espaço; controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de restrições nas áreas de alto risco e; convivência com as enchentes nas áreas de baixo risco<sup>2</sup>.

Além de problemas relacionados à base normativa, infraestrutura e planejamento territorial o município de João Pessoa enfrenta problemas relacionados ao comportamento dos indivíduos. Portanto, torna-se indispensável desenvolver estratégias de educação ambiental, uma vez que, o conjunto de aspectos da vida particular e coletiva, das condições socioambientais em que se vive e, ainda, as respostas que as instituições público-sociais podem

---

<sup>2</sup> Ver estrutura proposta do conteúdo do Plano diretor de drenagem urbana em Tucci (1997).



dar às necessidades de saúde mostram-se determinantes para as questões de saúde dos indivíduos expostos a condições precárias de serviços de drenagem urbana.

Portanto, comprovadamente, as características do próprio espaço geográfico favorecem a determinados grupos expressarem situações patológicas e exposições ao risco em diferentes proporções dependendo das características vivenciadas pela população. Neste viés, torna-se indissociável a relação entre saúde e saneamento ambiental. A ausência de estruturação do saneamento confere ameaça à saúde pública e ao meio ambiente. Deste modo, a consolidação dos requisitos legais os quais exigem os municípios do estado a enxergarem de forma sistemática a realidade instalada e planejarem de maneira integrada o saneamento ambiental dentro de seu território, será um importante avanço, que impactará em mudanças de paradigmas e realidades.

## **CONSIDERAÇÕES FINAS**

As discussões levantadas nesse artigo permitem emitir algumas conclusões, entre elas: os aspectos de risco e vulnerabilidade associados à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no município de João Pessoa estão relacionados a questões ambientais, sociais, econômicas e políticas. Tais como regime de chuvas, educação ambiental deficiente da população, falta de agilidade nos processos corretivos dos problemas surgidos, conscientização dos tomadores de decisão e pressão da ocupação dos terrenos marinhos sem a observância das linhas de costa.

As intervenções para resolver esses problemas ainda são tímidas e passam por ações políticas de escala municipal, estadual e federal. O plano municipal de saneamento básico de João Pessoa demonstra a preocupação por parte dos gestores, é um importante instrumento de orientação. Contudo, após cinco anos de sua realização, os avanços foram poucos, condição que não se limita ao município de João Pessoa. Na prática, o que se encontra é um sistema tradicional, com ações estruturantes e deficitárias. Esses problemas retratam a ineficiência dos serviços públicos, ora por falta de equipamentos e profissionais suficientes para a manutenção do sistema, ora por desconhecimento das reais necessidades de esgotamento das águas pluviais nos locais específicos.

Portanto, de modo geral, torna-se indissociável a relação entre saúde e saneamento ambiental. A ausência de uma rede de saneamento bem estruturada confere ameaça à saúde pública e ao meio ambiente. Um avanço importante consiste na consolidação dos requisitos

legais, nesse caso, um plano diretor de drenagem urbana que oriente os municípios a planejarem de maneira integrada o saneamento ambiental.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (Capes) pelo financiamento desta pesquisa junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia.

## REFERÊNCIAS

AITH, Fernando Mussa Abujamra; ROTHBARTH, Renata. O estatuto jurídico das águas no Brasil. In: *Estudos Avançados* (Online), v. 29, p. 163-177, 2015.

ALIEVI, Alan Alves; PINESE, José Paulo. *A geografia da saúde no Brasil: precedentes históricos e contribuições teóricas*. In: Encontro de Geógrafos de América Latina. Lima. Reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos: anais. Lima: Biblioteca Nacional de Peru. p. 1-17. 2013.

AYRES, José R. de C.; FRANÇA JÚNIOR, Ivan; CALAZANS, Gabriela J.; SALETTI FILHO, Haroldo C. Vulnerabilidade e prevenção em tempos de aids. In: BARBOSA, Regina M. e PARKER, Richard. (orgs.) *Sexualidades pelo avesso: direitos, identidades e poder*. São Paulo: Ed. 34, 1999. p.49-72.

AQUAFLUXUS, Consultoria ambiental em recursos hídricos. *Microdrenagem e macrodrenagem: os subsistemas característicos da drenagem urbana*. Disponível em <[https://www.aquafluxus.com.br/microdrenagem\\_e\\_macro\\_drenagem\\_os\\_subistemas\\_caracteristicos\\_da\\_drenagem\\_urbana/?lang=en](https://www.aquafluxus.com.br/microdrenagem_e_macro_drenagem_os_subistemas_caracteristicos_da_drenagem_urbana/?lang=en)>. Acesso em janeiro de 2020.

BEHRING, Elaine Rossetti. *Política Social no Capitalismo Tardio*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

BRASIL, Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, Senado Federal, Diário oficial da República Federativa, 1988.

BRASIL. Ministério das Cidades. *Política e plano municipal de saneamento ambiental: experiências e recomendações*. Organização Pan-Americana de Saúde. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Brasília: OPAS, 2005. P. 89.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico: mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília. 2013. Disponível: [http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969\\_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%AAsico-2013.pdf](http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%AAsico-2013.pdf). Acesso em 20 de fevereiro de 2020.

BRASIL. Casa Civil. *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em 09 de julho de 2019.

BRASIL. Congresso Nacional. *Lei nº 12.208 de 10 de abril de 2012*. Brasília. 2012. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12608-10-abril-2012-612681-publicacaooriginal-135740-pl.html>>. Acesso em 10 de março de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Saneamento Básico*. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/informma/item/485-plano-nacional-de-saneamento-b%C3%A1sico.html>>. Acesso em 09 de julho de 2019.

BRASIL. Casa Civil. *Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm)>. Acesso em 05 de março de 2020.

CORRÊA, Roberto Lobato. *O espaço urbano*. 4ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2000.

FARIA, Rivaldo Mauro de; BORTOLOZZI, Arlêude BORTO. Espaço, território e saúde: contribuições de Milton Santos para o tema da geografia da saúde no Brasil. In: *RA'EGA: O espaço em Análise Geográfica*. Curitiba. n. 17, Editora UFPR. 31-41 p. 2009.

FLEURY, Sônia. *Estado sem Cidadãos*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.

G1 PARAÍBA. *Chove mais de 70 mm em seis horas, em João Pessoa – PB está em alerta de chuvas intensas*. Disponível em <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/04/01/chove-mais-de-50-mm-em-seis-horas-em-joao-pessoa-pb-esta-em-alerta-de-chuvas-intensas.ghtml>>. Acesso em 03 maio de 2020.

IBGE, Instituto brasileiro de geografia e estatística. *Censo demográfico*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/joao-pessoa.html>>. Acesso em 09 de julho de 2019.

IBGE, Instituto brasileiro de geografia e estatística *Cidades e estados*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/joao-pessoa.html>>. Acesso em 09 de julho de 2019.

IBGE, Instituto brasileiro de geografia e estatística. *Saneamento e meio ambiente*. Atlas de saneamento. 2011.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/verProximosDias>>. Acesso em 10 de março de 2020.

IPCC, Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas. *Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e respectivas trajetórias de emissão de gases de efeito estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança do clima, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza: Sumário para Formuladores de Políticas*. 1 Ed. 48ª Sessão do IPCC. MCTIC: 2019. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>>. Acesso em 20 de outubro de 2021.

NÓBREGA, Tania Maria Queiroga. A Problemática da Drenagem em Áreas Urbanas Planas: O caso da Planície Costeira da Cidade de João Pessoa. 2002. 129.p. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: UFPB/PRODEMA, 2002.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JOÃO PESSOA – PMSB - JP. Dezembro de 2015.

PORTAL CORREIO. *JP registra o maior volume de chuvas dos últimos 30 anos.* Junho de 2019. Disponível em <<https://portalcorreio.com.br/joao-pessoa-maior-volume-chuvas-ultimos-30-anos/>>. Acesso em 02 de maio de 2020.

PORTAL CORREIO. *Ribeirinhos temem enchentes no rio Jaguaribe por causa do acúmulo de resíduos.* Julho de 2017. Disponível em <<https://correiodaparaiba.com.br/cidades/meio-ambiente/ribeirinhos-temem-enchentes-no-rio-jaguaribe-por-causa-do-acumulo-de-residuos/>>. Acesso em 03 de maio de 2020.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. *O Saneamento no Brasil.* Políticas e Interfaces. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

SANTOS, Valéria Diniz dos. Drenagem Urbana em áreas especiais: o caso da bacia fechada do bairro de Oitizeiro. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. UFPB/CT/PPGEU, João Pessoa. 2006. 113p.

SANTOS, Milton. *A natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção.* 4. Ed. São Paulo: Edusp, [1996] 2009.

SILVA, Tarcisio Cabral da.; CARVALHO, Maria Betania Matos de.; GADELHA, Carmem Lúcia Moreira.; JÚNIOR SILVA, Wamberto Raimundo. Drenagem e hierarquização de problemas de drenagem urbana da zona costeira sul do estado da Paraíba. *In: Engenharia Sanitária e Ambiental.* Vol.13 - Nº 2 - abr/jun 2008, 144-152.

SUDEMA, Superintendência de Administração do Meio Ambiente. *Monitoramento das praias.* 2020. Disponível: < <http://sudema.pb.gov.br/servicos/servicos-ao-publico/balneabilidade-1>>. Acesso em 20 de março de 2020.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; COLLISCHONN, Walter. Drenagem urbana e controle de erosão. VI Simpósio nacional de controle da erosão, Presidente Prudente, São Paulo, 1998.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli.; BERTONI, Juan Carlos.; Inundações urbanas na América do sul. Porto Alegre. 2003.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *Águas urbanas.* Estudos Avançados (USP. Impresso), v. 22, p. 97-112, 2008.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. *In: Revista brasileira de recursos hídricos.* Volume 2 n.2 Jul/Dez, p. 5-12,1997.



TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. In: *Revista brasileira de recursos hídricos*. Volume 7. n.1 Jan/Mar 2002, 5-27.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Drenagem Urbana. In: *Ciência e Cultura*. vol.55 no.4 São Paulo. 2003.

THÉRY, Hervé; MELLO-TRÉRY, Neli Aparecida de. *Atlas do Brasil*. 3. Ed. São Paulo: Edusp. 2018.

YUNES, M. A. M.; SZYMANSKI, H. Resiliência: noção, conceitos afins e considerações críticas. In: TAVARES, J. (Org.). *Resiliência e educação*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

# CAPÍTULO 18

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NOS ESTUÁRIOS DAS REGIÕES DE CARAVELAS E MUCURI (BA-BRASIL) COM BASE NO MODELO PRESSÃO ESTADO IMPACTO RESPOSTA (PEIR)

**Laís Alencar de Aguiar**  
**Eliana Beatriz Nunes Rondon Lima**  
**Tatiana Santos da Cunha**  
**Raphael do Couto Pereira**  
**Tetyana Gurova**  
**Alena Torres Netto**  
**Patricia dos Santos Matta**  
**Josimar Ribeiro de Almeida**

### RESUMO

As regiões de Caravelas e Mucuri estão localizadas no Extremo Sul do estado da Bahia, são caracterizadas por serem regiões costeiras com ecossistemas variados que possuem grande importância no ciclo de vida de muitas espécies. São regiões que se destacam como os dois principais municípios produtores de Celulose no país. Na região de Caravelas está situado um dos principais parques marinhos da América do Sul, o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos que possui grande importância na preservação de muitas espécies e, infelizmente vem sofrendo impactos ambientais devido ao grande crescimento do turismo e da pesca. Nos últimos anos essas duas regiões tem sido alvo de grandes atividades como monocultura de eucalipto, indústrias de papel e celulose, entre outras atividades que tem gerado emprego para os moradores locais e fonte de renda. Foi realizado um levantamento bibliográfico das duas regiões ao longo dos últimos anos com o intuito de atualizar as informações que foram previamente concedidas como por exemplo, crescimento populacional, dados de saneamento básico, entre outros, para analisar as mudanças ocorridas nas duas regiões e avaliar a intensidade dos impactos ambientais causados nas duas regiões. Através desse estudo pode ser observado que as duas regiões vêm apresentando expansão nos últimos anos e são regiões com grande viabilidade de implementação de grandes indústrias e aumento do turismo, implementação de resorts e hotéis, que tem causado mudanças em toda a paisagem e em parte gerando impactos ambientais que devem ser avaliados e estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caravelas, Mucuri, Impacto ambiental, PEIR, Estuário, Celulose.

### INTRODUÇÃO

Estuários podem ser caracterizados como regiões costeiras em que ocorre a transição entre o mar e o rio onde a água do mar é diluída pela água doce. (HAVENS, 2015).

São muito importantes como local de desova para várias espécies de crustáceo, peixes, entre outros, tendo assim um papel crucial nas atividades econômicas como pesca e turismo.



As regiões costeiras possuem ecossistemas que exercem importantes funções reguladoras, tem se observado que essas regiões estão sob grandes pressões devido à ocupação inadequada e a exploração inadequada de seus ecossistemas.

Essas regiões costeiras apresentam grande fragilidade ambiental como os estuários e manguezais, pois são áreas que estão sofrendo fortes influências das atividades humanas que muitas vezes acarretam em grandes impactos (HAVENS, 2015).

As regiões de Caravelas e Mucuri vêm sendo alvo de especulação imobiliária, grande crescimento do turismo, estabelecimento de indústrias entre outras atividades antrópicas.

Essas duas regiões possuem o bioma Mata Atlântica, são regiões costeiras que abrigam diferentes ecossistemas e possuem importante papel na manutenção e sobrevivência de muitas espécies.

O ecossistema é formado por um conjunto de seres vivos que o habitam e interagem entre si em uma determinada área (FIOCRUZ, 2014). O Ecossistema apresenta funções, produtos e atributos que juntos contribuem para a diversidade encontrada no ecossistema e também para as atividades antrópicas que usufruem dos recursos encontrados no ecossistema.

As funções do ecossistema permitem um melhor entendimento da dinâmica do ecossistema, incluem as interações com os elementos estruturais de um ecossistema. (DAILY, 1997).

Os produtos do ecossistema são os recursos naturais usados pelo homem para diversas atividades.

Os atributos ambientais podem ser utilizados para o desenvolvimento de diversas atividades.

## **OBJETIVO**

Avaliar os impactos ambientais causados ao ambiente das regiões de Caravelas e Mucuri devido às atividades humanas e que medidas podem ser tomadas para reduzir esses impactos.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO**

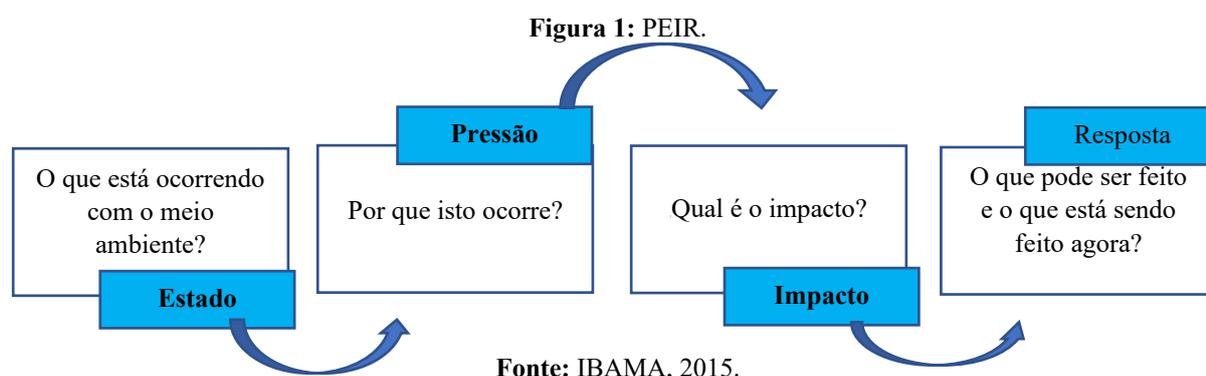
Identificar os danos ambientais nas duas regiões através do uso de ferramentas estatísticas que forneçam dados populacionais e de toda infraestrutura das duas regiões e através do modelo de Pressão Estado Impacto Resposta (PEIR).

## HIPÓTESE

Mediante a análise bibliográfica levantada foi observado que a região de Caravelas tem tido um crescimento populacional pequeno ao longo dos últimos dez anos, uma das hipóteses levantadas nesse estudo é: A atividade de monocultura de eucalipto na região de Caravelas possui relação direta com a diminuição no crescimento populacional.

## METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico referente às duas regiões com o objetivo de atualizar as informações que foram previamente concedidas para um estudo comparativo das mudanças ocorridas nas duas regiões ao longo dos anos. O presente trabalho teve como base a teoria Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) que pode ser aplicada na análise de impactos ambientais. Nesse esquema pode se observar os principais pontos da teoria.



Onde:

**Pressão** representa as pressões que as atividades antrópicas causam sobre o ambiente como forças econômicas, sociais, entre outras;

**Estado** indica como o ambiente se apresenta naquele momento, suas condições mediante aquela pressão que está sendo exercida sobre ele;

**Impacto** representa o resultado da pressão da ação antrópica exercida sobre o ambiente;

**Resposta** representa as medidas que podem ser tomadas para reduzir ou anular o impacto causado ao ambiente.

Esse modelo é muito vantajoso, pois ele mostra todos os componentes do problema causado ao ambiente, ele não expõe apenas o problema, mas também mostra o que as pressões exercidas no ambiente, o que causou o problema, as medidas que podem ser tomadas para

reverter esse impacto, ou seja, ele confere toda uma análise do problema (BARCELLOS, 2013). A metodologia se baseou na análise detalhada das funções, produtos e atributos encontrados na região de Caravelas tem tido um crescimento populacional pequeno ao longo dos últimos dez anos, uma das hipóteses levantadas nesse estudo é de que a atividade de monocultura de eucalipto realizada grandemente na região de Caravelas pode ter influência nessa diminuição do crescimento populacional visto que essa atividade exige uma área muito grande para execução, inviabilizando essas áreas para moradia, com isso as pessoas se deslocam para outros municípios onde possam construir moradia.

**Tabela 1:** Funções dos ecossistemas costeiros brasileiros.

	Baías, estuários e deltas	Mangues	Dunas e falésias	Recifes e corais	Lagunas e Banhados	Planícies Intermarés	Praias e costões	Ilhas e Arquipélagos	Planícies fluviais	Vegetação e florestas
1. Águas abrigadas	F	-	-	A	P	-	-	P	-	-
2. Águas subterrâneas	P	A	P	-	F	A	-	P	F	A
3. Exportação de biomassa	A	F	A	F	F	F	P	-	P	F
4. Fonte de nutrientes	P	F	-	F	F	F	-	A	F	F
5. Fonte de sedimentos	P	A	F	A	-	F	F	A	F	-
6. Prevenção de erosão	P	F	P	P	P	P	P	P	F	F
7. Prevenção de inundação	P	F	A	-	P	F	A	-	F	P
8. Proteção de tempestades	P	F	P	P	P	A	F	P	A	-
9. Retenção de nutrientes	P	F	-	F	-	F	P	-	F	F
10. Retenção de sedimentos	F	F	P	A	F	F	P	A	F	F
11. Via de transporte	P	P	A	A	F	P	A	F	F	-

Fonte: ALMEIDA, 2014.

**Tabela 2:** Produtos dos ecossistemas costeiros brasileiros.

	Baías, estuários e deltas	Mangues	Dunas e falésias	Recifes e corais	Lagunas e Banhados	Planícies Intermarés	Praias e costões	Ilhas e Arquipélagos	Planícies fluviais	Vegetação e florestas
1. Aquicultura	A	A	-	-	P	P	A	-	P	-
2. Campos e pastagens	P	P	-	-	P	F	A	P	F	F
3. Espécies Silvestres	F	P	P	-	P	F	P	P	F	F
4. Recreação e turismo	P	P	P	F	F	P	F	F	P	P
5. Recursos pesqueiros	F	F	-	F	-	F	P	F	F	-
6. Recursos agrícolas	A	A	-	-	P	F	A	P	P	A
7. Recursos minerais	P	A	P	P	P	P	P	P	P	A
8. Recursos florestais	A	F	-	-	-	P	A	-	A	F

Fonte: ALMEIDA, 2014.

**Tabela 3:** Atributos dos ecossistemas costeiros brasileiros.

	Baiás, estuários e deltas	Mangues	Dunas e falésias	Recifes e corais	Lagunas e Banhados	Planícies Intermarés	Praias e costões	Ilhas e Arquipélagos	Planícies fluviais	Vegetação e florestas
1. Diversidade biológica	F	P	-	F	F	F	P	F	P	F
2. Diversidade e Patrimônio cultural	P	P	-	-	F	P	P	F	P	-
3. Morfologia e paisagens	P	A	F	F	P	A	-	F	A	F

Fonte: ALMEIDA, 2014

Nas tabelas 1, 2 e 3: F = Frequente e importante; P = Presente; e A = Ausente e raro. Seus ecossistemas exercem importantes papéis no ambiente, a tabela a seguir proposta por ALMEIDA (2014) mostra as funções dos ecossistemas das duas regiões:

**Tabela 4:** Funções do ecossistema na Região dos Estuários de Caravelas e Mucuri.

Área	Pesca artesanal X Indústria	Turismo X Comunidade local	Monocultura X Pequena produção	Garimpo X População local	Salineiros X Pescadores	Aquicultura X Pescadores	Pecuária X Pequena Produção	Pescadores X Empresa Petrolífera	UC X População tradicional	Usos de água
estuários Caravelas / Mucuri	P	P	P	-	-	-	-	-	P	-

Fonte: ALMEIDA, 2014.

O Ecossistema também apresenta produtos que são os recursos naturais que podem ser utilizados de diferentes maneiras, podendo contribuir para o desenvolvimento econômico das regiões. A segunda tabela também proposta por ALMEIDA (2014) mostra os produtos do ecossistema e suas relações com as atividades econômicas.

**Tabela 5.** Produtos do ecossistema na Região dos Estuários de Caravelas e Mucuri.

Área	Baiás, estuários e deltas	Mangues	Dunas e falésias	Recifes e corais	Lagunas e Banhados	Planícies Intermarés	Praias e costões	Ilhas e Arquipélagos	Planícies fluviais	Vegetação e florestas
Estuários Caravelas / Mucuri	4	6,4	SD	5	SD	SD	4	SD	8,6	6,8

**Legenda:** Produtos do ecossistema: 1. Aquicultura; 2. Campos e Pastagens; 3. Espécies Silvestres; 4. Recreação e Turismo; 5. Recursos Pesqueiros; 6. Recursos Agrícolas; 7. Recursos Minerais; 8. Recursos Florestais e Vegetais; SD. Sem dados.

Fonte: ALMEIDA, 2014

## CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL

As regiões de Caravelas e Mucuri se situam no extremo Sul do estado da Bahia que compreende cerca de 21 municípios.

**Figura 2:** Extremo sul da Bahia.



Fonte: SEI, 2010.

Caravelas (17°43'55"S; 39°33'03" W)

Apresenta um clima úmido a subúmido com temperatura média anual de 24°C, a vegetação da região é formada por floresta Ombrófila densa e formações pioneiras com influência fluviomarinha (mangue).

**Figura 3:** Caravelas.



Fonte: IBGE, 2015.

Mucuri (18°05'11" S; 39°15'57" W)

Apresenta um clima úmido a subúmido com temperatura média anual de 24°C, vegetação formada por Floresta Ombrófila Densa, os principais rios da região são Rio Mucuri,

Rio Mucurizinho, Córrego Palmital, Rio Peruípe do Sul e Rio Pau Alto, a região apresenta a APA da Costa Dourada e a RPPN Adília Paraguaçu Batista.

**Figura 4:** Mucuri.



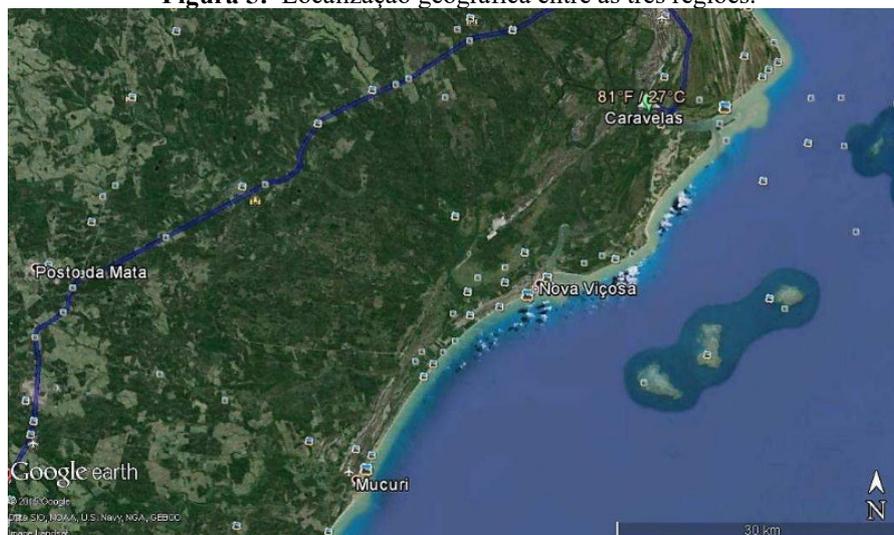
**Fonte:** IBGE, 2015.

**Tabela 6:** Densidade demográfica e área de unidade territorial das regiões de acordo com o Censo demográfico de 2010.

Regiões	Densidade demográfica (Hab./km <sup>2</sup> )	Área de unidade Territorial (km <sup>2</sup> )
Caravelas	8,95	2.396,61
Nova Viçosa	29,15	1.317,40
Mucuri	20,23	1.786,50

**Fonte:** IBGE, Censo 2010.

**Figura 5:** Localização geográfica entre as três regiões.



**Fonte:** GOOGLE EARTH, 2015.

## **UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

### **RESERVA EXTRATIVISTA DE CASSURUBÁ**

A região de Caravelas possui grande importância ambiental relacionada diretamente com o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos que é um dos principais da América do Sul e que vem sofrendo ameaças devido ao grande crescimento do turismo e da pesca.

No ano de 2009 foi liberado o decreto para a criação da Reserva Extrativista de Cassurubá, a Resex. De acordo com o Instituto Chico Mendes (ICMBio) a reserva apresenta uma área de 100.767,56 hectares e se estendo pelos municípios de Caravelas, Alcobaça e Nova Viçosa. De acordo com o Relatório Parametrizado emitido pela ICMBio.

A Reserva atende a cerca de 20.000 famílias que dependem da pesca nessa região (SOUZA,2013). A pesca nessa reserva é realizada para o consumo das comunidades locais e para uma venda em pequena escala e obedecem ao conselho deliberativo criado pela Resex, ela é feita de forma sustentável levando em conta o período de defeso dos peixes e caranguejos que seria o período de reprodução dessas espécies (ICMBio).

### **RESERVA EXTRATIVISTA DE CASSURUBÁ**

De acordo com o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos a APA ponta da baleia se localiza nos municípios de Alcobaça e Caravelas e possui 34.600 ha.

Essa APA é de grande importância para conservação de espécies ameaçadas de extinção como a Baleia Jubarte que visita a região anualmente para reprodução, também é importante para o ecoturismo local.

## **RESULTADOS**

A tabela a seguir mostra os dados atualizados retirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE referente ao crescimento populacional nas regiões.

**Tabela 7:** Crescimento nas regiões nos últimos anos.

Região de Caravelas e Mucuri	1980		1991		1993			1996		2000		2010	
	População Total	% Urbana	População Total	% Urbana	População Total	Incremento 91-93(%)	Densidade (Hab./km <sup>2</sup> )	População Total	Incremento 93-96(%)	População Total	% Urbana	População Total	% Urbana
Caravelas			19.763	45,2	19.818	0,14	8,3	18.613		20.103		21.414	52,00
Nova Viçosa	18.911	32,5	25.570	36,6	27.162	3	20,4	27.088		32.076		38.556	86,00
Mucuri	15.416	18,7	17.606	27,3	17.888	0,8	10	22.851		28.062		36.026	76,00

Fonte: IBGE, 2015.

A tabela a seguir ilustra a estimativa da população total de 2015 feita pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

**Tabela 8.** População estimada para 2015 nas regiões.

Regiões	População total estimada para 2015
Caravelas	22.548
Nova Viçosa	43.216
Mucuri	41.068

Fonte: IBGE, 2015.

A tabela a seguir mostra a porcentagem de cada um desses itens nas regiões.

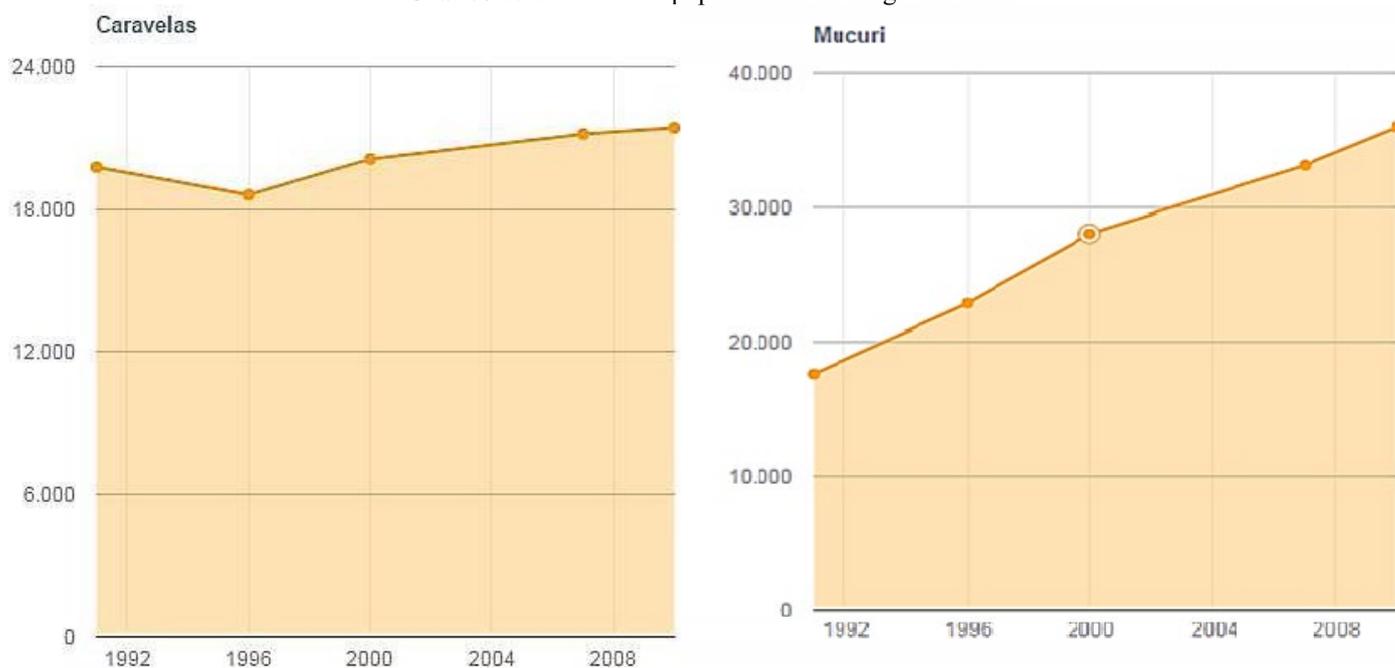
**Tabela 9:** Dados de Saneamento Básico nas regiões no ano de 2010.

Região de Caravelas e Mucuri	% Abastecimento de Água	% Rede de Esgoto	% Coleta de Lixo
Caravelas	54,46	54,46	54,46
Nova Viçosa	60,1	87,65	87,65
Mucuri	87,65	77,46	77,46

Fonte: SIDRA, 2015.

Os dados foram retirados de tabelas localizadas na seção Séries Temporais do banco de dados Sidra. Os dados de abastecimento de água foram retirados da Tabela 3263 que apresenta a situação dos domicílios urbanos em relação ao abastecimento de água. Os dados de rede de esgoto foram retirados da Tabela 3216 que demonstra a situação dos domicílios urbanos em relação a rede de esgoto. Os dados de destino do lixo foram retirados da Tabela 3217 que apresenta a situação dos domicílios urbanos em relação a rede de lixo.

**Gráfico 1:** Crescimento populacional ao longo dos anos.

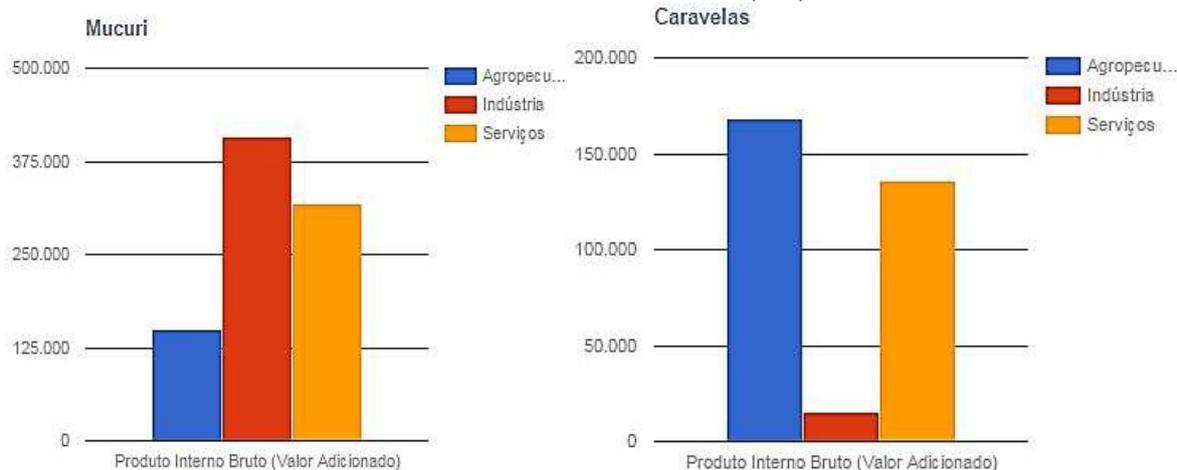


Fonte: IBGE, 2015.

## ECONOMIA

Caravelas e Mucuri destacam-se como os dois principais municípios produtores de celulose do país. A agricultura e a pesca artesanal também apresentam papel muito importante na economia das duas regiões, grande parte do PIB arrecadado vem dessas duas atividades. O surgimento de novas indústrias e do crescente turismo tem garantido fonte de renda para os moradores da região, porém, todas essas atividades também geram impactos no meio ambiente que devem ser analisados a modo que possam ser reduzidos. Os gráficos abaixo ilustram o PIB de cada região e torna evidente a grande diferença entre as duas regiões visto que em Caravelas grande parte do PIB provém da agricultura enquanto que em Mucuri é o setor industrial que é o responsável por grande parte do PIB. Um desses fatores é que em Caravelas tem grande atividade de agricultura, principalmente a monocultura do eucalipto. Em Mucuri estão instaladas grandes indústrias como a de papel e Celulose.

**Gráfico 2: Produto Interno Bruto (PIB).**



Fonte: IBGE, 2015.

## RESULTADOS

Devido à implantação de indústrias como a de papel e celulose, plantação de eucalipto e o aumento do turismo, pode se observar um crescimento populacional ocorrido nas duas regiões ao longo dos anos (SOUZA,2015). À medida que a população cresce, se faz necessário uma melhoria nas condições de saneamento básico incluindo coleta de lixo, rede de abastecimento de esgoto e rede de abastecimento de água.

Como pôde ser observado na tabela, ainda há uma grande deficiência de uma rede de esgoto eficiente nas regiões listadas, a maioria das famílias não possuem uma rede de esgoto apropriada, no estudo analisado foi obtido os dados que em Caravelas 69,3 % das casas possuem esgoto por fossa, em Mucuri são 64,7% das famílias com esgoto por fossa. Ou seja, os serviços de saneamento básico não têm acompanhado o crescimento populacional das regiões, o que pode acarretar em uma má qualidade de vida para os moradores.

Analisando a tabela e os gráficos pode se observar que a população de Mucuri teve um grande crescimento ao longo dos anos enquanto que a população de Caravelas vem adquirindo certa estabilidade com um crescimento menor. O estabelecimento de indústrias importantes como a de papel e celulose na região de Mucuri pode ser uma das causas para esse grande crescimento populacional, com a geração de empregos para os moradores locais incentivando-os a permanecerem no município. Por outro lado, a monocultura de eucalipto ocupa cerca de 90% do município fazendo com que ocorra uma grande concentração fundiária gerando a expulsão dos trabalhadores rurais para outras regiões(SOUZA,2015), além disso, a atividade tem causado grande problemas de saúde nos trabalhadores que tem sofrido com os agrotóxicos

usados na atividade, tudo isso tem sido indicativo do pequeno crescimento que a região de Caravelas tem apresentado pois mediante a esses problemas, as pessoas acabam indo para outras regiões próximas em busca de empregos com melhor qualidade de vida e saúde.

## CONFLITOS AMBIENTAIS

A região de Caravelas e Mucuri têm sofrido alguns impactos ambientais devido às atividades de agricultura destacando-se a silvicultura de eucalipto que é uma prática que causa alguns impactos, também vem sofrendo impactos da indústria de papel e celulose.

Nos últimos anos o ramo agrícola vem crescendo grandemente e tem se observado uma redução na vegetação e nos manguezais. De acordo com SOUZA (2015) durante três períodos estudados (1989, 1991 e 2006) as regiões de manguezais e brejos apresentaram uma redução de aproximadamente 18% o que se torna preocupante visto que esses ecossistemas são extremamente importantes para a sobrevivência e manutenção de muitas espécies, o possível motivo para essa redução seria para dar lugar a áreas que seriam usadas para agricultura, pastagens e até para áreas urbanas visto que tem sido observado um grande crescimento urbano e turístico nas duas regiões o que também demanda uma devastação de áreas de vegetação para implantação de casas e estabelecimentos.

## USO DA TERRA

A região de Caravelas apresenta diversidades no uso de terra, como agricultura, áreas urbanas, entre outros. A tabela a seguir foi adaptada do trabalho de SOUZA (2015) e ilustra os diferentes usos do solo nessa região e se a atividade em questão está se expandindo ou se encontra em redução.

**Tabela 10:** Uso da terra em Caravelas – BA.

Tipos de Uso	1984		1991		2006		2011		Diagnósticos
	Área (Km)	Área (%)							
Área Florestal	137,51	23,02	144,01	24,83	139,60	24,07	149,10	25,69	expansão
Manguezais e Brejos	164,21	28,14	93,20	16,07	59,04	10,18	80,04	13,80	redução
Área agrícola	44,37	7,65	65,03	10,35	135,48	23,36	63,68	10,98	expansão
Corpos d'água	51,62	8,90	74,99	12,93	32,19	5,55	27,72	4,78	redução
Área urbana	15,42	2,66	16,82	2,90	20,3	3,50	26,44	4,56	expansão

Fonte: Adaptado de SOUZA, 2015.

Observando a tabela se depreende que as áreas agrícolas tiveram uma queda mas ainda tendem à expansão, manguezais e corpos d'água tendem a uma redução como havia sido dito anteriormente devido ao uso da terra para pastagem e plantio, as áreas florestais têm se expandido devido a implantação da Resex que tem como um de seus papéis a proteção dessas áreas florestais.

## CONCLUSÃO

Através do levantamento bibliográfico pôde ser observado que ambas regiões vem apresentando expansão nos últimos anos e têm se mostrado como regiões com grande viabilidade de implementação de grandes indústrias que tem causado uma grande mudança em toda a paisagem nas duas regiões, áreas de mangues e brejos vem apresentando uma redução devido a prática de monocultura de eucalipto, grandes áreas de campo vem sendo ocupadas por essa atividade, além disso a indústria do turismo também vem gerando mudanças com a implementação de resorts e hotéis, tudo isso causa impactos ambientais que devem ser avaliados e estudados. Muitas mudanças ainda precisam ser feitas nas regiões como melhoramento do saneamento básico e nas condições de vida dos moradores das duas regiões pois muitos ainda não usufruem das básicas condições de vida que devem ser proporcionadas pelo governo.

## REFERÊNCIAS

BARCELLOS, F. C.; OLIVEIRA; S. M. M.; CARVALHO, P. G. M.; GREEN, A. L. **Diagnóstico ambiental dos municípios segundo o modelo Pressão-Estado-Impacto Resposta**, 2013. Disponível em:[http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial\\_20121205104533.pdf](http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20121205104533.pdf) . Acesso em: 08/04/2016.

COELHO, P.M.R; HAVENS, K. **Crise nas águas**. 2015. edição, Editora Recóleo. Disponível em:<http://flseagrant.ifas.ufl.edu/CriseNasAguas/FrontMatterandPreface.pdf> . Acesso em: 06/11/2015.

DAILY, C.G. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, Island Press, 1997. Disponível em:<http://willsull.net/la370/resources/Ecology/Daily.pdf> . Acesso em: 04/11/2015.

FIOCRUZ. 2014.**Ecosistemas: A vida se espalha**. Disponível em:<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infolid=1364&sid=2> . Acesso em: 06/10/2015.

GOOGLE EARTH PRO. Disponível em: <https://www.google.com.br/earth/download/thanks.html#os=win#version=pro#usages tats=yes#updater=yes> . Acesso em: 20/09/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2015. **Gráficos populacional de crescimento econômico e imagem da região de Caravelas**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=290690> . Acesso em: 28/09/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2015. **Gráficos populacional, de crescimento econômico e imagem da região de Mucuri**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=292200&search=bahia|mucuri>. Acesso em: 28/09/2015.

PEREIRA, D. M. et al. **Hidrodinâmica e transporte de material particulado em suspensão sazonal em um estuário dominado por maré**: Estuário de Caravelas (BA). 2010.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOFÍSICA - RBGf. vol.28 no.3 São Paulo July/Sept. 2010,p:429. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbg/v28n3/08.pdf> . Acesso em: 06/10/2015.

SISTEMA DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA – SIDRA/IBGE. 2015. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/> Acesso em: 30/10/2015.

SOUZA, O. S. **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e da ocupação da terra na planície costeira de caravelas (BA)**. Boletim Goiano de Geografia 35.1 pg:84-85,2015. Disponível em: <http://revistas.ufg.emnuvens.com.br/bgg/article/view/35485> . Acesso em: 30/09/2015.

# CAPÍTULO 19

## NOVAS PERSPECTIVAS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL: AVANÇOS E RETROCESSOS

**Luana Vanessa de Carvalho Alves**  
**Dan Vítor Vieira Braga**

### RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de analisar as legislações federais, estaduais e municipais que discorrem sobre o tema de Licenciamento Ambiental. Dessa forma, foi feita uma abordagem sobre as matérias que elas dispõem tendo em vista a evolução que as mesmas proporcionaram nos três âmbitos da esfera do poder. Ao analisar essas mudanças, o artigo faz uma descrição das legislações de forma cronológica, abordando pontos focais do Licenciamento Ambiental, sejam eles positivos ou negativos. Vale salientar, que a pesquisa inclui também dois projetos de leis que surgiram para alterar o procedimento administrativo de licenciamento. O estudo abordará a visão das entidades relacionadas à gestão ambiental, para que assim sejam apresentadas as variadas perspectivas sobre os projetos de leis. A metodologia desenvolvida utilizou como aparato a criação de formulários para fins de entrevista aos membros do órgão de infraestrutura do município Terra Nova, local para realização da pesquisa da legislação municipal. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que as legislações e projetos de leis visam proporcionar a prática da proteção ambiental, ainda que sejam necessários alguns ajustes. Em suma, verifica-se que todas essas mudanças impactam o meio ambiente e a própria espécie humana.

**PALAVRAS-CHAVE-** Licenciamento Ambiental. Leis do licenciamento. Projetos de Leis para alterar o licenciamento.

### INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental é considerado efetivamente introduzido no ordenamento jurídico brasileiro com o advento da Lei Federal nº 6.938/81, que dispôs sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, onde no art.9º, IV da referida Lei, o instituto do licenciamento ambiental é apontado como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981).

Assim, em 1988, a nova Constituição Federal (CF), incluiu o capítulo VI relacionado ao meio ambiente, o qual define direitos e deveres do Poder Público e da coletividade em relação à conservação do meio ambiente como bem de uso comum, a qual promoveu um impulso à proteção ambiental (BRASIL, 1988).



Ainda nesse Capítulo, no mesmo Artigo, inciso IV, a Constituição determina ao poder público, entre outras obrigações a exigência de estudo prévio para análise do grau de degradação que uma obra ou atividade pode desempenhar. Nesse diapasão, é comprovada a inerência de competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, cujo dever é proteger o meio ambiente (BRASIL, 1988).

Assim, resta claro que a divisão de competências far-se-á de modo em que o órgão federal somente poderá atuar em casos definidos, ou de forma supletiva ao órgão estadual. O órgão municipal poderá, para Paulo de Bessa, “complementar, no que couber, as exigências dos órgãos estaduais para atender as necessidades locais” (ANTUNES, 2010).

Contudo, é importante salientar que na hipótese de não existir órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Município, o Estado deverá desempenhar as ações administrativas municipais até a sua criação, conforme determina o art. 15, II da LC 140/11, (BRASIL, 2011).

Bem como, se inexistir órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Estado e no Município, a União deverá desempenhar as ações administrativas até a sua criação em um daqueles entes federativos, art. 15, III da LC 140/11 (BRASIL, 2011).

Dessa forma, busca-se estabelecer a ideia central do Licenciamento Ambiental, instrumento utilizado para proteção ambiental e favorecimento do desenvolvimento das espécies humana, animal e natural.

Em virtude disso, o presente artigo tem como objetivo geral analisar as propostas de alteração na legislação vigente relacionada ao licenciamento ambiental, de forma descrever seus aspectos positivos e negativos através da pluralidade interpretações e imparcialidade de análise.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa de caráter qualitativo foi efetivada no período de março a dezembro de 2021 e recebeu fomento do PROUNI-PE.

A coleta de dados desenvolveu-se, inicialmente, por meio de pesquisas bibliográficas dos instrumentos jurídicos que discorressem sobre licenciamento ambiental. Os documentos obtidos foram organizados de acordo com a cronologia. A leitura analítica dos dispositivos teve como norte a identificação dos pontos focais abordados pelos legisladores durante a redação



destes instrumentos jurídicos e sua evolução no decorrer do tempo. A análise abarcou instrumentos jurídicos de todas esferas legislativas (Federal, Estadual e Municipal).

Realizaram-se visitas técnicas aos órgãos pertencentes ao Sistema Nacional e Meio Ambiente (SISNAMA) com atuação no município foco do estudo. As observações feitas *in locu* complementaram-se através de uma entrevista semiestruturada que aplicada aos técnicos e gestores dos órgãos visitados. A entrevista foi elaborada em meio digital com o uso do programa Google Forms e encaminhada aos respondentes através de e-mail institucional e redes sociais. Desta forma, respeitou-se as diretrizes de realização de pesquisas durante a pandemia da COVID-19.

Após a descrição do arcabouço legal relativo ao licenciamento ambiental, foi realizada uma busca ativa com o foco na identificação dos projetos de Lei que discorrem acerca de alterações no licenciamento ambiental brasileiro. Cada texto identificado foi analisado individualmente para a elaboração de um quadro comparativo apresentando os pontos/aspectos em que eles sugerem alterações.

Realizou-se uma busca sistemática nas postagens e documentos oficiais publicados na internet pelas diversas entidades relacionadas à gestão ambiental no Brasil, descrevendo como cada setor enxerga como pontos positivos e negativos das propostas de alterações identificadas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **LEGISLAÇÕES**

#### **Legislação federal**

Conforme revisão bibliográfica da legislação federal, constata-se que o licenciamento ambiental foi integrado inicialmente pela Política Nacional do Meio Ambiente como um instrumento a ser utilizado sob luz do objetivo estabelecido pela PNMA, centrado no desenvolvimento econômico-social com fim no equilíbrio ecológico e na qualidade de vida, bem como no princípio da fiscalização dos recursos ambientais (BRASIL, 1981). Dessa forma, infere-se que o licenciamento ambiental, por ser um instrumento da PNMA, dispõe dos mesmos objetivos da mesma e obedece aos princípios que ela expõe na Lei Federal.

Com o advento da Constituição Federal, a proteção ambiental passou a ser responsabilidade da sociedade e do Estado, sendo este último, o responsável por estabelecer atividades com fim na cautela do meio ambiente. Para isso, no artigo 225, inciso IV da Carta



Magna, é fixado que o Poder Público deve exigir na forma da lei um estudo prévio do impacto ambiental passível de ser provocado por qualquer empreendimento. Ao analisar-se de forma implícita, constata-se que esse estudo nada mais é do que um procedimento do licenciamento ambiental, que apesar de não estar inserido no ordenamento jurídico, possui uma integração tácita, possível de ser identificada por abordar a análise prévia do impacto e a finalidade a que ele se estende. Corroborando assim, com o pensamento de Milaré (2013), o qual identifica dentro do estudo prévio uma materialização dos direitos ambientais e do exercício da competência pública.

Ao realizar-se uma análise nas disposições da PNMA, observa-se que ela delega a competência para dispor dos procedimentos do licenciamento ao instituto do CONAMA (BRASIL, 1981). Dessa maneira, evidencia-se que o surgimento da PNMA acarretou na disposição de competência para o órgão do Conselho Nacional do Meio Ambiente, instituto entendido por Antunes (2010) como uma delegação de competência, decorrente dos maus entendimentos realizados sob a ótica da Lei nº 6938/81-Política Nacional do Meio Ambiente.

Nesse sentido, é através da resolução 237/1997 que será abordado com mais detalhes o conceito de licenciamento ambiental, exposto como um procedimento administrativo na qual um órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos que podem provocar algum tipo de degradação ambiental. Esse conceito é defendido por Farias (2007), sob a perspectiva da atuação desse mecanismo, capaz de enquadrar as atividades degradantes e conduzi-las a correção, através do controle ambiental.

Nesse diapasão, depreende-se que todo o conceito de licenciamento está ligado na proteção ambiental e na asseguarção da não degradação do meio ambiente frente as atividades desenvolvidas capazes de promover o desequilíbrio ecológico e econômico.

Destarte, fica evidente que a Legislação Federal apresenta inicialmente os órgãos que tratarão do licenciamento e assim serão a base para qualquer decisão a respeito desse instrumento ambiental.

### **Legislação estadual**

De acordo com a análise realizada na legislação do estado de Pernambuco, observa-se que a Lei Estadual 14.249/2010 realiza ações de proteção ambiental baseando-se na sustentabilidade. É nessa legislação, que fica delegado a CPRH- Agência Estadual de Meio



Ambiente, a competência pra licenciar ou conceder licenças (PERNAMBUCO, 2010). Ou seja, este órgão exerce a competência a qual lhe foi delegada pelo instituto do CONAMA, que estabelece os critérios em que cabem o licenciamento realizado pelo estado (BRASIL, 1997).

O licenciamento abordado na lei estadual 14.249/2010 confere aos mesmos ideais trazidos pela resolução do CONAMA e que têm por base a ideia central de proteção ambiental e dever de cuidado com este. Dessa forma, pode-se dizer que o órgão da CPRH garante os direitos constitucionais e cumpre com a reserva legal de competência que lhe estabelecida.

No que tange a exigência do licenciamento sob algumas atividades, a lei estadual estabelece quais empreendimentos dependem da licença. Ao se realizar uma comparação com as atividades descritas no CONAMA, as quais devem ser realizadas sob instrumento do licenciamento, tem-se que o dispositivo estadual aborda de forma mais específica quais são esses empreendimentos, sem desviar das atividades básicas dispostas na Resolução.

Em se tratando dos tipos de licença, a lei 14.249/2010 elenca todas elas que são compatíveis com as apresentadas na Resolução 237/1997, porém é acrescido na legislação estadual a Consulta Prévia, fundada para orientações ao empreendedor, elemento imperioso no que tange a existência do conhecimento dos envolvidos no procedimento, considerado em si complexo e moroso (DULINSK, 2012).

Considerando toda a complexidade do licenciamento, a lei ainda aborda que pode haver a simplificação e aceleração de etapas, quando o empreendimento estiver centrado em um bem comum, a interesse de todos, obedecendo a melhoria contínua e o desempenho ambiental como parte de um plano de gestão ambiental (PERNAMBUCO, 2010).

Diante do que foi discorrido, conclui-se que a Legislação Estadual Pernambucana, cria um órgão para licenciar as atividades que estão sob a sua competência e que obedecem a Resolução do CONAMA e consequentemente a sustentabilidade.

### **Legislação municipal**

Segundo o estudo feito da legislação municipal de Terra Nova, constatou-se que este ente federativo apesar de possuir competência para licenciar, não o realiza. A delegação a que lhe foi atribuída, está disposta na Resolução do CONAMA, o qual autoriza o licenciamento ambiental dentro da esfera municipal, onde o município entra como atuante, devido a ocorrência



do impacto ambiental local ou através de meio legal, ocorre a atribuição delegada pelo Estado (BRASIL, 1997).

Nesse diapasão, a própria Resolução deixa ao município o cargo de resolver todo o procedimento do licenciamento. Porém, ao analisar-se a cidade de Terra Nova, leva-se em consideração o contexto econômico que o local apresenta, ou seja, por se tratar de uma localidade com poucos ativos de investimentos, considera-se um alto custo praticar o licenciamento, já que os custos ambientais são valorados sob todos os gastos que alcançam o meio ambiente de forma direta ou indireta (RIBEIRO, 2006).

Esse fator associado a falta de investimentos ativos, refere-se a questão das secretarias responsáveis pelo licenciamento, que não possuem a base de sustentação garantida pelos empreendimentos locais (AZEVEDO et al., 2007). Ou seja, não existem atividades suficientes capazes de contribuir para permanência de uma secretaria sustentável. Essa situação enquadra-se com o município de Terra Nova, cuja atividades desenvolvidas não apresentam significantes impactos ambientais, embora necessitem da licença para regularização e proteção do meio ambiente.

No município de Terra Nova, também é constatado a cultura de deixar-se a cargo estadual a competência para licenciar. Dessa forma, quando surge qualquer atividade onde identifica-se a necessidade do instrumento do licenciamento, gestão municipal remete o procedimento administrativo para CPRH, órgão estadual responsável pelo licenciamento.

Dessa maneira, pode-se analisar que em se tratando do município em questão, a delegação conferida ao Estado é o meio mais eficaz para realização do licenciamento. Todo esse pensamento municipal vai na contramão da lógica estabelecida por Marconi, Borinelli e Capelari (2012), que entendem que o licenciamento municipal não avança devido à resistência do Estado em compartilhar ou repassar totalmente a competência para o licenciamento ambiental.

Levando-se em consideração a Lei Orgânica de Terra Nova, percebe-se que ela dispõe da matéria do licenciamento dentro do poder privativo do município, no momento de concessão de licenças para locação e operação de indústrias, comércios ou quaisquer prestadoras de serviço, bem como a atividade de cassação das licenças na medida em que estas atividades produzirem risco à saúde, sossego, bons costumes, higiene e segurança (TERRA NOVA, 1999). Então, infere-se que apesar da Legislação Municipal adequar o licenciamento ambiental dentro



das atividades municipais, percebe-se que o ente federativo não dispõe da efetividade da ferramenta que a própria lei local aborda.

Diante do exposto, nota-se que o município em questão não realiza o licenciamento que lhe é delegado, por fatores financeiros e até mesmo pela demanda dos empreendimentos municipais. Dessa forma, vale-se dizer, que apesar de estabelecer uma legislação discorrendo, ainda que de forma generalizada, sobre o licenciamento, isso não é o suficiente para efetividade desse instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente.

#### PROJETOS DE LEIS QUE VISAM ALTERAR O LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Levando-se em consideração o levantamento bibliográfico exposto no tópico anterior, depreende-se que o licenciamento ambiental depende da vinculação da regularização da atividade feita por algum ente estatal e do processo legal conferido a este, portanto, todo esse elo estabelecido entre essas duas ações, à medida em que realizados estabelecem um padrão que ganha forma ao decorrer das etapas.

Assim, a prática do licenciamento na teoria, é caracterizada como a obediência a Lei exposta, seja ela da esfera Federal, Estadual ou Municipal, desde que a mesma não rompa com o ideal do licenciamento ambiental.

É com base no texto legal (Federal, Estadual e Municipal) que as etapas do licenciamento vão sendo lapidadas para em seguida ganharem forma e assim constituírem o exercício da competência deixada a esses entes. Porém, alguns conflitos ganham espaço no momento de exercício do estabelecido pela lei e assim vai ocorrendo discussões em torno da modificação possível de ser feita a fim de alterar normas procedimentais do licenciamento ambiental.

Dessa maneira, frente às novas discussões acerca do licenciamento e em decorrência dos grandes pensamentos ligados ao tema, surge Projetos de Leis que visam uma alteração nos procedimentos do instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, cabendo analisar se essas propostas conferem na proteção ambiental e sobretudo se são capazes de fornecer um novo entendimento do licenciamento.

## Projeto de lei nº 3.729/2004

Através do levantamento bibliográfico desenvolvido, constata-se que o Projeto de Lei nº 3.729/2004, também conhecido por Lei Geral do Licenciamento, de autoria do Deputado Luciano Zica surgiu como uma maneira de regulamentar o inciso IV do artigo 225 da Constituição Federal. O projeto de lei versa sobre as atividades sujeitas ao procedimento do licenciamento ambiental e a maneira de atuação dos entes federativos.

No que tange aos empreendimentos sujeitos ao licenciamento, o Projeto de Lei apresenta uma redução de atividades que inicialmente foram definidas pela resolução do CONAMA. Pois, como constatado no PL, atividades que provocam uma grande degradação ambiental, como as agrícolas e as pecuárias, foram liberadas do licenciamento e assim podem continuar a materializar seu grande potencial poluidor sem que haja nenhuma gestão, remediação, e/ou mitigação (BRASIL, 2017). Outros empreendimentos abordados na PL, fazem menção as obras de modernização e ampliação de capacidade em instalações pré-existentes, que apesar de obedecerem a um elevado grau de melhoria do serviço não requerem licença para suas realizações.

Levando-se em consideração o potencial poluidor dessas atividades isentas do licenciamento, Júnior, Castanheiro e Kishi (2017) consideram o supracitado Projeto de Lei uma grande ameaça ao desenvolvimento econômico do país, tendo em vista a base sustentável que as atividades devem obedecer e a imperiosidade delas observada na economia do Estado.

Outro ponto discutido pelo Projeto de Lei, refere-se à simplificação das etapas do licenciamento, em que é estabelecido aos empreendimentos que não estão regulamentados na PL, o poder de passar por um processo de simplificação do licenciamento ambiental e assim confirmarem o pensamento do IBAMA (2017), que afirma ser o Projeto de Lei apenas uma flexível mudança nas etapas procedimentais do licenciamento, descaracterizando este instrumento de gestão e com isso, reduzindo a sua capacidade e dever legal de proteger os recursos naturais e interesses públicos.

De acordo com Chiara (2017), os apoiadores desse Projeto de lei são industriais, ruralistas e outros grupos que enxergam a Legislação Ambiental como um impedimento para o desenvolvimento do país, porém vale considerar a existência da proteção ambiental conferida pelo o licenciamento, que apesar da complexidade trazida no seu contexto de aplicação, ainda é capaz de produzir avanços no país. Nessa linha, o PL nº 3.729/2004 ao ser criado deve



fomentar uma discussão mais concisa e aprimorada (FONSECA; MONTAÑO; MORETTO, 2017), quebrando com a estrutura dicotômica entre desenvolvimento econômico e proteção ambiental, sendo que o Licenciamento quando bem efetivado, consegue realizar essas duas tarefas (MORETTO, 2008).

Nesse sentido, observa-se que o Projeto de Lei aborda uma redução no instrumento da PNMA e assim sofre duras críticas por órgãos e estudiosos que apontam divergências entre a ideia central conferida ao licenciamento, de proteger o meio ambiental de maneira a manter o desenvolvimento econômico.

### **Projeto de lei nº 654/2015**

Diante das pesquisas realizadas, percebe-se que o Projeto de Lei nº 654/2015, desenvolvido pelo o Senador Romero Jucá, irá abordar os prazos do licenciamento ambiental especial, o qual refere-se a infraestrutura do país e foram descritos na Resolução nº237/97 do CONAMA. O Projeto de Lei tem como foco principal, a criação de um procedimento especial que se faça dentro da seara de atividades estratégicas capazes de garantir o desenvolvimento nacional e a proteção ambiental.

De acordo com o PL nº 654/2015, licenciamento ambiental especial será o procedimento administrativo específico destinado a licenciar obras estratégicas utilizadoras de recursos ambientais que obedecem aos princípios da celeridade, cooperação, economicidade e eficiência (BRASIL, 2015). Com base nessa definição, percebe-se a especificidade estabelecida no texto da PL, resultante de um único ponto em foco: Licenciar atividades de relevância estatal.

Nesse sentido, percebe-se que as obras a serem licenciadas produzem significativo impacto ambiental devido a grandiosidade do empreendimento, assim, cabe ressaltar que a demanda da Administração Pública aumenta frente os esclarecimentos para realização eficiente do serviço (HOFMANN, 2015).

No que trata das etapas a serem obedecidas para realização do licenciamento, o PL considera-o como um ritual uno a ser obedecido. Primeiramente deve haver a manifestação do interesse do licenciamento ambiental, orientados pelo órgão licenciador. Em seguida, deve existir a apresentação da documentação para requerimento da licença. Depois, far-se-á a apresentação da documentação aos órgãos que irão licenciar. Por fim, seguirá a análise da documentação para uma emissão de parecer contendo a concessão ou deferimento da licença.



Com base nesse procedimento uno, coibidor das outras etapas estabelecidas pela Resolução nº237/97 do CONAMA, fixou-se também os prazos para fins de cumprimento das etapas do licenciamento. Esse ponto foi discutido pelo Ministério Público de São Paulo, que pontuou ser prazos enxutos para decidir-se com maior cautela a concessão da licença, dessa forma ficará mais fácil para ter-se decisões baseadas em informações superficiais provocadoras de grande ferimento ao meio ambiente e aos princípios ambientais (BRASIL, 2016).

Outro aspecto da PL visto como negativo, é o tempo determinado de sessenta dias para que sejam enviadas pelos empreendedores os documentos de responsabilidade exigidos no processo de referência, cuja etapa exige grande responsabilidade e cautela, devendo assim haver um prazo maior a fim de serem evitadas as deficiências informativas por parte dos empreendedores (HOFMANN, 2015).

Diante disso, pode-se constatar que o Projeto de Lei nº 654/2015 ao trazer o licenciamento especial e criar as etapas específicas a serem desenvolvidas, carrega uma responsabilidade maior e que exige mais dos Órgãos Públicos, já que as obras são em decorrência do fator “progresso do país” e que o significado deste termo vaga em um limbo de interpretação de acordo com a filosofia e ideologia que estiver a frente da gestão pública. Isso acaba por dar diversas margens de entendimento e muitas vezes racha legal para viabilizar atividades e projetos encaminhados pelo poder público e que não necessariamente resguarda os interesses coletivos para o desenvolvimento, e muito menos para a sustentabilidade do patrimônio natural brasileiro. De forma complementar, ainda nota-se deficiências observadas dentro da legislação e que inviabilizam a sua boa execução.

## APÊNDICES

**Apêndice A:** Resumo da análise do Projeto de Lei nº 3.729/2004.

<b>Projeto de Lei nº 3.729/2004.</b>	<b>Critérios</b>	<b>Avaliação</b>
	Apresentação dos procedimentos do licenciamento ambiental.	Apresenta uma simplificação das etapas do licenciamento.
	Definição dos prazos para cumprimento.	Os prazos informados podem ser indeterminados, a depender da licença que se trate.
	Estabelece as responsabilidades do empreendedor.	O empreendedor participa ativamente do procedimento com o estabelecimento de informações e contribuição com os custos.
	Dispensa atividades do licenciamento.	Existe uma dispensa nas atividades que possuem potencial poluidor. Exemplo: Agropecuária.

Fonte: Alves, 2021.

**Apêndice B:** Resumo da análise do Projeto de Lei nº 654/2018.

<b>Projeto de lei nº 654/2015</b>	<b>Critérios</b>	<b>Avaliação</b>
	Apresentação dos procedimentos do licenciamento ambiental.	Faz a apresentação dos procedimentos do licenciamento ambiental de forma a seguir um ritual uno.
	Definição dos prazos para cumprimento.	Os prazos apresentados na PL são na sua maioria curtos e inviáveis para realização das etapas do licenciamento (art. 5º).
Estabelece as responsabilidades do empreendedor.	O papel do empreendedor é apresentado inicialmente com a participação na fase de documentação (art. 4º, inciso VI).	

Fonte: Alves, 2021.

## CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que as legislações que remetem ao licenciamento ambiental, trazem inicialmente a ideia de preservação e delimitação do ente federativo que irá

licenciar. Em se tratando de todas as competências, observa-se que a esfera administrativa municipal do município de Terra Nova apresentou uma maior dependência em relação ao ente estadual, constatando assim um dos imbrólios para a efetivação do licenciamento ambiental municipal. Por fim, no âmbito dos Projetos de Leis que discorrem acerca de alterações no arcabouço legal relacionados ao tema, percebe-se que eles tentam alterar o licenciamento de forma a flexibilizar algumas ações que são imperiosas no que tange a proteção de interesses de grupos específicos da sociedade em detrimento à salvaguarda do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo Bessa. **Direito Ambiental**. 12<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Lumen Júris, 2010, p.47.

AZEVEDO, Andréa.; PASQUIS, Richard.; BURSZTYN, Marcel. A reforma do Estado, a emergência da descentralização e as políticas ambientais. **Revista do Serviço Público**, v. 1, n. 58, p. 37-55, 2007.

BRAGAGNOLO, Chiara. Streamlining or sidestepping? Political pressure to revise environmental licensing and EIA in Brazil. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 65, p. 86-90, 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 1988. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>> Acesso em: 14 de jul. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br>> Acesso em: 20 de out. de 2021.

\_\_\_\_\_. **Ofício nº 24/16-JUR, do Ministério Público do Estado de São Paulo. (Fls 111/119)**. Juntado original de manifestação, 2016. Disponível em: [nado.leg.br/sdleggetter/documento?dm=3735880&ts=1567534846756&disposition=inline](http://nado.leg.br/sdleggetter/documento?dm=3735880&ts=1567534846756&disposition=inline). Acesso em: 29 de out. de 2021.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei n. 3729/2004**. Dispõe sobre o licenciamento ambiental, regulamenta o inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=251AF57](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=251AF57)> Acesso em: 17 de jul. de 2021.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei do Senado n. 654**, de 2015. Dispõe sobre o procedimento de licenciamento ambiental especial para empreendimentos de infraestrutura considerados estratégicos e de interesse nacional. Brasília, 2015. Disponível em <<http://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=2916620&disposition=inline>>. Acesso em: 17 de jul. de 2021.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 237**, de 22 de dezembro de 1997. Dispõe sobre os procedimentos e critérios usados no licenciamento. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 19 de out. de 2021.

CASTANHEIRO, Ivan Carneiro; JÚNIOR, Luís Fernando Cabral Barreto; KISHI, Sandra Akemi Shimada. **O PL do licenciamento ambiental e suas propostas devastadoras**. Disponível em <<https://www.conjur.com.br/2017-mai-02/pllicenciamento-ambiental-propostas-devastadoras>> Acesso em: 29 de out. de 2021.

DULINSKI, Ana Paula. **Licenciamento ambiental: estudo da inserção de seus processos nas demais etapas de uma obra linear de engenharia**. [s.l.] UFRS, 2012.

FARIAS, Talden. **Licenciamento Ambiental- Aspectos Teóricos e Práticos**. Belo Horizonte: Ed. Fórum, 2007, p.37.

FEDERAL. Ministério Público. **NOTA TÉCNICA SOBRE O SUBSTITUTIVO AO PROJETO DE LEI Nº 3.729/2004 APRESENTADO PELO DEP. MAURO PEREIRA**. Disponível em > <http://www.mpf.mp.br/pgr/documentos/NT620174CCRGTEPL3729.pdf>>. Acesso em: 29 de out. de 2021.

FINK, Daniel Roberto; ALONSO JR., Hamilton; DAWALIBI, Marcelo. **Aspectos Jurídicos do Licenciamento Ambiental**. 2º ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002, p. 47.

FONSECA, Alberto; MONTAÑO, Marcelo; MORETTO, Evandro Mateus. A importância do conhecimento científico para o aprimoramento do Licenciamento e da Avaliação de Impacto Ambiental no Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, Edição Especial: Avaliação de Impacto Ambiental, dez. 2017.

GUETTA, Mauricio. Propostas de reforma da legislação sobre licenciamento ambiental à luz da Constituição Federal. In: **Licenciamento ambiental e governança territorial: registros e contribuições do seminário internacional**. IPEA, 2017, p. 221.

HOFMANN, Rose Mirian. **Gargalos do licenciamento ambiental federal no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.ascemanacional.org.br/wp-content/uploads/2016/08/2015-Estudo-Gargalos-do-Licenciamento-Ambiental-Rose-Hofmann.pdf>>. Acesso em: 01 de nov. de 2021.

IBAMA. Análise do sétimo parecer do Relator da CFT da Câmara dos Deputados para a Lei Geral do Licenciamento Ambiental. **Parecer 001/2007 –Presidência/IBAMA**, de 05 de Maio de 2017. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias/noticias2017/parecer\\_001\\_2017\\_e\\_](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias/noticias2017/parecer_001_2017_e_)>. Acesso em: 19 de jul. de 2021.

MARCONI, Ivan.; BORINELLI, Benilson; CAPELARI, Mauro Guilherme. A Descentralização do Licenciamento Ambiental no Estado do Paraná: o caso de Londrina – PR. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 1., 2012, Londrina. **Anais...** Londrina: ULT-FATI.

MILARÉ, Édis. **Direito do Meio Ambiente**. A Gestão Ambiental em foco. Doutrina. Jurisprudência. Glossário. 7ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2011.

MORETTO, Evandro Mateus. Análise da argumentação dialética que considera o Licenciamento Ambiental um impeditivo ao Desenvolvimento Econômico do país: premissas, interesses e possibilidades de superação. In: IV Encontro Nacional da ANPPAS, 2008, Brasília – DF – Brasil. **Anais...** 2008.

OLIVEIRA, Isabel. A Contribuição do Zoneamento Ecológico-Econômico na Avaliação de Impacto Ambiental: bases e propostas conceituais. **Dissertação** (Mestrado em Ciências das Engenharias Ambientais). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo., São Paulo. 125p. 2004.

PERNAMBUCO. **Lei Estadual nº 14.249, de 17 de Dezembro 2010**. Dispõe sobre a competência da CPRH. Disponível em <<http://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/LEI-No-14.249>> Acesso em: 20 de out. de 2021.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de direito ambiental**. 9ª ed. São Paulo: Saraiva, 2011, p. 177.

TERRA NOVA. **Lei Orgânica de 1999**. Dispõe sobre a lei orgânica do município. Disponível em <<https://www.terranova.pe.leg.br/leis/lei-organica-municipal>> Acesso em 21 de out. de 2021.

TRENNEPOHL, Curt; TRENNEPOHL, Terence Dorneles. **Licenciamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Impetus, 2007, p.10.

# CAPÍTULO 20

## DRENAGEM SUPERFICIAL DAS ÁGUAS E O APARECIMENTO DE EROÇÃO NA CIDADE DE VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

**Lucas Libarino Barbosa**  
**Meirilane Rodrigues Maia**  
**Artur José Pires Veiga**  
**Daniela Andrade Monteiro Veiga**

### RESUMO

A implantação da infraestrutura de uma cidade possibilita mudanças significativas no comportamento dos ambientes naturais. Nesta perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo estudar uma feição erosiva localizada a noroeste da malha urbana da cidade de Vitória da Conquista – BA, com vista a compreender a relação entre a influência antrópica no sistema de drenagem. Para atingir os objetivos propostos os estudos foram baseados em pesquisas de campo e dados processados com uso de geoprocessamento. Na coleta de campos sobre a erosão, os dados foram dimensionais, com recorte em perfil, cujas informações foram associadas com a malha urbana, sendo utilizado para isso, as imagens de satélite do ambiente erodido. Os processamentos dos dados foram cruciais para a compreensão do comportamento dos canais de drenagem, topografia e declividade da área sobre domínio da erosão de tipologia “voçoroca”. Para classificação da erosão linear utilizou-se o método proposto por Vieira (2008). Nas análises dos dados notou-se que a erosão estava associada a canais de drenagem naturais, pelo grande fluxo d’água no período das chuvas, conduzidas pelas ruas e rodovia, e a ausência/insuficiência de canais de drenagem na infraestrutura urbana no entorno da erosão, bem como a falta de cobertura vegetal que poderia minimizar os efeitos provocados pela erosão. Portanto, as condições topográficas, o curso natural do sistema de drenagem e a falta de infraestrutura de drenagem contribuíram para o aparecimento da erosão acelerada que resultou em área de risco para a população que vive nesses locais, necessitando de intervenções por parte do poder público.

**PALAVRAS-CHAVE:** Erosão. Drenagem Urbana. Impacto Ambiental.

### INTRODUÇÃO

Na relação do ser humano com a natureza, associadas com o desenvolvimento de tecnologias que maximizaram o modo de vida das sociedades atuais, as paisagens do planeta terra passaram por mudanças significativas. Além das transformações visuais, as estruturas das dinâmicas naturais foram modificadas de acordo as necessidades de cada grupo social. No entanto, a apropriação dos recursos naturais nem sempre obedeceram a uma relação harmoniosa, visto que, corriqueiramente tanto a humanidade quanto a natureza conflitam entre



si. Sendo assim, as cidades tornaram-se o principal palco das discussões sobre a relação sociedade/natureza.

Segundo o IBGE (2015) cerca de 84,72% da população brasileira habitam nas áreas urbanas. As cidades são responsáveis por 90% do Produto Interno Bruto (PIB) (SILVA, 2003) e isso remete a complexidade dos centros urbanos, com discussões sobre as relações sociais, o modo de vida e as condições ambientais onde estão inseridas.

A análise sobre os processos que ocorrem nas cidades, sobretudo, os relacionados ao sistema de drenagem, são imprescindíveis para o planejamento e gestão urbanos. Dada a sua importância, nesse estudo foi analisado a relação da dinâmica natural que ocorre no meio urbano, com o recorte espacial do sistema de drenagem pluvial na superfície do solo, com impactos no processo erosivo na cidade de Vitória da Conquista – BA.

A pesquisa foi desenvolvida por meio de leituras de conteúdos acadêmicos, sites e documentos que tratam de questões relacionadas a drenagem superficial com processos erosivos. Além disso, foram utilizadas as técnicas de geoprocessamentos com um Sistema de Informações Geográficas onde foram gerados produtos cartográficos importantes para a visualização e compreensão do fenômeno analisado.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O solo urbano constitui um dos principais alicerces das ações humanas no sistema terrestre, condicionado a vários processos no decorrer da produção das cidades, sofre transformações com objetivo de adequá-lo ao dinamismo das relações sociais. Assim sendo, é importante discorrer sobre um determinado fenômeno ocasionado, principalmente, pela interação socioambiental, o qual vem ganhando cada vez mais significância no âmbito acadêmico e midiático: os processos erosivos em solos urbanizados.

Os processos erosivos podem acontecer de forma natural, um ciclo importante para a modelagem das paisagens geomorfológicas. Como apontou Suertegaray (2002) ao falar de tempos longos e curtos na análise da natureza, os processos erosivos, dependendo das condições de exposição do solo, o tempo de desenvolvimento de erosões pode ser longo ou curto, no qual as ações antrópicas em contato com o terreno são as maiores responsáveis pelo desenvolvimento e aceleração de feições erosivas. Com isso, Braghiroli e Costa (2016, p. 135) afirmam que “a erosão não se trata apenas de um processo degradativo do solo, pois este



também faz parte da dinâmica natural de esculturação do relevo”. Nesse sentido, as características do relevo, o índice de vegetação sobre o solo, os canais de drenagem, o tipo de solo, o volume pluviométrico, entre outros fatores são fundamentais na dinâmica do surgimento das erosões.

Existem diversos tipos de erosão, porém pretende-se analisar neste estudo a erosão linear, a qual é dividida em três fases: sulcos, ravinas e voçorocas. Os sulcos são a primeira fase e consiste em cortes de pouca profundidade no solo; as ravinas o aprofundamento dos sulcos, chegando a metros de profundidade, a voçoroca, fase final do processo com participação ativa da água subterrânea (CARVALHO; DINIZ, 2007). As diferentes classificações das fases da erosão linear apresentada anteriormente, nem sempre são adotadas pelos especialistas dessa área de estudo. Existem forma mais quantitativas para a conceituação destas condições como apresenta Guerra (1994), baseado no glossário de ciências do solo dos Estados Unidos de 1987, classifica uma erosão como voçoroca quando ela atinge mais de 0,50 m de profundidade e largura, 30 m de comprimento, abaixo desses valores as feições são classificadas como ravina.

Para Vieira (2008), os sulcos são fissuras de até 50 cm erodidas pela força da água, progressivamente, sendo que as ravinas ocorrem quando as evoluções dos sulcos atingem a profundidade entre 0,50 m e 1,5 m e, as voçorocas, como incisões maiores que 1,5 m de profundidade, com largura superior a 3 m, associadas à queda de blocos das encostas.

As modificações realizadas no espaço urbano para as edificações nas cidades, ocasionaram mudanças significativas no ambiente. A retirada de cobertura vegetal, procedimentos de terraplanagens, são condições indispensáveis na construção civil. No processo de crescimento das cidades, os desvios e canalizações dos cursos d'água são os que mais necessitam de uma atenção especial, pois a dinâmica das águas tanto pluviais quanto fluviais, corroboraram em ocasionarem prejuízos nas áreas urbana em eventos extremos, justamente pelo fato dos agentes atuantes serem pouco considerados no processo de planejamento, sobretudo, quando ocorre falta infraestrutura no espaço urbano.

Nesta linha, Vieira e Cunha (2001, p. 111) afirmam que “as sucessíveis obras de engenharia, muitas vezes sem levar em consideração o conjunto da rede de drenagem, modificam as seções transversais e o perfil longitudinal, alterando a eficiência do fluxo”. São nesses cenários que os processos erosivos são desenvolvidos e com eles relevantes impactos negativos ao meio ambiente se consolidam, muitas vezes de forma sazonais ou permanentes.



Os processos erosivos são derivados de vários fatores direcionados a uma parcela do solo, dentre eles, destaca-se a energia derivadas da ação hídrica, agindo no transporte de sedimentos e no aprofundamento de terminada erosão, podendo ser acelerado a depender do volume e intensidade do fluxo d'água mesmo em condições nas quais há canalização por dutos (GUERRA, 2011; CARVALHO, *et al.* 2006).

Ao discorrer sobre processos erosivos nas cidades, Carvalho *et al* salientam que:

A urbanização, como toda obra que interpõe estruturas pouco permeáveis entre o solo e a chuva, faz com que a infiltração diminua e o escoamento superficial seja incrementado, impondo mudança de regime de escoamento localmente drástica. As ruas são as principais adutoras das águas captadas pelos telhados, somadas às do escoamento local, que, se desprovidas de drenagem de águas pluviais, podem dar início a processos erosivos de grande escala. (CARVALHO *et al.*, 2006, p. 84).

Mesmo considerando as possibilidades de desvios e canalizações das vias de drenagem para a construção de uma cidade, diversos fatores condicionam os impactos negativos relacionados a força das águas. Como apontou Carvalho *et al* (2006), as próprias ruas se tornam canais de drenagem, ou seja, em determinado ponto estratégico, em contato com uma parte do asfalto rompido, pode ser o suficiente para o desenvolvimento de uma erosão, além disso, as águas podem atingir perímetros com solo exposto, comumente nas áreas periféricas das cidades, desencadeando processos erosivos.

## **METODOLOGIA**

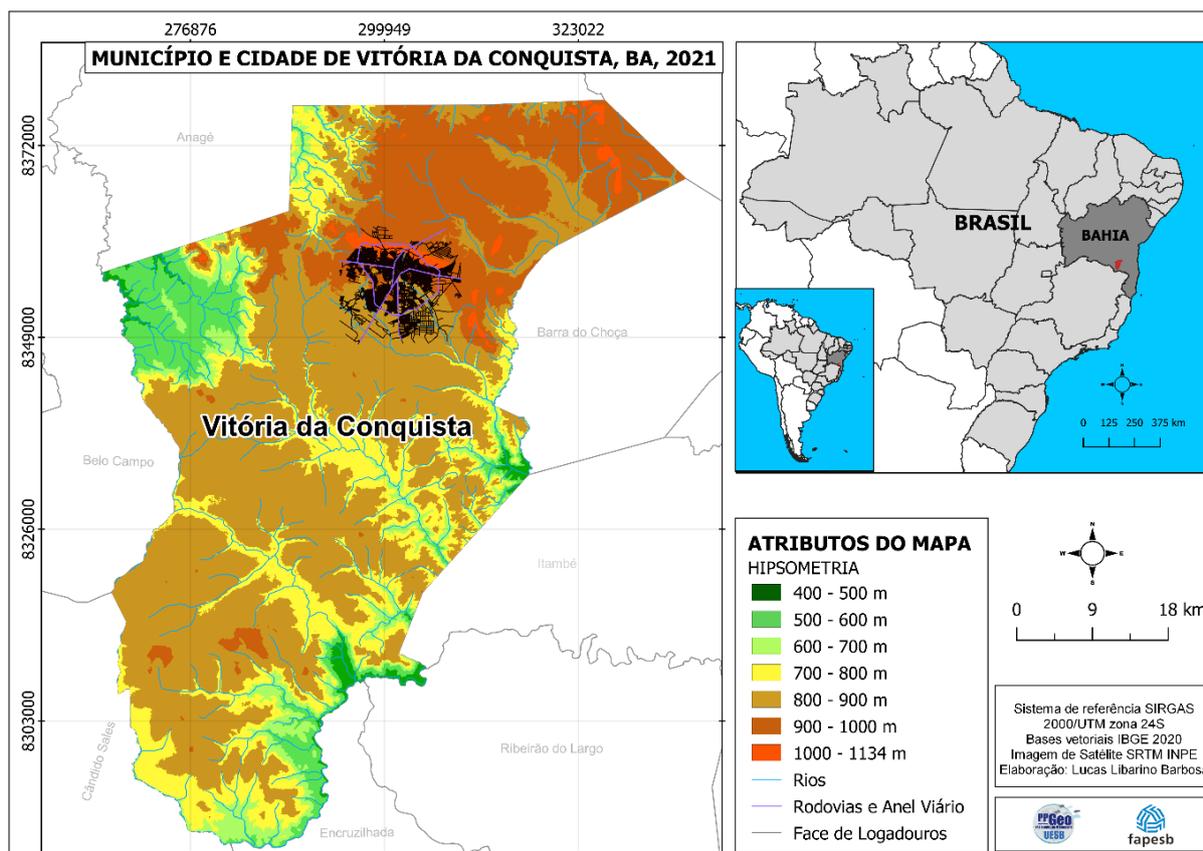
A área de estudo situa-se na cidade de Vitória da Conquista, cujo município localiza-se no Estado da Bahia (Figura 1). Na busca de compreender as questões relacionadas aos processos erosivos na cidade, este trabalho realizou uma breve análise do comportamento das vias de drenagem natural, cujas informações foram associadas as antrópicas, o meio físico, as infraestruturas existentes e os problemas relacionados a este fenômeno.

No presente estudo foi feito um recorte espacial, onde foi analisado uma feição erosiva localizada a noroeste da malha urbana da cidade de Vitória da Conquista com vista a compreender a dinâmica que ocorre na relação do sistema de drenagem natural com o sistema urbano. A erosão analisada, se encontra no perímetro cuja cabeceira está localizada nas coordenadas: 14°50'42"S 40°53'22"W.

O referido município representa singular importância no desenvolvimento regional, com a economia pautado em bens e serviços, com uma quantidade de habitantes estimada em 2021 em 343.643 pessoas, além disso é a terceira maior cidade do Estado e a quinta maior do Nordeste (IBGE, 2020).

No verão as temperaturas são amenas ficando em média de 23°C e no outono concentra-se por volta de 21°C. O clima do município está na faixa transacional entre clima úmido e subúmido com características de semiárido, no inverno a temperatura varia na faixa entre 15° a 17°C. (CABRAL; VEIGA; MATTA, 2015.) A Serra do Periperi constitui em uma das áreas de maior altitude do relevo do município, apresentado pontos superiores aos 1100 m, localizada ao norte da cidade.

**Figura 1:** Município e Cidade de Vitória da Conquista, Ba, 2021.



**Fonte:** Elaborado por BARBOSA, Lucas Libarino (2021).

O estudo foi embasado em diversas leituras de livros e periódicos que abordaram e temática, com autores como Guerra (1994-2005) e Vieira (1998-2008), para a compreensão dos processos erosivos em si, Vieira e Cunha (2001); Carvalho *et al.* (2006) nas considerações sobre a drenagem urbana, entre outros.

Para realizar a classificação da erosão linear utilizou-se o método proposto por Vieira (2008), o qual entende que os sulcos são fissuras de até 50 cm, as ravinas como a evolução dos sulcos com profundidade entre 0,50 m e 1,5 m e, as voçorocas, como incisões maiores que 1,5



m de profundidade com largura superior a 3 m, estando associadas à queda de blocos das encostas.

Na pesquisa foi realizada a coleta de dados dimensionais da erosão para classificar sua tipologia baseada no método proposto por Vieira (2008) sobre as características da erosão linear: sulco, ravina ou voçoroca. Além da classificação quantitativa, foi realizada uma observação dos possíveis fluxos de drenagem naturais e antrópicos canalizados em direção a erosão.

No trabalho de campo foi realizado o levantamento da localização da erosão, a dimensão em comprimento, profundidade e largura, com vista a compreender as áreas suscetíveis à queda de blocos das encostas com atividade realizada *in loco*. Por meio da técnica de observação direta com auxílio e uso das imagens de satélite para análise e visualização das condições do terreno, da erosão, bem como a sua distância da rodovia e das casas localizadas nas suas proximidades.

Através do software Quantum Gis (Qgis) na versão 3.16.8, foram realizados os processamentos de imagens de radar e a utilização de mecanismo que contribuiriam para a melhor representação do processo erosivo. No estudo, também, foram utilizadas imagens de radar (SRTM), de 1 *arc-second*, obtido no repositório da USGS (*science for a changing world*) do ano de 2014, para os processamentos dos modelos digitais de elevação (MDE), para a produção das cartas da hipsometria do município, o perfil topográfico da extensão da erosão e a extração dos canais de drenagem da malha urbana. Também foi projetada uma estrutura em 3D (nível de exagero 4,5) para melhor representação da topografia da cidade.

A representação da rede de drenagem foi extraída da imagem de radar (SRTM) com processamento da imagem realizada no QGis, pela ferramenta *Channel network and drainage basins*, e assim extraído os canais de drenagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

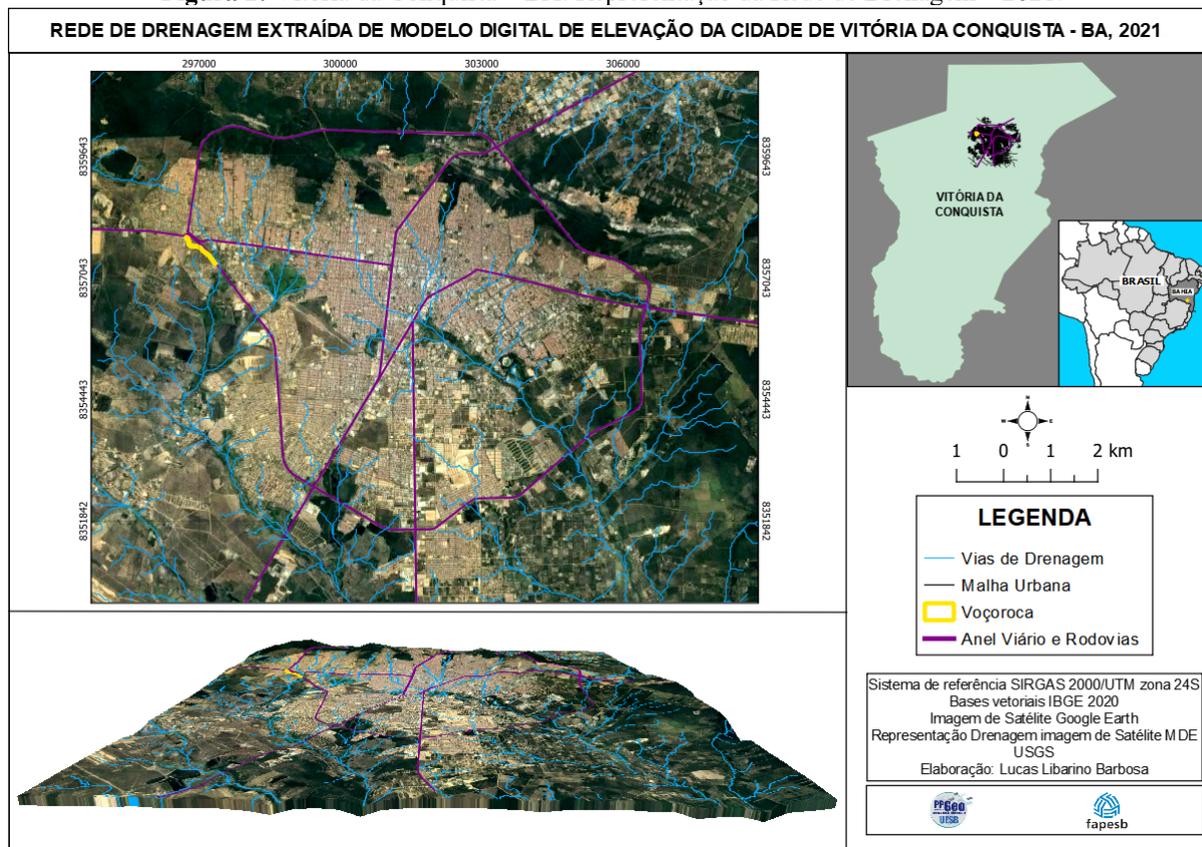
Os processos erosivos em áreas urbanizadas é um dos assuntos de singular importância nos debates acadêmicos, devido seu constante surgimento nas cidades e elevados níveis de prejuízos físicos no solo, impactos negativos ao bem-estar social e na esfera econômica. Geralmente, as áreas tropicais são as que mais sofrem com erosões derivadas das águas das chuvas, pois o percentual pluviométrico nessas regiões é elevado (GUERRA, 2007).

Vitória da Conquista, apresenta concentrações de maior índice pluviométrico nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, com média de precipitação anual de 733,9 mm (BARBOSA *et al.*, 2017; CONCEIÇÃO; PREIRA; VEIGA, 2016). Sobre isso, Guerra (2007) entende que a concentração de chuvas em certas estações do ano agrava ainda mais o processo de aparecimento de erosões no solo.

O planejamento urbano nem sempre leva em consideração os riscos totais dos desvios e soterramentos de canais de drenagem. Não analisar ou ignorar os períodos históricos de cheia pode resultar em problemas indesejados no futuro, haja vista que as dinâmicas fluvial e pluvial são incógnitas, ou seja, o percentual de vazão de um córrego ou rio pode variar de acordo com os ciclos históricos das chuvas, ou melhor, cheias que ocorreram a décadas atrás com determinado volume, pode se repetir no futuro, assim lugares onde não passava água e enchentes podem voltar a apresentar percentuais significativos de água.

A Figura 2 mostra a representação de uma rede de drenagem extraída da imagem de radar (SRTM) com os canais de drenagem derivados das informações presentes na imagem.

**Figura 2:** Vitória da Conquista – BA: Representação da Rede de Drenagem – 2021.

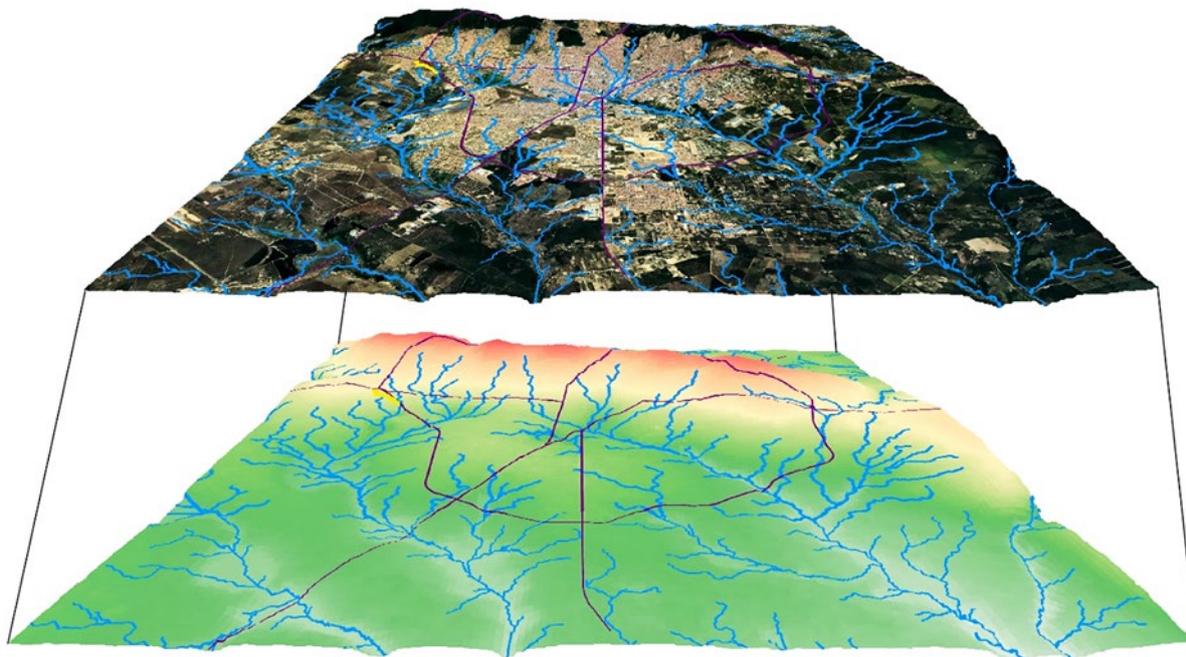


**Fonte:** Imagens de satélite obtidas no *Google Earth* (2020). Imagem de radar, USGS (2014).  
Elaborado por: Lucas Libarino Barbosa, (2021).

A erosão estudada foi classificada como voçoroca, onde foi averiguada dimensões superiores as demonstradas na proposta de Vieira (2008). Na Figura 2 a erosão foi representada pela cor amarela, situada a oeste da malha urbana, ao lado do anel rodoviário, próximo ao traçado do sistema de drenagem natural, derivada da topografia do ambiente.

A representação em 3D do modelo digital de elevação obtida no programa de geoprocessamento possibilitou a visualização da topografia e compreensão dos canais de drenagem. A Figura 3 mostra uma representação com imagens de radar, projetada sobre o modelo digital de elevação (MDE) em 3D, com a rede de drenagem, e em seguida, o mesmo modelo, com a hipsometria como textura do relevo.

**Figura 3:** Vitória da Conquista – BA: Representação em 3D da topografia e canais de drenagem – 2021.



**Fonte:** Imagens de satélite obtidas no *Google Earth* (2020). Imagem de radar, USGS (2014); Elaborado por: BARBOSA, Lucas Libarino (2021).

Na análise do sistema de drenagem natural percebe-se que os canais possuem um fluxo predominante no sentido norte – sul, com o ponto mais alto na Serra do Periperi, percorrendo toda a malhar urbana, onde teve o seu crescimento nas áreas deprimidas do relevo.

As condições do meio físico onde situa-se a cidade de Vitória da Conquista, configura uma topográfica que propicia o escoamento superficial para as partes rebaixadas do ambiente, com potencial hidrológico, onde, se não for feita uma infraestrutura adequada para comportar o sistema de drenagem pluvial, pode provocar impactos negativos, como ao que vem ocorrendo com os processos erosivos.



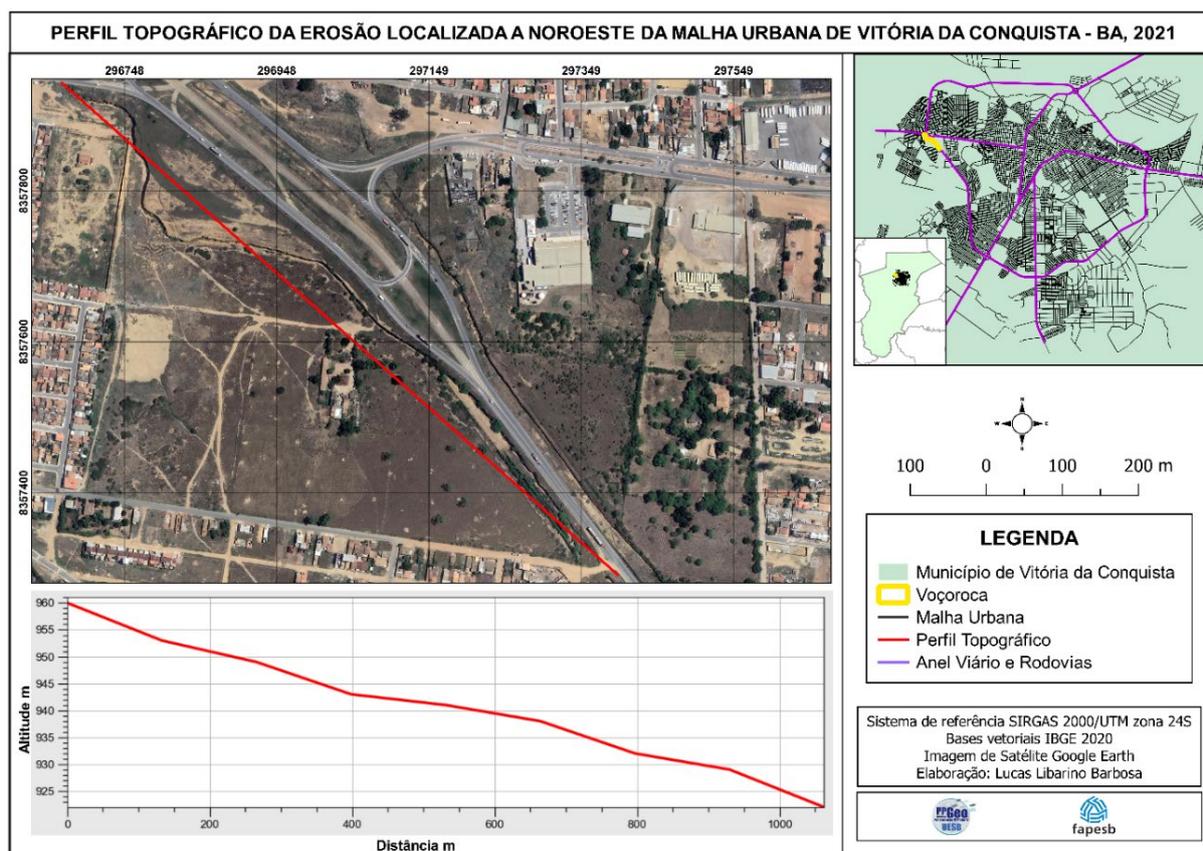
Os processos erosivos atuantes nestas áreas, demonstrou ser um problema de potencial relevância, com impacto negativos, em local próximo as vias de circulação de veículos e de pedestres. No levantamento de campo foi verificado que a voçoroca está situada em uma distância de até 10 m do anel rodoviário com profundidade de até 9 m, largura de até 6,5 m, com quase 1 km de comprimento linear, sendo um local de fragilidade ambiental e de risco para a população que transitam nesse local. A erosão estudada apresenta formato linear, com direcionamento do fluxo no sentido noroeste a sudeste.

A dinâmica e formação do processo erosivo foi analisado no perfil topográfico da declividade do percurso da voçoroca (Figura 4). Na cabeceira da erosão a altitude encontrada foi de 960 m e, ao final da erosão atingiu 922 m de altitude, com desnível de 38 m, em uma distância de aproximadamente 1 km de extensão. Com esses dados foi calculado a declividade da erosão, a partir da razão entre a distância em metros e a distância horizontal em metros, obtidos pela fórmula 1, cujo o valor foi de 3,8%. Para transformação desse valor em graus foi calculada a tangente inversa do valor inteiro, obtido pela fórmula 2, com resultado de aproximadamente 2° de inclinação.

$$\text{Fórmula 1: } D = \frac{dh}{dH}$$

$$\text{Fórmula 2: } \phi = \tan^{-1}(D)$$

**Figura 4:** Vitória da Conquista – BA: Perfil topográfico da erosão a noroeste da malha urbana – 2021.



**Fonte:** Imagens de satélite obtidas no *Google Earth* (2020).  
Elaborado por: Lucas Libarino Barbosa, (2021).

A declividade do relevo onde situa-se a voçoroca, embora tenha sido baixa, com 3,8% de inclinação, a erosão atingiu profundidade e largura consideráveis, apresentando queda de blocos das encostas, ou seja, o fator declividade pouco influenciou na erosão em si, no entanto, a intensidade e magnitude do processo que vem atuando neste local, se deve ao fato dele situar em área de descarga da drenagem pluvial conduzida pelas calhas das ruas e, sobretudo, da rodovia (anel rodoviário), com ausência de infraestrutura de alvenaria como bacias de contenção para dissipação da energia hídrica no solo desprotegido.

A situação encontrada na área de estudo, corrobora com os estudos realizados por Iensen (2006), ao relacionar a declividade do terreno com a formação de erosões, onde em relevo com declividade de 0 a 5% foram catalogados 52 pontos de erosão. Isso demonstra que nem sempre a alta declividade seja o fator determinante para o desenvolvimento de um processo erosivo.

Outros elementos também contribuíram para atuação dos processos erosivos como a ausência de vegetação no entorno da área. A Figura 5 destaca um dos locais dos canais de descarga da drenagem superficial das águas pluviais, ao lado da rodovia, com baixo índice de

vegetação (biomassa) e que veio contribuir com a proporção, alargamento, intensidade e magnitude da voçoroca.

**Figura 5:** Vitória da Conquista – BA: Um dos locais de início da erosão – 2021.



**Foto:** Lucas Libarino Barbosa, pesquisa de campo (2021).

A proximidade da erosão com a rodovia e com a residência, sendo um local de passagem de pedestre, os moradores locais construíram uma barreira de proteção para os transeuntes que utilizam da via para trafegar, onde a erosão chega a centímetros do muro deixando uma passagem estreita para as pessoas (Figura 5).

Com os dados de campo foi possível verificar que as canalizações pluviais, tanto das águas da rodovia, quanto de uma parte oriunda do bairro Zabelê, estão direcionadas à erosão, fator primordial para o estado de degradação da área afetada. Além desses processos de escoamento superficiais mostrados na Figura 5, foram identificados outros canais submetidos a drenagem pluvial com formação de processos erosivos em proporções semelhantes, situado ao lado oposto e em paralelo a rodovia (anel rodoviário).

No processo de construção do anel rodoviário na cidade de Vitória da Conquista, pode ter ocorrido ações de manejo inadequado do solo, no entorno das obras, além da falta da instalação de bacias de dispersão da energia hídrica no final dos canais de drenagem, contribuindo assim, para o desencadeamento dos processos erosivo no entorno desta área. Nesta linha, Carvalho e Melo (2006, p. 4) salientam que “No campo das obras de engenharia, os danos ambientais têm sido muitos. São áreas de empréstimo para a construção de barragens e rodovias e o próprio entorno das rodovias, que terminam por se submeter às erosões de grande porte [...]”

No decorrer do trabalho de campo e das análises, notou-se importante relação da condição natural da topografia do terreno e da drenagem pluvial favorecida pela malha urbana sem infraestrutura de drenagem, como condição que favoreceu o aparecimento de erosão no lado oeste da



cidade, próxima ao anel rodoviário. Isso foi confirmado nas análises obtida com o processamento de imagens de radar, as quais demonstraram o percurso da drenagem na superfície do terreno.

Assim, ao avaliar a situação da erosão estudada e relacioná-la com a contribuição de autores que discutem esta temática, notou-se que a cidade de Vitória da Conquista, apresenta pontos suscetíveis ao desenvolvimento de erosões em decorrência de problemas da falta de infraestrutura de drenagem urbana que são agravadas devido as condições naturais de relevo, favorecidos pela ocorrência de chuvas concentradas com eventos pluviométricos extremos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aparecimento de feições erosivas é fruto de uma série de fatores concomitantes. Pode ocorrer, principalmente, devido a uma parcela de solo desprotegido, naturalmente, ou que sofreram mudanças devido a manuseios inadequados de obras de engenharia, por ação antrópica, bem como a ocupação irregular em áreas susceptíveis a erosão. No crescimento das cidades pode ocorrer o manejo inapropriado do solo urbano, muitas vezes devido a planejamentos inadequados, sem levar em consideração os aspectos do meio físico e as condições naturais.

Nos resultados apresentados, é possível observar que a voçoroca analisada, sofreu importante influência da falta de cobertura vegetal e de obras de engenharia com construções de canais de drenagem urbana pluvial superficial direcionado a erosão. Assim, mesmo não apresentando uma declividade acentuada, a erosão linear evoluiu até sua última forma (voçoroca) com projeções de impactos ambientais negativos na área urbana que necessitam de intervenção por parte do poder público com medidas mitigadoras.

É importante destacar que o fator tempo tem relevância, bem como a estrutura do solo. Sendo assim, como sugestão de novos estudos, seria interessante a análise desses fatores, associados aos estudos hidrológicos, na compreensão e aprofundamentos da dinâmica de formação dos processos erosivos em áreas urbanas, como é o caso da cidade de Vitória da Conquista – BA.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, Lucas Libarino *et al.* Vulnerabilidades de impactos hidrometeorológicos na cidade de Vitória da Conquista - BA: estudo das precipitações entre os anos de 2012 a 2016. In: Giovanni Seabra (Org). **Educação ambiental: biomas, paisagens e o saber ambiental.** Ituiutaba: Barlavento, 2017.

BRAGHIROLI, Taison Luiz de Paula; COSTA, Rildo Aparecido. Proposta para análise das dinâmicas erosivas de uma voçoroca localizada nos bairros Nova Ituiutaba na cidade de Ituiutaba-MG. In: NEVES, Adriana Freitas, *et al* (Org.). *Estudos Interdisciplinares em Ciências Ambientais, Território e Movimentos Sociais.* São Paulo: Blucher, 2016.

CABRAL, Leandro de Oliveira; VEIGA, Artur José Pires; MATTA, Jana Maruska Buuda da. Climatologia e saúde: o ensino dos elementos meteorológicos e sua relação com a incidência de doenças respiratórias. **Colóquio do Museu Pedagógico**, v. 1, 2015. Disponível em: <http://periodicos.uesb.br/index.php/cmp/article/view/5013>. Acessado em: 11 maio 2018.

CARVALHO, José Camapum de; DINIZ, Noris Costa. **Cartilha erosão.** 3. ed. Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2007. Disponível em: [https://www.geotecnia.unb.br/downloads/publicacoes/cartilhas/cartilha\\_erosao](https://www.geotecnia.unb.br/downloads/publicacoes/cartilhas/cartilha_erosao). Acessado em: 19 dez. 2020.

CARVALHO, José Camapum de. *et al.* Processos Erosivos. In: CARVALHO, José Camapum de; SALES, Maurício Martines; SOUSA, Newton Moreira de; MELO, Maria Tereza da Silva. (Org.). **Processos erosivos no Contro-Oeste Brasileiro.** – Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2006.

CARVALHO, José Camapum de.; MELO, Maria Tereza da Silva. A erosão à Luz da Legislação Ambiental. Processos Erosivos. In: CARVALHO, José Camapum de; SALES, Maurício Martines; SOUSA, Newton Moreira de; MELO, Maria Tereza da Silva. (Org.). **Processos erosivos no Contro-Oeste Brasileiro.** – Brasília: Universidade de Brasília: FINATEC, 2006.

CONCEIÇÃO, Renaildo Santos da; PREIRA, Lara Barros; VEIGA, Artur José Pires. Análise da temperatura do ar, precipitação, evapotranspiração, déficit e excedente hídrico em Vitória Da Conquista – BA, de 1961 a 1990. *Geoaraguaia*. Barra do Garças-MT. V 6, n.1, p. 71 a 83. Janeiro/julho, 2016. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/>. Acessado em: 04 jan. 2022.

GUERRA, Antonio José Teixeira. O início do processo erosivo. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares da; BOTELHO, Rosangela Garrido Machado (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de base e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Encostas Urbanas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira. (Org.). **Geomorfologia Urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

IENSEN, Rosa Elaine. **Relação entre erosão e declividade e as consequências erosivas na área do morro Cerrito em Santa Maria – RS.** 2006. Monografia (Especialização em Geociência). Centro de Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências. UFSM, 2006. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2189/Iensen\\_Rosa\\_Elaine.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2189/Iensen_Rosa_Elaine.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acessado em 04 jan. 2022.

SILVA, José Borcacchiello da. Estatuto da cidade versos estatuto da cidade – Eis a questão. *In*: CARLOS, Ana Fani; LEMOS, Amélia Inês Geraiges. Org. **Dilemas Urbanos: novas abordagens sobre a cidade.** São Paulo: Contexto, 2003.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Tempos longos. tempos curtos... na análise da natureza. **GEOGRAFARES**, n° 3, jun. 2002. Disponível em: Acessado em 03 de jan. de 2022.

VIEIRA, Antonio Fábio Sabbá Guimarães. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM):** principais fatores controladores e impactos urbanos-ambientais. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia. UFSC, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91352>: Acessado em: 26 mar. 2019.

VIEIRA, Viviane Torres; CUNHA, Sandra Batista da. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). *In*: GUERRA, Antonio José Teixeira Guerra; CUNHA, Sandra Batista da. (Org.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

# CAPÍTULO 21

## IMPACTOS SOCIAIS CAUSADOS PELA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE EMPREENHIMENTOS DO SETOR DE ENERGIA EÓLICA: REVISÃO E ANÁLISE DE NÍVEL DE INTERESSE POR MEIO DE TREND DATA

**Marcos Guedes do Nascimento**  
**Bruno César Bezerra Nóbrega de Souza**  
**Raimundo Aprígio de Menezes Júnior**  
**Renan Aversari Câmara**  
**Pedro Henrique Soares Melo**  
**Vicente de Paula Sousa Júnior**

### RESUMO

A instalação de tecnologias para produção de energias alternativas trazem impactos positivos e negativos para a região. O objetivo deste trabalho é definir o nível de interesse em relação aos principais impactos associados à instalação e operação de parques eólicos a partir de buscas em dados contidos na TREND DATA pelo uso de software específico desenvolvido para este fim. Para tanto, inicialmente foi realizada consulta à base de pesquisa de periódicos da CAPES, para através de revisão acerca da literatura, elencar os principais impactos sociais relacionados à população e à sociedade associados à geração de energia por meio de turbinas eólicas, integrando as medidas de mitigação a serem utilizadas de acordo com cada classe apresentada no estudo. Baseando-se nos impactos, foram criados descritores relacionados a eles e através de pesquisa em bases de dados de TREND DATA no período de 2010 a 2020, pelo uso de inteligência cognitiva computacional aplicada sobre as informações nelas existentes, estabeleceu-se o nível de interesse em relação a cada descritor nas publicações textuais presentes nesta base de dados, permitindo a realização de uma ordenação estatística e consequente comparação dos dados. O resultado da pesquisa mostrou que primeiramente, a geração de emprego, e secundamente, o desenvolvimento de infraestrutura, foram os impactos sociais mais citados nos textos presentes na base de dados considerada, sendo o crescimento econômico e, principalmente, a disputa por terras, as temáticas menos comentadas nos textos associados ao setor de energia eólica, sugerindo que os dois primeiros assuntos parecem ser mais relevantes aos usuários da TREND, enquanto que os dois últimos temas estão associados a impactos sociais menos expressivos na construção e produção de usinas eólica, e por isso menos comentados em textos da área.

**PALAVRAS-CHAVES:** Parques Eólicos, Impactos Sociais, Big Data, Ciência de Dados.

### INTRODUÇÃO

A energia elétrica é ferramenta essencial para o desenvolvimento estratégico de qualquer nação (LIRA; MOITA NETO, 2013), uma vez que a indústria e o setor terciário necessitam desta para a produção e a realização das atividades inerentes a estes setores; além



disso, no âmbito social, a partir da energia elétrica a população ganha em qualidade de vida (saúde, transporte, habitação etc), com benefícios que só são possíveis graças à energia elétrica.

Na década de 1970, em razão da crise do petróleo, as grandes potências mundiais foram forçados a diversificar suas matrizes energéticas (LIRA *et al.*, 2017). Este período coincide com o início dos debates sobre a importância da conservação e preservação do meio ambiente. Atualmente, tal debate tem sido promovido com base nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS – estabelecidos pela Organização das Nações Unidas – ONU, sendo o sétimo destes objetivos, associados à geração de energia limpa e acessível (ONU, 2021).

O histórico brasileiro de geração de energia elétrica está pautado fundamentalmente no aproveitamento de seus recursos hídricos, porém, a energia gerada por meio das hidroelétricas, que é uma energia renovável sem emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE), apresenta diversos impactos ao meio ambiente, como por exemplo, aumento do número e da intensidade das inundações e destruição de habitats (REN21, 2018).

Nas duas últimas décadas, o Brasil apresentou dois importantes programas que proporcionaram incentivo à utilização de outras fontes de energias, o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios – PRODEEM e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (SOUSA JÚNIOR, 2020).

Contudo, além de saber das benéficas trazidas pela utilização de certa fonte de energia, é essencial observar os impactos negativos devido ao uso deste recurso, buscando com isto, estabelecer meios para mitigá-los. Segundo Watson e Hudson (2013), eram poucos os estudos que buscavam identificar e mensurar os impactos que parques eólicos trazem ao meio ambiente. Com o passar dos anos, porém, o número de pesquisas com este viés foi se intensificando, sendo possível elencar, inclusive, a classificação destes impactos por categorias.

No caso particular deste artigo, o objetivo é estabelecer uma ordenação estatística dos principais impactos sociais associados a energia eólica. Para se alcançar este objetivo, cabe (i) definir os impactos sociais por meio de busca bibliográfica realizada no portal de publicações de periódicos da CAPES; (ii) obter os dados de TREND DATA sobre impactos relacionados à população e à sociedade pelo emprego do software desenvolvido para este fim e; (iii) classificar por nível de interesse pelo uso de estatística descritiva, cada um destes impactos sociais associados à geração de energia por meio de turbinas eólicas.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Os empreendimentos de energia eólica são considerados de baixo impacto, todavia, no contexto brasileiro, desde a Resolução CONAMA 462/2014, há limitações locacionais impostas pela legislação, tais como a observação das formações dunares, do bioma da Mata Atlântica, dentre outros. Neste sentido, têm sido feitos estudos a partir de uma análise espacial e de critérios técnicos em ambiente Sistema de Informações Geográficas – SIG para estes tipos de empreendimentos, a exemplo dos que foram realizados por Sousa Júnior (2020), Watson e Hudson (2015) e Baban e Parry (2001). O Quadro 1 traz um resumo dos principais impactos sociais promovidos pela instalação de parques eólicos e respectivas medidas mitigatórias.

**Quadro 1:** Principais impactos sociais provenientes da energia eólica.

Tema	Impactos	Fase	Medidas mitigadoras
População e Sociedade	Interferência eletromagnética	Operação	Melhor diretividade de antenas receptoras.
	Geração de empregos	Construção e Operação	Programa de comunicação, capacitação da mão de obra local e realocação de trabalhadores.
	Desenvolvimento e Infraestrutura	Construção e Operação	Planejamento Administrativo e Urbano.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

## IMPACTOS SOCIAIS

Em se tratando de impactos sociais, percebe-se que estão relacionados ao bem estar da comunidade local de forma direta ou indireta. Com base em pesquisa realizada em diversos trabalhos contidos na plataforma CAPES sobre geração de energia por meio de turbinas eólicas, foi verificado que os principais impactos sociais são interferência eletromagnética de torres de sinais analógicos e digitais, geração de emprego, poluição sonora e visual, oscilação de sombras, perturbação no trânsito durante o transporte dos componentes dos aerogeradores, aumento na demanda por serviços e infraestrutura e elevação da dinâmica econômica (FREIBERG *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2019; LEITE, 2020; TOLMASQUIM, 2016).

De maneira direta, é possível ocorrer como impacto, a interferência eletromagnética de torres de sinais analógicos e digitais. O impacto no monitoramento climático, controle de tráfego aéreo e radares marítimos, sistemas de navegação de rádio e sinais de rádio e televisão

é passível de ser mitigado com o posicionamento melhor das antenas – diretividade da antena receptora (ANGULO *et al.*, 2014).

O *Office Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE)* e o *Interstate Renewable Energy Council (IREC)* realizam mapeamento dos perfis profissionais da cadeia de bens e serviços do setor eólico e solar, dividindo em segmentos. No setor eólico há: Desenvolvimento de Projeto; Manufatura; Construção e Montagem; Operação e Manutenção; e Ensino e Pesquisa. São 52 carreiras abrangidas por esses segmentos, desde engenheiros, técnicos, analistas ambientais, pesquisadores, advogados até trabalhadores da construção civil em geral (EERE, 2019). No Quadro 2 observa-se os tipos de empregos, volume de vagas geradas, localização de empregos gerados, natureza temporal e nível de especialização que o setor exige.

**Quadro 2:** Caracterização dos empregos no setor de energia eólica.

<b>Categoria</b>	<b>Volume de empregos</b>	<b>Localização dos empregos</b>	<b>Natureza temporal</b>	<b>Nível de especialização</b>
Desenvolvimento tecnológico	Médio	De local para não local	Estável	Muito Alta
Instalação e descomissionamento	Alto	De local para não local	Temporário	Alta
Operação e manutenção	Baixo	Local	Estável	Média

**Fonte:** SASTRESA *et al.*, 2022.

Os empregos a serem gerados por empreendimentos de energias eólicas exigem certo grau de qualificação. No Quadro 2 é demonstrado que o volume de empregos médio e alto são gerados, em parte, para mão-de-obra externa. Além disso, a maior quantidade dos empregos é temporária, por isso, a demanda de projetos deve ser constante para que se evitar gerar falsas expectativas à população.

No intuito de se aprimorar o entendimento sobre variáveis que influenciam determinado fenômeno, como o abrangido por este trabalho, pode-se utilizar da estatística descritiva, sendo possível estabelecer a partir da análise feita sob este viés, a mensuração de cada uma, sendo possível classificá-las quanto a relevância, seja pelo grau de influência no problema estudado ou pelo grau de interesse em relação a ele por parte de um público definido (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

A estatística descritiva é bastante usada em meio acadêmico, e consiste em analisar e descrever os dados, obtendo, organizando e representando em gráficos e tabelas, os fenômenos



observados (MANCUSO *et. al.*, 2018), e a partir das representações, é possível estabelecer conclusões a respeito das informações obtidas e relações entre os resultados de cada variável estudada. Atualmente, a ciência de dados tem sido empregada para auxiliar no tratamento de dados em vários estudos científicos, haja vista a possibilidade que ela fornece de se analisar uma enorme quantidade de informações de maneira simultânea e precisa, selecionando, associando e processando dados. As diversas linguagens computacionais permitem a criação de softwares para realização de determinadas atividades, suprimindo satisfatoriamente e eficientemente as pesquisas com viés descritivo (AMARAL, 2016; PORTO; ZIVIANE, 2014).

## **METODOLOGIA**

Este trabalho de pesquisa é essencialmente bibliográfico, cujos dados serão submetidos a uma análise descritiva. Para tanto, inicialmente foi acessado dados acadêmicos via sistema CAFE no Portal de Periódicos da Capes, a fim de se elencar e utilizar os principais artigos desta plataforma, relacionando os cinco principais temas de impactos sociais intrínsecos ao assunto energia eólica. Os filtros aplicados foram para trabalhos com revisão de pares do tipo de artigo.

Definidos os principais impactos sociais, foi relacionados descritores associados a eles e realizada uma análise descritiva sobre estes, pelo emprego de programação computacional em linguagem PYTHON, para mineração e compreensão das informações captadas na base de dados de TREND DATA de 2010 a 2020, considerando neste processo todos os textos da área de energia eólica que citassem no título, resumo ou texto propriamente dito, os descritores.

Finalmente, depois desta etapa, a partir do emprego de conhecimento de estatística descritiva, contabilizou-se a quantidade de textos que citavam cada descritor, mês a mês, e com a representação gráfica do primeiro, segundo e terceiro quartis, além dos pontos de máximo e mínimo, desconsiderando os outliers, além disso, como estes próprios pontos, ordenou-se estatisticamente os descritores

## **DISCUSSÃO E RESULTADOS**

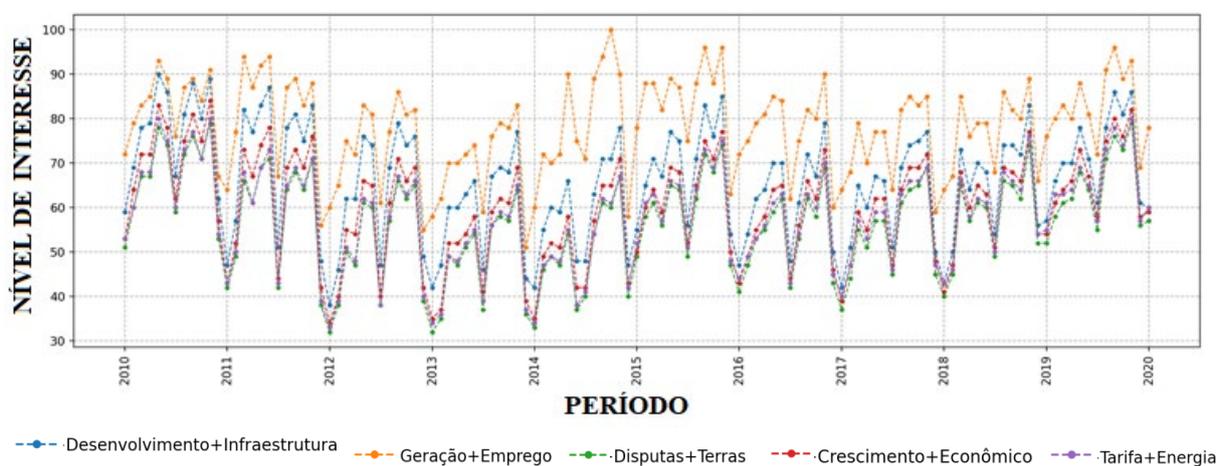
Os três principais impactos ambientais encontrados foram interferência eletromagnética em telecomunicação, geração de emprego e desenvolvimento e infraestrutura. Em concordância com estes impactos, foram criados cinco descritores, a saber: promoção de desenvolvimento e infraestrutura, aumento de geração de empregos, aumento de disputas de terras, promoção de crescimento econômico e aumento de tarifa de energia.

Observando dados de TREND DATA entre os anos de 2010 a 2020, foi possível traçar o primeiro gráfico (figura 1) que traz cinco curvas, que representa o número de textos contidos na base de dados considerada, o interesse com relação a cada descritor, onde o eixo das ordenadas traz o este número de produções textuais sobre energia eólica, nos quais aparece determinado descritor, estando o mês e o ano no qual a medida de determinado descritor foi realizada, está descrita no eixo das abcissas.

As curvas são diferentes quanto ao nível de interesse e em relação a cor. As curvas de cores laranja, azul, vermelha, roxa e verde dizem respeito a geração de empregos, desenvolvimento e infraestrutura, crescimento econômico, tarifa de energia e disputa por terras. O ponto em cada curva que se encontra destacado corresponde ao número de produções textuais na base de dados de TREND DATA, nas quais o descritor aparece em determinado mês do ano.

Analisando o gráfico da figura 1, nota-se que a geração de emprego é o descritor que aparece na maior quantidade de textos, entre os anos de 2010 e 2020, seguida de desenvolvimento e infraestrutura e crescimento econômico. Os descritores menos presentes nos textos da base de dados de TREND são tarifa de energia e disputa de terras, sendo este último o que menos vezes aparece.

**Figura 2:** Nível de interesse em relação a cinco impactos sociais relacionadas a instalação e geração de energia em parques eólicos considerando as bases de dados de TREND DATA entre os anos de 2010 e 2020.

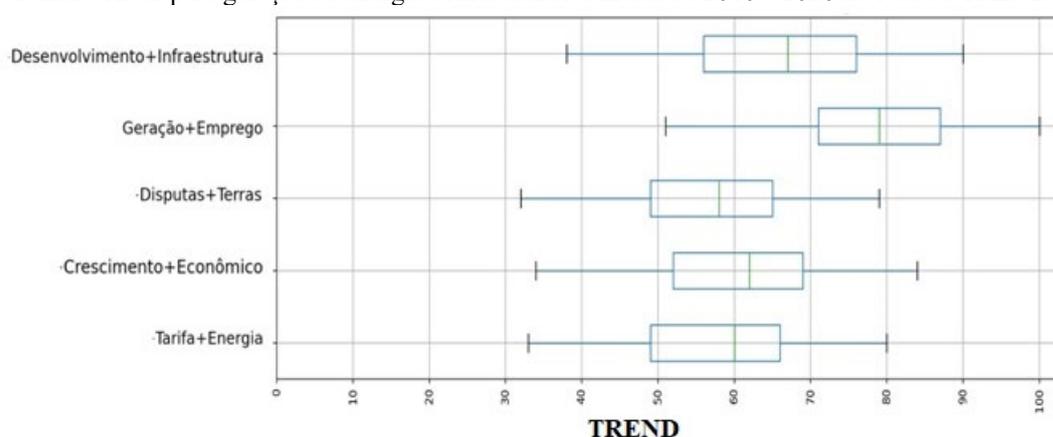


**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2022.

Os gráficos de box-plot da figura 3 correspondem a descritores aos impactos sociais, estando no eixo vertical os descritores e no eixo horizontal, os valores de média mensal deles entre 2010 e 2020. Ao observar estes gráficos, nota-se que cada um corresponde a certo

descriptor, mostrando o número médio de vezes que cada um aparece mensalmente nos textos sobre energia eólica contidos nas bases de dados de TREND (figura 2). É notório que se sobressai aos demais descritores, o tema geração de empregos, sugerindo que este é o impacto mais notado pelos produtores de texto na base de dados considerada. No restante das caixas de box-plot, fica confirmada as tendências observadas sobre os demais descritores em relação ao nível interesse do público em relação as estes temas, vindo em segundo lugar o descritor desenvolvimento e infraestrutura, seguido de crescimento econômico, tarifa de energia, e por último, disputa por terras.

**Figura 3:** Gráficos de box-plot referentes a cinco impactos sociais relacionadas à instalação e produção de turbinas eólicas para geração de energia considerando a média de 2010 a 2020 na base de TREND DATA.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi possível elencar os principais impactos sociais relacionados a área de energia eólicos e ordenar por análise descritiva dos dados, o grau de interesse em torno dos descritores associados aos impactos sociais encontrados, mostrando a importância de cada descritor dentro da base de dados considerada.

Definir estes impactos e ordenar a relevância dos descritores relacionados a eles, é basilar para definição de ações acertadas a serem tomadas com o propósito de dirimir impactos sociais nocivos à sociedade e maximizar aqueles que são positivos, os quais estão relacionados a instalação de parques eólicos para produção de energia elétrica.

Atualmente, é comum no universo acadêmico, a realização de estudos fundamentados em análise descritiva de dados pelo desenvolvimento e aplicação de softwares criados para as várias áreas de produção de energia renováveis, tais como energia eólica e solar, dentre outras.

No caso particular desta pesquisa, foi desenvolvido um software para este fim, e pelos resultados obtidos, o mesmo se mostrou eficiente para a ordenação estatística dos descritores.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, F. **Introdução à ciência de dados: mineração de dados e big data**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2016.

ANGULO, I. et al. **Impact analysis of wind farms on telecommunication services**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.32, p. 84-99, 2014.

BABAN, S. M. J.; PARRY, T. **Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK**. *Renewable Energy*. v. 24, 1. ed., p. 59-71, 2001.

COSTA, M. A. S. et al. **Impactos Socioeconômicos, Ambientais e Tecnológicos Causados pela Instalação dos Parques Eólicos no Ceará**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 3, p. 399-411, 2019.

EERE. **Wind career map**. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. Disponível em: <<https://www.energy.gov/eere/wind/wind-career-map>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com excel®, SPSS® e Stata®**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FREIBERG, A. et al. **Health effects of wind turbines on humans in residential settings: Results of a scoping review**. *Environmental research*, v. 169, p. 446-463, 2019.

LEITE, N. S. **Respostas de comunidades ao desenvolvimento da energia eólica no litoral do Ceará, Brasil**. 2019. 252 f. Tese de Doutorado em Geografia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

LIRA, M. A. T. et al. **Caracterização do Regime de Ventos no Piauí Para o Aproveitamento de Energia Eólica**. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v. 32, p. 77-88, 2017.

LIRA, M. A. T.; MOITA NETO, J. M. **Energia para o desenvolvimento: o cenário piauiense**. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 15, p. 104-111, 2013.

MANCUSO, A. C. B. et al. **Estatística Descritiva: Perguntas que você sempre quis fazer, mas nunca teve coragem**. *Clinical & Biomedical Research*, v. 38, n. 4, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

PORTO, F., ZIVIANI, A. **Ciência de dados**. III Seminário de Grandes Desafios da Computação no Brasil, Rio de Janeiro, 2017.



REN21. **Renewables 2018 Global Status Report**. Disponível em: <[http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652\\_GSR2018\\_FullReport\\_web\\_final\\_.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2021.

SOUSA JÚNIOR, V. P. **Viabilidade de implantação de parques eólicos e usinas solares no Piauí**. 136 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. Empresa de Pesquisa Energética (EPE). 2016. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/livro-sobre-energia-renovavel-hidraulica-biomassa-eolica-solar-oceanica>>. Acesso em: 07 jul. 2021.

WATSON, J. J. W.; HUDSON, M. D. **Regional Scale wind farm and solar farm suitability assessment using GIS-assisted multi-criteria evaluation**. *Landscape and Urban Planning*, v. 138, p. 20-31, 2015.

# CAPÍTULO 22

## IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO DE EMPREENHIMENTOS DO SETOR DE ENERGIA EÓLICA: REVISÃO E ANÁLISE DE NÍVEL DE INTERESSE POR MEIO DE TREND DATA

**Marcos Guedes do Nascimento**  
**Bruno César Bezerra Nóbrega de Souza**  
**Raimundo Aprígio de Menezes Júnior**  
**Renan Aversari Câmara**  
**Juliano Sebastião Gonçalves Pereira**  
**Marcel Miranda de Medeiros Silva**  
**Rômulo Diniz Araújo**  
**Rubem Alves de Lima**

### RESUMO

A instalação e produção de energia por meio de aerogeradores geram impactos ao meio ambiente. Frente a esta realidade, esta pesquisa tem como objetivo expressar o grau de importância em relação aos principais impactos associados à energia eólica, considerando a base de dados de TREND DATA. Par isso, inicialmente foi utilizado o método de revisão integrativa, para reunir bibliografia basilar ao levantamento dos principais impactos ambientais dentro do contexto da pesquisa presentes na literatura, através de pesquisas nas bases de dados ScienceDirect, Scopus e Engineering Village, utilizando como palavra-chave a expressão “wind farm and impact”, considerando textos escritos de 2016 a 2021. Ao serem definidos os cinco impactos, foram associados a eles, cinco descritores que retratam a todos e, pelo uso de software específico desenvolvido a partir de programação computacional feita na linguagem PYTHON, foi feita pesquisas nas bases de dados de TREND DATA, em textos produzidos de 2010 a 2020, e pela utilização de inteligência cognitiva computacional aplicada sobre as informações, foi possível constituir o número de textos por mês e por ano que tratam sobre energia eólica e expressam cada determinado descritor, além de efetuar a ordenação estatística e comparação dos dados. O resultado mostrou que o assunto poluição ambiental apareceu mais vez, sugerindo ser o mais relevante para os usuários, uma vez que é o mais lembrado pelos usuários, seguido de morte de animais e aves; em contrapartida, o tema desmatamento é o que menos aparece nos textos sobre energia eólica, dando a entender que é o impacto social menos expressivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Eólica. Impactos Ambientais. Big Data. Ciência de Dados.

### INTRODUÇÃO

A produção de energia limpa é um conceito dinâmico no qual novos procedimentos e tecnologias surgem constantemente, buscando métodos e práticas para prevenir danos ao meio ambiente (GIANNETTI et al. 2020). Metas de emissões e fatores econômicos cada vez mais rigorosos impulsionam o rápido crescimento na geração de energia renovável. Isso inclui a

energia eólica, que pode ser classificada como limpa e economicamente rentável (ALAMIR *et al.* 2019).

A capacidade instalada da energia eólica vem crescendo em todo o mundo. Até o final de 2019 a capacidade instalada desta energia foi superior a 651 GW, um aumento de 10 por cento em comparação com o ano de 2018 e de 412,28 por cento comparado com o ano de 2009 (GWEC, 2018; GWEC, 2019). A energia eólica se apresenta, no cenário de produção de energia limpa, como um plano alternativo às fontes não renováveis (de origem fóssil), colaborando para reduzir o efeito estufa e o aquecimento global, preservando ao mesmo tempo os recursos naturais do planeta (MONTEFUSCO; SANTOS; SANTOS, 2020).

Porém, este tipo de energia causa impactos ambientais associados, desde a fase da construção até a operação, dos quais se destacam: a interferência na flora e fauna por alteração da cobertura vegetal; interferência na fauna alada por colisão com pás dos aerogeradores; alteração na paisagem, produção de ruídos, poluição visual, dentre outros (COSTA *et al.*, 2019; LEITE, 2020; TOLMASQUIM, 2016).

Este trabalho tem como objetivo principal ordenar estatisticamente os principais impactos ambientais decorrentes da instalação e operação de turbinas eólicas para geração de energia. Para tanto, pretende-se: (i) revisar a literatura através de pesquisas em ferramentas de busca as bases ScienceDirect, Scopus e Engineering Village, através de palavras-chave, a fim de encontrar os cinco principais impactos ambientais produzidos pelos aerogeradores de parques eólicos; (ii) fazer o levantamento do nível de interesse entre os anos de 2010 a 2020, com relação aos cinco principais temas de impactos ambientais encontrados, determinado o número de textos que tratam sobre cada um destes impactos dentre as informações contidas em bases de dados de TREND DATA, pelo uso de software desenvolvido em linguagem PYTHON e; (iii) traçar os gráficos de tendência média de TREND DATA para todos os descritores e a ordenação estatística por meio de box-plot de cada descritor considerado, fazendo uma comparação entre os resultados obtidos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos autores afirmam que os impactos causados pela instalação e funcionamento de usinas eólicas podem ser divididos em dois grupos principais: (1) os que prejudicam os sistemas ecológicos, tais como desmatamento, poluição sonora e visual, prejudicando a flora, a fauna e o habitat local (WU *et al.*, 2020); e (2) os impactos sociais que afetam diretamente a qualidade

de vida da comunidade, tais como crescimento econômico, infraestrutura, geração de emprego, disputa por terras e aumento de tarifa de energia. oscilação de sombras ou impactos visuais (FREIBERG *et al.*, 2019). Serão estudados nesta pesquisa os impactos relacionados ao primeiro grupo, que são os expressos no quadro 1, que mostra os principais impactos ambientais advindos da instalação e funcionamento de parques eólicos e medidas para mitigar estes impactos.

**Quadro 1:** Principais impactos ambientais associados à energia eólica.

<b>Tema</b>	<b>Impactos</b>	<b>Fase</b>	<b>Medidas mitigadoras</b>
Flora	Supressão da Vegetação (desmatamento)	Construção e Operação	Legislação e fiscalização
Fauna	Morte de Aves	Operação	Evitar rotas migratórias, radar de detecção de aves e ultrassons.
	Morte de Morcegos		
Poluição	Visual	Operação	Melhor alternativa locacional
	Sonora		

**Fonte:** Autoria própria, 2022.

## IMPACTOS AO HABITAT, À FAUNA E À FLORA

Um dos impactos ambientais é a supressão da vegetação em razão da instalação de parques solares, bem como devido as limpezas ocasionando certas alterações que podem retirar do habitat natural espécies nativas. Estima-se que a metade do potencial eólico da região Nordeste (75.000 MW, ou 144,3 TWh/ano) esteja localizado em Áreas de Preservação Permanente (APPs) em função da existência de dunas, por isso a instalação de turbinas eólicas nesta região é uma ameaça real a flora local, visto a fragilidade deste terreno (BERMANN, 2008). Na amazônia equatoriana, uma das razões da intensificação do desmatamento tem sido as turbinas eólicas, cujas pás apresentam até 100 metros de comprimento, que com estas dimensões ocupam cerca 150 metros cúbicos de madeira cada uma.

A morte de animais em decorrência do funcionamento das turbinas eólicas para geração de energia promove desequilíbrio à fauna na região, trazendo prejuízo a comunidade e ao ambiente. Ainda assim, a média do número de aves mortas pela fonte eólica é de cerca de 0,269 por GWh produzido é menor que a média de mortes de aves causadas por fonte fóssil que chega

a ser de 5,18 mortes por GWh e que a média de mortes causadas por fonte nuclear, que é de 0,416 mortes por GWh (SOVACOOOL, 2009).

Pesquisas voltadas ao estudo dos principais impactos associados à localização de parques eólicos, constataram que a consequência que traz mais danos a regiões onde estes parques estão instalados, é a poluição visual (BABAN; PARRY, 2001; RODRIGUES; MONTAÑÉS; FUEYO, 2010). O impacto visual causado por empreendimentos que apresentam grandes penetrações de tecnologias renováveis, sobretudo a energia eólica, é significativo, trazendo prejuízos ao paisagismo da região, além de impactar diretamente a flora e a fauna.

A fauna local pode ser afetada ainda pelo ruído provocado pelas hélices das turbinas eólicas, elevando o índice de mortalidade, lesões físicas, danos auditivos, estresses fisiológicos, mascaramento acústico e respostas comportamentais adaptativas. Dentre os impactos que mais se destacam, a atividade do bate-estaca (pile driving), utilizada durante a implantação de parques eólicos offshore, demonstrou um aumento de 46% entre os anos de 2015 e 2017.

O impacto de ruídos provenientes da atividade ou construção de parques eólicos não é totalmente conhecido e nem sempre é evidente. Em um estudo envolvendo sete espécies de peixes-chato, notou-se que o solha-de-inverno (*Pseudopleuronectes americanus*) apresentou diferença na abundância nas áreas estudadas, sendo esta abundância baixa durante o período de atividade de cravação de estacas (pile driving) e abundância mais alta durante o período de instalação de cabos; entretanto, nas demais espécies de peixes estudados, não houve diferenças significativas na abundância durante o período estudado (WILBER; CAREY; GRIFFIN, 2018).

Em estudo envolvendo o peixe-leite (*Chanos chanos*), indivíduos foram expostos a simulações de ruídos baixos elevados, comparados ao grupo de controle (WEI *et al.*, 2018). Observou-se que os peixes expostos a níveis mais altos de ruídos apresentaram maiores níveis de cortisol plasmático nas primeiras 24 horas, além dos níveis de proteína reguladora aguda esteroidogênica e proteína hsd11b2, induzindo estresse crônico nos peixes-leite, influenciando a alocação de energia a longo prazo e redução da aptidão.

Em parques eólicos off-shore há ainda, a perfuração do assoalho marinho por estacas de impacto (pile driving), o que pode provocar a evasão nas regiões de parques eólicos em construção ou operação, levando a um aumento no tempo gasto no deslocamento de habitats importantes. Russell *et al.* (2016) demonstraram que o uso de áreas onde há atividade de



perfuração por estacas pela foca portuária (*Phoca vitulina*) é afetado com bastante significância em distâncias de até 25 km do centro da atividade, com diminuição de até 83% no uso, quando comparado aos momentos em que a atividade era cessada. Ruídos subaquáticos podem causar perda de audição e estresse em teleósteos, embora os efeitos fisiológicos a longo prazo de ruídos baixos, mas contínuos, em peixes sejam pouco compreendidos.

Seguindo o mesmo método, Chang *et. al.* (2018) observaram os efeitos a longo prazo de ruído subaquático em sargos-japoneses (*Acanthopagrus schlegelii*) e, diferente do trabalho anterior, não foram encontradas diferenças significativas nos níveis de cortisol plasmático, no entanto, os peixes sob estresse de altos ruídos apresentaram maiores níveis de produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), indicando estresse oxidativo celular.

O impacto dos ruídos de parques eólicos on-shore sobre a fauna terrestre são pouco reconhecidos e essa escassez de conhecimento se torna desvantajosa. Em estudo de caso com hamster europeu (*Cricetus cricetus*), não foram encontradas evidências de fragmentação de habitat nem de alteração na distribuição espacial desses roedores independente da distância das torres aerogeradoras em que suas tocas se encontravam (ŁOPUCKI; PERZANOWSKI, 2018). Apesar disso, indivíduos de texugo-europeu (*Meles meles*) capturados próximos aos parques eólicos apresentaram níveis de cortisol 264% maiores quando comparados aos texugos-europeus que vivem a 10 km dos parques eólicos. Esses altos níveis de cortisol podem afetar negativamente o sistema imunológico desses animais, aumentando o risco de infecção e doenças na população (AGNEW; SMITH; FOWKES, 2016).

No que concerne às aves, a implantação e funcionamento de parques eólicos em área terrestre têm afetado as populações próximas, seja pela colisão com os aerogeradores, perda de habitat, efeitos indiretos de redução no sucesso reprodutivo e efeito barreira, no entanto, as consequências da poluição sonora têm sido negligenciadas. Em estudo comportamental de lavercas (*Alauda arvensis*), constatou-se que a vocalização dos machos que se encontravam próximo às turbinas eólicas em funcionamento se deu em frequências mais elevadas, quando comparadas com as aves que vocalizaram em local de controle ou próximo a turbinas inoperantes, isso indica uma deterioração significativa do ambiente acústico, impactando diretamente no sucesso reprodutivo da espécie e no aumento do gasto energético (SZYMAŃSKI *et al.*, 2017).



Na mesma linha, o robin-europeu (*Erithacus rubecula*), na presença dos ruídos de aerogeradores, reduziram significativamente o uso de vocalizações de baixa frequência durante simulações de intrusos, indicando uma resposta aquém do esperado do sinal de defesa territorial. Há duas hipóteses levantadas no estudo: (1) as aves podem ter sacrificado a eficácia do sinal para sua detecção devido ao efeito de mascaramento acústico provocado pelos ruídos dos aerogeradores ou (2) as aves podem ter interpretado a intrusão simulada como menos ameaçadora ou agressiva do que em condições silenciosas, em ambos os casos o resultado leva à uma baixa na capacidade de responder a um rival, aumentando o gasto energético e risco de lesões, culminando na redução do sucesso reprodutivo (ZWART *et al.*, 2016).

Para compreender e relacionar variáveis decorrente de certo evento, uma das formas de medir a relevância de cada uma é estabelecer um método de análise por meio de estatística descritiva, elencando em ordem estatística o interesse de certo público, por meio da definição do número de textos em que cada uma destas variáveis são citadas. Uma das formas de representar isto, por exemplo, e bastante empregada no meio acadêmico, é a representação por nuvens de palavras, na qual quanto maior a fonte da palavra, em mais textos ela aparece, se comparado as palavras que aparecem em tamanho menor (PRAIS; ROSA, 2017; VILELA; RIBEIRO; BATISTA, 2020).

Uma forma de fazer este levantamento de maneira mais completa é com o emprego de ferramentas estatísticas. Para tanto, um dos tipos de estatística mais empregado é a descritiva, que consiste em um ramo da matemática que apresenta técnicas originais de coleta, apresentação e interpretação adequada de conjuntos de dados, com a preocupação fundamental de descrever os dados (REIS; REIS, 2002). Com os dados em mãos, é possível traçar gráficos de barra para cada variável com relação a quantidade de textos em que esta palavra é utilizada dentro de um determinado período de tempo, tornando viável a comparação entre elas quanto ao grau de nível de interesse em relação a cada uma.

Para se atingir uma vasta gama de informações, são bastante utilizados os conhecimentos relacionados à ciência de dados, pelo emprego de mineração de dados pelo uso de estratégias associadas à inteligência cognitiva (RAUTENBERG; CARMO, 2019). A ciência de dados dedica-se a preparar informações a serem analisadas, realizando processos de selecionamento, associação e manipulação de dados. Para realização de análises avançadas e abrangentes, é comum se optar pelo desenvolvimento de softwares específicos, a partir de

linguagens computacionais, de modo a atender as peculiaridades da pesquisa que se pretende desenvolver (AMARAL, 2016).

## METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa essencialmente bibliográfica, e durante a sua realização, foram feitos levantamentos nas bases ScienceDirect, Scopus e Engineering Village. Definiu-se como critérios de inclusão artigos originais publicados nessas bases entre os anos de 2016 e 2021. A pesquisa recuperou 51 resultados na base ScienceDirect, 88 na Scopus e 56 na Engineering Village, totalizando 195 artigos, todos na língua inglesa. O processo de filtragem dos dados foi realizado conforme as etapas descritas na figura 1.

**Figura 1:** Etapas de busca e critérios de filtragem dos trabalhos.



**Fonte:** Autoria própria, 2022.

Esta primeira parte do trabalho serviu para definirmos quais os principais impactos ambientais dentre as bases de dados consideradas. Tendo concluída esta primeira fase, definiu-se com base nos principais impactos elencados, descritores relacionados a estes realizando a partir de então, uma análise descritiva pelo emprego de programação computacional em linguagem PYTHON. Para o levantamento de dados, optou-se por acessar a base de dados de TREND DATA e ordenar estatisticamente os descritores.

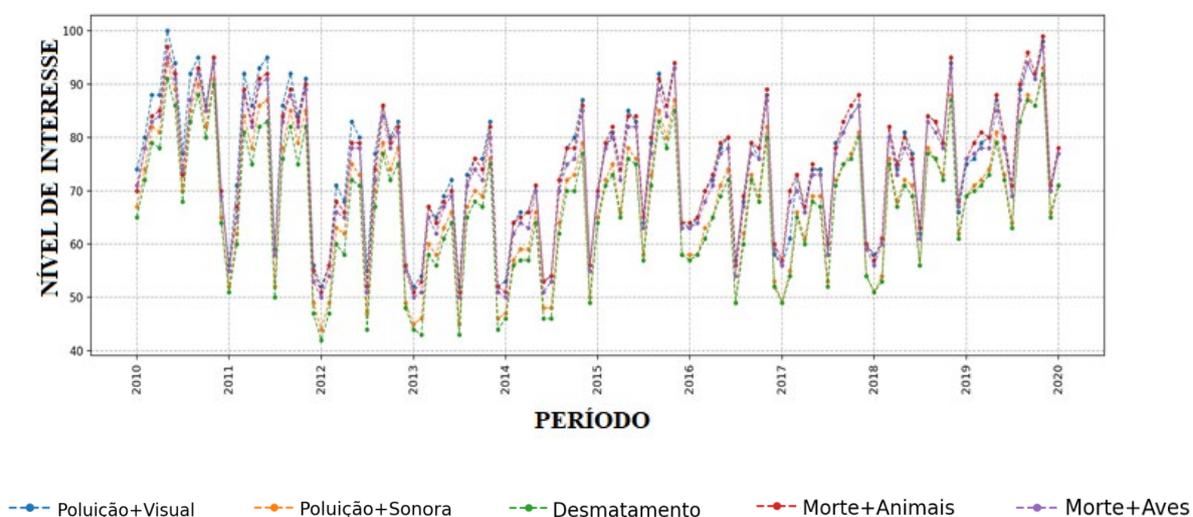
## DISCUSSÕES E RESULTADOS

Os cinco impactos ambientais tomados como detectores foram: aumento de poluição visual, aumento de poluição sonora, aumento do desmatamento, aumento de mortes de animais e aumento de morte de aves. Considerando os dados de TREND DATA entre os anos de 2010 a 2020, foi possível traçar o primeiro gráfico (figura 2) que traz cinco curvas, cada qual referente ao nível de interesse do público considerado na rede mundial de computadores com relação a cada um dos descritores, estando este nível de interesse expresso no eixo das ordenadas, enquanto que o eixo das abcissas se refere ao ano no qual foi considerado a medida de determinado descrito.

Cada curva se difere da outra, tanto em relação ao grau de sugestividade, quanto em relação a cor. As curvas de cores azul, laranja, verde, vermelha e roxa representam, respectivamente, o aumento de poluição visual, o aumento de poluição sonora, o aumento do desmatamento, o aumento de mortes de animais e o aumento de morte de aves. Cada ponto destacado na curva, diz respeito a quantidade de textos encontrados na rede, dentro do universo de informações de TREND DATA, nos quais aparecem o referido descritor em um certo mês do ano considerado. Sendo assim, o quarto ponto da curva azul, por exemplo, mostra que no quarto mês do ano de 2010, houve cerca de 100 textos dentre os diversos contidos na TREND DATA inseridos na rede naquele mês, nos quais aparecem o assunto “energia eólica aumento poluição visual”.

Comparando os descritores entre si, é possível perceber que, em geral, a poluição visual apresentou-se como o assunto presente em maior quantidade de textos tema dentre os principais impactos ambientais, entre os anos de 2010 e 2016; durante este mesmo período, veio em seguida, o tema sobre mortes de animais, seguido de morte de aves, poluição sonora e desmatamento, sendo este último o que aparece menos vezes nos textos contidos em TREND DATA. A partir de 2017, os temas acerca de morte de animais e morte de aves, nesta ordem, passam a apresentar-se em maior número de textos que os demais impactos ambientais, sendo seguidos ordenadamente, pelos tema sobre aumento de poluição visual, poluição sonora e desmatamento.

**Figura 2:** Nível de interesse em relação a cinco impactos ambientais relacionadas a instalação e geração de energia em parques eólicos considerando as bases de dados de TREND DATA entre os anos de 2010 e 2020

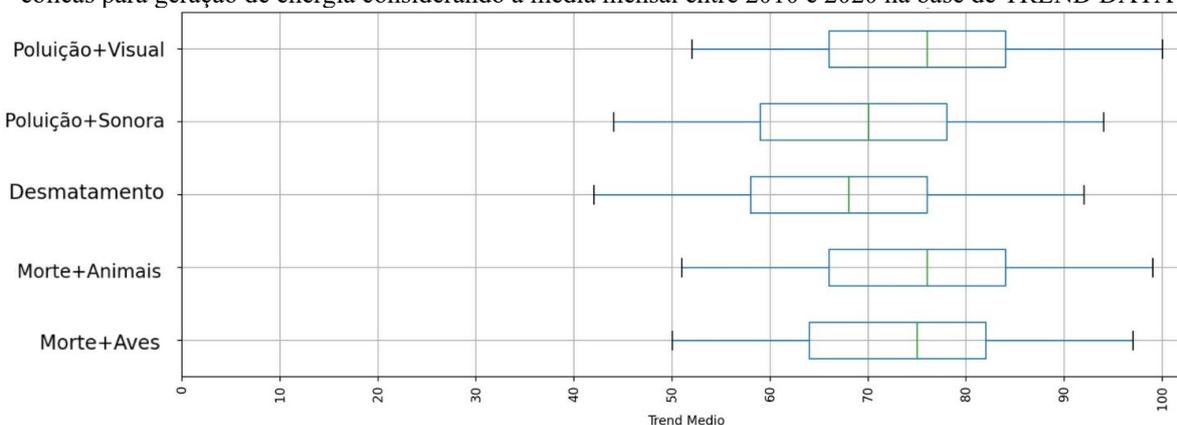


Fonte: Autoria própria, 2022.

Os gráficos de box-plot contidos na figura 3 são referentes aos cinco descritores associados aos impactos ambientais elencados, estando cada descritor expresso no eixo vertical. O eixo horizontal, por sua vez, expressa o valor da média mensal de cada um deles em relação aos 10 anos considerados.

Ao analisar cada gráfico destes, nota-se que o tema poluição visual aparece mais vezes que os demais, o que mostra que o mesmo é notado por mais usuários. A seguir, temos como destaques os assuntos “morte de animais” e “morte de aves”, os quais apresentam alto nível de interesse entre os produtores dos textos contidos na TREND DATA. Como quarta temática menos relevante dentre os dados pesquisados, aparece a poluição sonora, sendo o assunto desmatamento o que menos é manifesto nos textos contidos na base considerada.

**Figura 3:** Gráficos de box-plot referentes a impactos ambientais relacionadas à instalação e produção de turbinas eólicas para geração de energia considerando a média mensal entre 2010 e 2020 na base de TREND DATA



Fonte: Aatoria própria, 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo ora realizado, foi possível estabelecer não apenas os cinco principais impactos ambientais associados a área de produção energética em parques eólicos, mas também ordenar estatisticamente o grau de interesse em torno dos descritores associados aos impactos ambientais e estabelecer, ainda que de maneira sugestiva, por meio de estatística descritiva, a relevância de cada descritor na base de dados de TREND DATA.

Definir a relevância destes descritores é fundamental para se estabelecer prioridade nos investimentos para realização de medidas de mitigação dos diversos impactos ora considerados, são de vital importância tanto para os gestores da iniciativa privada, quanto para definição de políticas públicas por parte dos governos.

As inquietações que motivaram este trabalho nos levou a um resultado que mostra ser fundamental ser dada continuidade a estes estudos de estabelecimento de interesse nas diversas áreas de produção de energia renováveis pelas razões já expressas, podendo ser aplicada para a produção de energia solar, de biogás, dentre outras, podendo ser, inclusive adotada como medida definitiva para estabelecimento dos planos de ações nos diversos setores existentes nesta área de produção.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, F. **Introdução à ciência de dados: mineração de dados e big data**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, 2016.

AGNEW, R. C. N.; SMITH, V. J.; FOWKES, R. C. **Wind turbines cause chronic stress in badgers (*Meles meles*) in Great Britain**. *Journal of Wildlife Diseases*, v. 52, n. 3, p. 459–467, 2016.

ALAMIR, M. A. et al. **Subjective responses to wind farm noise: A review of laboratory listening test methods**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 114, p.109317, 2019.

BABAN, S. M. J.; PARRY, T. **Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK**. *Renewable Energy*. v. 24, n. 1, p. 59-71, 2001.

BERMANN, C. **Crise Ambiental e as energias renováveis**. *Ciência e cultura*, v. 60, n. 3, 2008.

CHANG, H. Y. et al. **The effects of continuous acoustic stress on ros levels and antioxidant-related gene expression in the black porgy (*Acanthopagrus schlegelii*)**. *Zoological Studies*, v. 57, n. 59, 2018.

COSTA, M. A. S. et al. **Impactos Socioeconômicos, Ambientais e Tecnológicos Causados pela Instalação dos Parques Eólicos no Ceará**. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 3, p. 399–411, 2019.

FREIBERG, A. et al. **Health effects of wind turbines on humans in residential settings: Results of a scoping review**. *Environmental research*, v. 169, p. 446-463, 2019.

GIANNETTI, B. F. et al. **Cleaner production for achieving the sustainable development goals**. *Journal of Cleaner Production*, v. 271, p. 122-127, 2020.

GWEC – Global Wind Energy Council, 2019. **Global Wind Report**. Annual Market Update 2018.

GWEC – Global Wind Energy Council, 2019. **Global Wind Report**. Annual Market Update 2019.

LEITE, N. S. **Respostas de comunidades ao desenvolvimento da energia eólica no litoral do Ceará, Brasil**. 2019. 252 f. (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

ŁOPUCKI, R.; PERZANOWSKI, K. **Effects of wind turbines on spatial distribution of the European hamster**. *Ecological Indicators*, v. 84, p. 433–436, 2018.

MONTEFUSCO, C.; SANTOS, M. J.; SANTOS, J. R. C. **Energia Eólica e ODS: uma análise dos níveis de evidência socioambiental no Rio Grande do Norte/Brasil**. *Desenvolvimento Socioeconômico em Debate*, v. 6, n. 3, p. 3–17, 2020.

PRAIS, J. L. S.; ROSA, V. F. **Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica**. *Nuances: estudos sobre Educação, Presidente Prudente – SP*, v. 28, n. 1, p. 201-219, 2017.

REIS, E. A.; REIS, I. A. **Análise Descritiva de Dados**. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Exatas. Departamento de Estatística. Belo Horizonte, 2002.

RODRIGUES, M.; MONTAÑÉS, C.; FUEYO, N. **A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities**. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 30, p. 240-246, 2010.

RUSSELL, D. J. F. et al. **Avoidance of wind farms by harbour seals is limited to piledriving activities**. *Journal of Applied Ecology*, v. 53, n. 6, p. 1642–1652, 2016.

SOVACOOOL, B. K. **Contextualizing avian mortality: A preliminary appraisal of bird and bat fatalities from wind, fossil fuel, and nuclear electricity**. *Energy Policy*, v.37, p. 2241-2248, 2009.

SZYMAŃSKI, P. et al. **The song of Skylarks *Alauda arvensis* indicates the deterioration of an acoustic environment resulting from wind farm start-up**. *Ibis*, v.159, n. 4, p. 769–777, 2017.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016.

VILELA, R. B., RIBEIRO, A., BATISTA, N. A. **Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: Uma aplicação aos desafios do mestrado profissional em ensino na saúde**. *Millenium*, v. 2, n. 11, 29-36, 2020.

WEI, C. A. et al. **The effects of continuously acoustical stress on cortisol in milkfish (*Chanos chanos*)**. *General and Comparative Endocrinology*, v. 257, n. 1, p. 227–234, 2018.

WILBER, D. H.; CAREY, D. A.; GRIFFIN, M. **Flatfish habitat use near North America's first offshore wind farm**. *Journal of Sea Research*, v. 139, p. 24–32, 2018.

WU, X. et al. **Optimal power dispatch strategy of onshore wind farms considering environmental impact**. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, v. 116, p. 105548, 2020.



WU, X. et al. **Optimizing the layout of onshore wind farms to minimize noise.** Applied Energy, v. 267, p. 114896, 2020.

ZWART, M. C. et al. **Wind farm noise suppresses territorial defense behavior in a songbird.** Behavioral Ecology, v. 27, n. 1, p. 101–108, 2016.

# CAPÍTULO 23

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ATMOSFÉRICA POR MEIO DA BIOMONITORAÇÃO COM BROMÉLIAS NO ASSENTAMENTO NATUBA, VITÓRIA DE SANTO ANTÃO, BRASIL

**Maria da Conceição Cavalcanti de Lira**  
**Mariana Luiza de Oliveira Santos Ramos**  
**Emerson Emiliano Gualberto de Farias**  
**Thiago Oliveira Santos**  
**Milena Tereza Torres do Couto**  
**Bianca Vitória dos Santos Alves**  
**Flávio de Araújo Wanderley**  
**Johnson Kleber da Silva**

### RESUMO

Os assentamentos agrícolas desempenham um papel social e econômico de extrema relevância, relacionadas com a manutenção de comunidades agrícolas, as quais dependem do cultivo agrícola familiar para se manterem. Contudo, as atividades agrícolas tradicionalmente praticadas podem contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas nos agricultores, assim como para os impactos ambientais provenientes do uso indiscriminado de fertilizantes químicos e pesticidas. Para analisar a saúde ambiental, faz-se necessário conhecer o perfil do ambiente a partir de estudos de matrizes ambientais. Este estudo foi desenvolvido no Assentamento Natuba, localizado no Município de Vitória de Santo Antão, Estado de Pernambuco. Foram realizadas quantificações de elementos químicos na matriz atmosfera do Assentamento Natuba a partir do emprego de bromélias epifíticas para a biomonitoração ativa. Na análise química da atmosfera, a técnica analítica utilizada foi EDXRF, a qual identificou os elementos químicos: Ca, Fe, K, Mg, Mn, Sr, Zn. De acordo com os resultados obtidos, depreende-se que a biomonitoração atmosférica foi enriquecedora para o conhecimento da distribuição de elementos químicos no Assentamento Natuba.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura. Elementos químicos. Biomonitoração. Atmosfera.

### INTRODUÇÃO

Os Assentamentos agrícolas exercem uma função social essencial devido à diversificação de produtos fornecidos, à inclusão social pelas oportunidades de trabalhos não especializados e à manutenção do trabalhador no campo. Mesmo com grandes dificuldades, a agricultura em nível familiar é mantida por gerações, sendo bastante característica no Assentamento Natuba, Vitória de Santo Antão, Pernambuco. A agricultura desenvolvida em assentamentos pode ser prejudicial para o trabalhador rural, visto que o modelo tradicional normalmente adotado pelos agricultores emprega fertilizantes químicos e pesticidas. Apesar

dos insumos agrícolas beneficiarem a agricultura, sua ampla utilização tem efeitos tóxicos à saúde humana devido às exposições ocupacionais e ambientais (SILVA et al., 2011).

Outrossim, a aplicação de agroquímicos também favorece o acúmulo de elementos químicos e/ou compostos tóxicos em níveis críticos nos compartimentos ecológicos. Como consequência, a disponibilidade de alguns elementos químicos como Mn, Pb e Zn, por exemplo, é aumentada nos compartimentos ambientais Atmosfera e Solo. A monitoração de poluição atmosférica, torna-se uma alternativa para controle da poluição por substâncias químicas na agricultura e agravos na saúde dos trabalhadores rurais (SILVA et al., 2011).

Destarte, observa-se que a matriz atmosfera é essencial para a garantia de qualidade ambiental segundo a Organização Pan Americana de Saúde - OPAS (2017). O avanço tecnológico mundial aumentou a quantidade e a variedade de poluentes atmosféricos, sendo a poluição do ar um dos maiores problemas de saúde pública, afetando a saúde dos seres humanos, animais e das plantas (DAPPER et al., 2016).

Desde então, a sociedade tem discutido mecanismos para reduzir poluentes atmosféricos em diferentes concentrações e sua relação com a morbimortalidade cardiorrespiratória (TADIELLO et al., 2014). Procura-se também aplicar ferramentas menos custosas de monitoração atmosférica em comparação com instrumentos mecânicos de monitoração de qualidade do ar. Para isso, a biomonitoração vem sendo utilizada com vantagens de redução de custo, possibilidade de monitoração de grandes áreas e facilidade nas análises, a qual pode ser realizada por meio da utilização de bromélias do gênero *Tillandsia*, *T. recurvata* (WOLTERBEEK, 2002).

O objetivo do estudo foi analisar o perfil químico da atmosfera do Assentamento Natuba, localizado no município de Vitória de Santo Antão, Estado de Pernambuco, Brasil, por meio da biomonitoração utilizando bromélias do gênero *Tillandsia*, *T. recurvata*.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

As atividades industriais e o aumento de veículos em todo o mundo são aspectos que influenciam e contribuem com a poluição atmosférica. Normalmente, o termo poluição é determinado àqueles fenômenos associados à atividade humana, denominado poluição antropogênica (DAPPER, 2016; TADIELLO et al., 2014). De acordo com a Resolução nº 3 de

1990 do CONAMA, um poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; e/ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (SIAM, 2014).

Os poluentes podem ser divididos em primários, que são adicionados diretamente à atmosfera como resultado de um determinado processo (poeira, fumaça, e uma variedade de produtos químicos tóxicos, como chumbo, mercúrio, cloreto de vinila e de monóxido de carbono), e secundários, formados na atmosfera, como resultado de 36 reações de poluentes primários entre si, ou com gases e vapores da atmosfera (MANAHAN, 2001).

A poluição atmosférica é capaz de provocar efeitos na saúde das pessoas, mesmo quando os poluentes se encontram abaixo dos níveis determinados pela legislação (AMÂNCIO; NASCIMENTO, 2014). Indivíduos que possuem problemas respiratórios também se tornam mais suscetíveis a sofrer com a elevação nos níveis de poluentes atmosféricos. Efeitos na saúde humana pela poluição do ar geram impactos negativos no que se refere à perspectiva econômica e social, diminuindo a produtividade agrícola, aumento de custos dos sistemas de saúde, maior vulnerabilidade das populações carentes pode ser vista como exemplos de problemas causados pela contaminação do ar (IEMA, 2017).

## BIOMONITORAÇÃO ATMOSFÉRICA

A monitoração da qualidade da atmosfera pode ser realizada pela coleta de material particulado em suspensão, precipitação e deposição atmosférica total ou pelo uso de biomonitores adequados (DAPPER et al., 2016). A biomonitoração pode ser definida como o uso de organismos para obter informações quantitativas relevantes sobre determinadas características da biosfera, acumuladas no tecido do organismo monitorado (denominados organismos bioacumuladores) (WOLTERBEEK, 2002).

A utilização de biomonitores é apropriada para a observação contínua de uma determinada área, cujos organismos captam as mudanças nas concentrações dos elementos químicos presentes na atmosfera, sendo eficiente para a monitoração de áreas extensas e por períodos longos (DAPPER, SPOHR, ZANINI, 2016). Projetos de biomonitoração podem ser passivos, quando os organismos se desenvolvem de forma natural no ambiente em estudo, ou ativos, quando são propositalmente introduzidos, controladamente. Apesar de alguns estudos



utilizarem animais, pesquisas utilizando plantas são muito mais frequentes, principalmente pela facilidade de cultivo e por motivos éticos associados ao sacrifício de animais (CARRERAS et al., 2009).

Plantas epífitas do gênero *Tillandsia* (Bromeliaceae) têm sido bastante utilizadas como organismos bioindicadores de qualidade ambiental, para captar mudanças nas concentrações de elementos químicos na atmosfera (VIANNA, 2011). Este gênero é formado por espécies que apresentam crescimento lento e com grande habilidade para obtenção de água e elementos químicos da atmosfera. Suas características morfológicas e fisiológicas permitem sua fixação em diferentes substratos de áreas urbanas (tais como fios elétricos, muros, telhados e árvores), permitindo sua ocorrência em praticamente toda uma área, pois além de assimilar água e nutrientes da atmosfera, acumulam poluentes (MERLO et al., 2011).

Dentre as espécies de bromélias atmosféricas do gênero *Tillandsia*, *T. recurvata* possui imensa capacidade de multiplicação, por possuir numerosas sementes e alta capacidade de germinação, o que facilita a colonização de novas áreas e de novas espécies hospedeiras (substratos). Cada semente possui uma pluma que se desenvolve externamente como uma fibra permitindo que, quando liberadas, as sementes sejam dispersas pelo vento ou por outros agentes, atingindo superfícies diversas (PIAZZETTA, 2015). Suas características permitem que a espécie retenha a poluição e metais presentes na água e nutrientes da atmosfera; consequentemente óxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, monóxido de carbono e outros poluentes presentes no ar também acabam sendo absorvidos durante o metabolismo da planta (PIAZZETA, 2015).

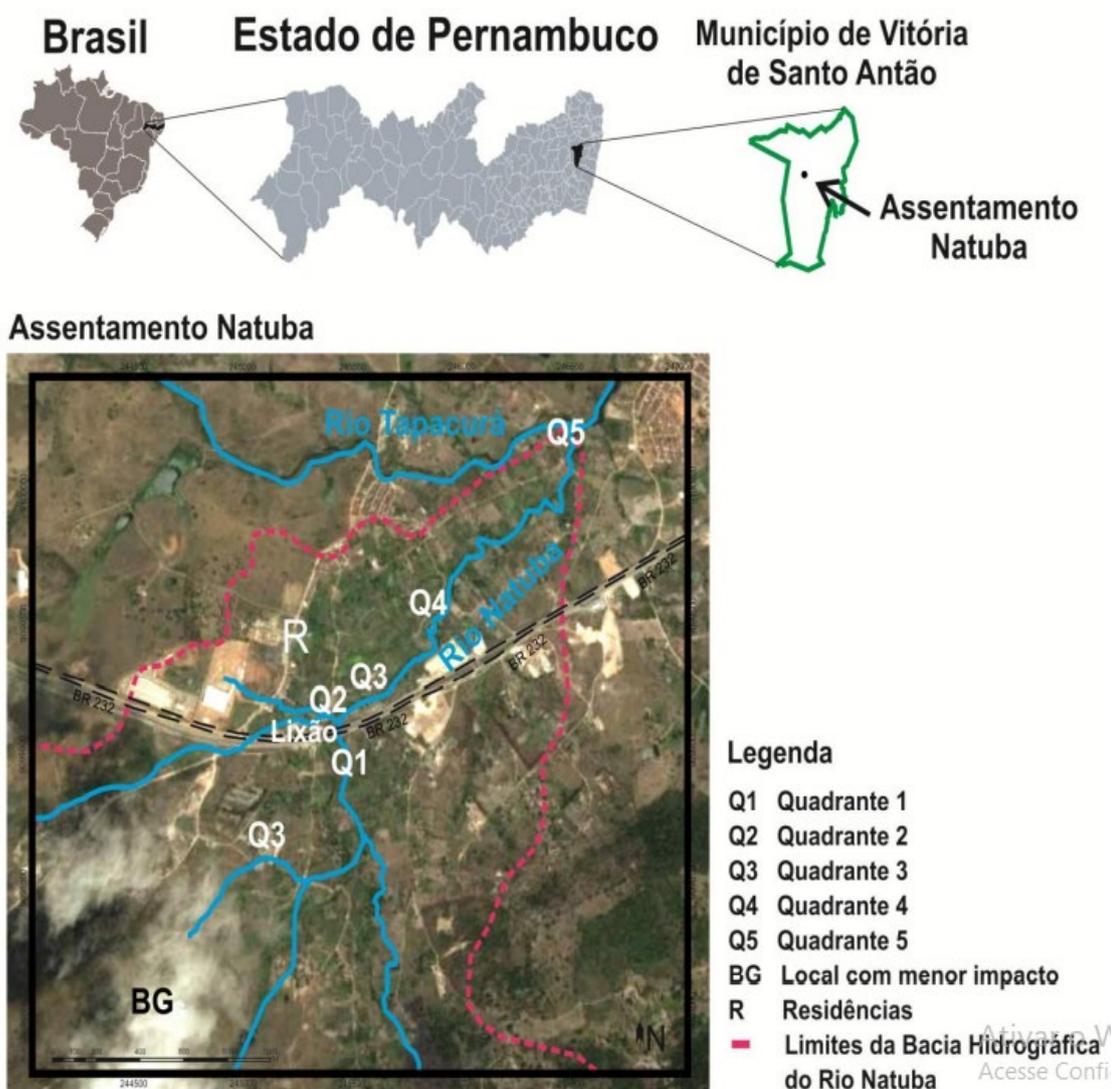
## **METODOLOGIA**

### **ÁREA DE ESTUDO**

O estudo foi realizado em Natuba, localizada no município de Vitória de Santo Antão que originalmente era coberta pela Floresta Tropical Úmida Atlântica, típica da Zona da Mata de Pernambuco. O assentamento está localizado na Zona da Mata de Pernambuco com coordenadas geográficas de 08°07'05" S de latitude e 35°17'29" W de longitude, distando 45 km de Recife. O clima da região é tropical com chuvas antecipadas de outono, apresentando precipitação média anual de 1.000 mm que se concentra no período de março a julho (outono-inverno) com temperatura média anual de 23,8°C variando entre a mínima de 19,3°C e a máxima de 30,9 °C (BRANDÃO, 2013).

Na Figura 1 está a localização do Assentamento Natuba no Município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil. Localização das residências dos agricultores, quadrantes e demais locais estudados.

**Figura 1:** Localização do Assentamento Natuba no Município de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil. Localização das residências dos agricultores, quadrantes e demais locais estudados.



Fonte: Adaptado de Oliveira (2014).

## ATMOSFERA

O estudo de biomonitoração foi idealizado para avaliar a distribuição de elementos químicos na atmosfera de modo a identificar locais com alta concentração de substâncias químicas no Assentamento Natuba.

## AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

As amostras de bromélias foram coletadas no município de Gravatá, em locais livres de fontes potenciais de poluentes atmosféricos e levados ao Serviço de Monitoração Ambiental para o Laboratório de Preparação de Amostras Biológicas. Inicialmente foram pinceladas superficialmente para retirada de fragmentos secos e reservadas em porções de 12 g, acondicionadas em bolsas de náilon com dimensões de 58 20 x 20 cm. A abertura das bolsas permitiu o contato dos biomonitores com o ar. Todas as amostras foram dispostas nas copas das árvores distribuídas nos 5 quadrantes do assentamento de Natuba em duplicata. Os biomonitores foram transplantados para os locais em junho de 2015 no Assentamento Natuba em duplicata, em todos os quadrantes estudados. Para a avaliação da condição atmosférica do assentamento, foram utilizados os valores basais de *T. recurvata*.

Após o período de exposição (seis meses) as amostras foram recolhidas para laboratório, no qual foram secas em estufa a 60°C até peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho de bolas com material de moagem confeccionado em coridon sinterizado para a redução do tamanho das partículas ( $\leq 0,5$  mm) e evitar contaminação por Cr, Fe e Ni. Após a homogeneização, as amostras foram separadas em porções testes de 0,5 g em cápsulas específicas para análise em Espectrometria de Fluorescência de Raios-X por Dispersão de Energia (EDXRF).

### EDXRF

Porções analíticas 0,5 g foram transferidas para recipientes de polietileno e vedadas com filme de polipropileno específico para análise. Porções-teste de 0,5 g do material de referência SRM 1547 Peach Leaves também foram analisadas para a 59 garantia da qualidade do procedimento analítico. O equipamento utilizado para análises por EDXRF foi o espectrômetro modelo EDX 720 da Shimadzu.

As análises foram realizadas em câmara com pressão menor que 30 Pa, com tempo de detecção de 100 segundos, e tempo morto de, no máximo, 35% para cada grupo analítico. As tensões utilizadas foram, respectivamente, 15 kV para elementos químicos de número atômico menor que 22, e 50 kV para os demais. Previamente às análises químicas, foi realizada a calibração em energia e resolução utilizando o padrão A-750, fornecido com o equipamento.

Esse padrão interno é formado por uma liga metálica composta por alumínio, estanho, magnésio, ferro e cobre, tornando possível a calibração em diversas regiões do espectro de raios-X. Como controle interno foi utilizado o padrão SUS, que é uma liga composta pelos elementos químicos Cr, Mn, Fe e Ni, também fornecido pelo fabricante, para averiguar se a calibração anteriormente realizada produziu resultados adequados. Materiais de referência certificados, produzidos pelo National Institute of Standard and Technology-NIST e pela Agência Internacional de Energia Atômica-IAEA, foram utilizados para a confecção da curva analítica. Detalhes do procedimento analítico podem ser consultados em Fernández et al. (2017).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **QUALIDADE ATMOSFÉRICA**

Embora não tenham sido determinados Cd e Sb nos organismos biomonitores expostos no Assentamento Natuba, foi possível avaliar com a aplicação de EDXRF a qualidade atmosférica do assentamento, comparando-se com os valores basais de *T. recurvata*. No assentamento de Natuba, os agricultores estão expostos à poluição atmosférica relacionada à queima de lixo do aterro a céu aberto, localizado às margens da BR-232, influenciando na deposição de material particulado nas residências e exposição dos indivíduos.

Os resultados obtidos foram normalizados a partir dos resultados das concentrações dos elementos químicos obtidos nas amostras de bromélias utilizadas como biomonitores na área estudada. A Figura 18 mostra a distribuição dos fatores de enriquecimento nos quadrantes do Assentamento de Natuba para os elementos químicos Al, Ca, K, Fe, Mg, Mn, P, Sr e Zn passíveis de quantificação por EDXRF.

A identificação de elementos químicos na atmosfera é um possível indicador de saúde ambiental, ajudando a mapear as fontes poluentes e seus tipos. De acordo com a análise do fator de enriquecimento dos elementos químicos, Fe e Zn apresentaram maiores concentrações no quadrante II do Assentamento Natuba, sendo este quadrante o mais próximo das fontes de poluentes primários (rodovia com alto fluxo de veículos e ao Aterro a céu aberto, que realiza queima de lixo). Os elementos químicos Fe e Zn podem estar associados à suspensão de particulados do solo, que sofre deposição da influência da combustão dos veículos (HABERMANN et al., 2011).

A atmosfera do Quadrante IV foi enriquecida por Sr, que associado ao fato de que Ca não foi enriquecido nesse quadrante, aponta para uma fonte pontual de Sr. Ao comparar as concentrações dos elementos químicos quantificados nas amostras de *T. recurvata* colocadas no Assentamento Natuba com as concentrações obtidas por meio da exposição de biomonitores da mesma espécie na Região Metropolitana do Recife (RMR), analisadas por Santos (2016), observou-se que as concentrações máximas da RMR diferiram significativamente, indicando bons níveis de qualidade atmosférica para o Assentamento Natuba. Para K, os valores encontrados foram superiores aos determinados na RMR, provavelmente associados à utilização de queima de restos de vegetais para o manejo agrícola.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa identificou possíveis impactos dos elementos químicos na saúde dos trabalhadores rurais do Assentamento Natuba, associando com fonte oriunda da atmosfera. Este resultado pode ser considerado um ponto de partida para a monitoração desta matriz e, conseqüentemente, implementação de monitoração contínua ambiental e inquéritos ambientais para a redução de riscos diretos e indiretos na saúde pública. A pesquisa também trouxe ineditismo ao estudar as características do ambiente de uma população de agricultores familiares, a área ambiental de moradia e de atividade laboral e a distribuição de elementos químicos na atmosfera do Assentamento Natuba.

### REFERÊNCIAS

AMÂNCIO, T. C.; NASCIMENTO, C. F. L. Poluição ambiental e óbitos devido a acidente vasculo encefálico em uma cidade com baixos níveis de poluentes: estudo ecológico de séries temporais. **São Paulo Medical Journal**, v. 132, 2014.

BRANDÃO, S. V. **Arranjo produtivo agrícola em natuba** - Vitória de Santo Antão/PE: análise de potencialidades e fatores de risco para a sustentabilidade do desenvolvimento local. 2013. Dissertação: Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável, Universidade de Pernambuco, Recife.

CARRERAS, H. A.; RODRIGUEZ, J. H.; GONZALEZ, C. M.; WANNAZ, E. D.; FERREYRA, F. G.; PERES, C. A.; PIGNATA, M. L. Assessment of the relationship between total suspended particles and the response of two biological indicators transplanted to an urban area in central Argentina. **Atmospheric Environment**, v. 43, p. 2944-2949, 2009.

DAPPER, S. N.; SPOHR, C.; ZANINI, R. R. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. **Estud. Av. São Paulo**, v. 30, p. 83-97, 2016.

HABERMANN, M.; MEDEIROS, A. P. P.; GOUVEIA, N. Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 14, p. 120-130, 2011.

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. Disponível em: <http://energiaambiente.org.br/>. Acesso em: 21 de maio de 2017.

MANAHAN, S. E. **Fundamentals of Environmental chemistry: The atmosphere and atmospheric chemistry**, 2001.

MERLO, C.; ABRIL, A.; AMÉ, M. V.; ARGUELLO, G. A. Integral assessment of pollution in the Suquia River (Córdoba, Argentina) as a contribution to lotic ecosystem restoration programs. **Science of the Total Environment**, v. 409, p. 5034-5045, 2011.

PIAZZETTA, K. D. **Avaliação do potencial de Tillandsia recurvata (L.) L., Bromeliaceae, como bioindicadora da poluição atmosférica urbana**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SANTOS, T.O. **Biomonitoração da Qualidade do Ar Na Região Metropolitana do Recife**. Tese de doutorado, UFPE, p. 57-57, 2016.

SIAM, Sistema Integrado de Informação Ambiental. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. 2014. Disponível em: 101 <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=41>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2014.

SILVA, D. R. O.; AVILA, L. A.; AGOSTINETTO, D.; BUNDT, A. D. C. Ocorrência de agrotóxicos em águas subterrâneas de áreas adjacentes a lavouras de arroz irrigado. **Química Nova**, v. 34, p. 748-752, 2011.

TADIELLO, R. B.; COSTA, A. B.; ALCAYAGA, E. L.; PUTZKE, J. Utilização Da Tillandsia Aeranthos como Bioindicador de poluição atmosférica, Santa Cruz Do Sul, Brasil. **Revista Tecnológica**, v. 23, p. 85-98, 2014.

VIANNA, N. A. Assessment of heavy metals in the particulate matter of two Brazilian metropolitan areas by using Tillandsia usneoides as atmospheric biomonitor. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 18, p. 416-427, 2011.

WOLTERBEEK, H. T. H. Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. **Environ. Pollut**, v. 120, p. 11-21, 2002.

# CAPÍTULO 24

## ENSINANDO E APRENDENDO BOTÂNICA ATRAVÉS DO REGISTRO FOTOGRAFICO E DE AULA PRÁTICA

**Maria Aparecida Pessoa Vasconcelos**  
**Maria do Socorro Souto Braz**  
**Maria Eduarda da Silva Santos**  
**Maria Clara Nascimento dos Santos**

### RESUMO

Botânica é a ciência responsável por estudar as plantas e as algas, cuja importância é primordial para a manutenção da vida. Porém, ao analisar o ensino de botânica, nota-se a predominância de aulas monótonas, descritivas e tradicionais, dificultando a aprendizagem e fortalecendo a cegueira botânica no ambiente escolar. Nesse sentido, essa pesquisa teve como analisar e identificar as características botânicas vegetativas e reprodutivas de cinco espécies de plantas frutíferas observadas em condições de campo sendo registradas através de registro fotográfico para trabalhar como estratégia pedagógica nas aulas de botânica em uma turma do Ensino Médio. Neste contexto, realizou-se uma pesquisa em condições de campo no Sítio Lério de Cima, localizado na cidade de Surubim-PE, para analisar as características botânicas vegetativas e reprodutivas de cinco espécies de plantas frutíferas *Anacardium occidentale* L (caju), *Spondias tuberosa* Arr.Cam. (umbu), *Spondias purpurea* L.(seriguela), *Citrus* sp. (laranja) e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba) registrando através de registros fotográficos. Posteriormente, elaborou-se estratégias pedagógicas com intuito de vivenciá-las com os 27 alunos de uma turma do 2º ano do Ensino Médio em uma escola da Rede Estadual de Pernambuco, situada no município de Surubim/PE. Após as observações e descrições, realizou-se a exposição dos resultados da pesquisa de campo juntamente com as informações botânicas e as fotografias das espécies. Constatou-se que as estratégias pedagógicas permitiram que os estudantes compreendessem a importância da botânica através do uso de metodologias diferenciadas que fogem do padrão das aulas tradicionais. Conclui-se, destacando-se que, ao final desta pesquisa, observou-se que a utilização de estratégias pedagógicas diferenciadas proporcionou aprendizagem significativa no ensino dos conteúdos de botânica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prática de Ensino.Pesquisa de Campo.Plantas.Registros Fotográficos. Frutíferas.

### INTRODUÇÃO

Botânica é a ciência responsável por estudar as plantas e as algas, cuja importância é primordial para a manutenção da vida, visto que estão presentes na alimentação humana, nas paisagens e nos fármacos. No entanto, de acordo com Salantino e Buckeridge (2016) esses vegetais são quase imperceptíveis para os indivíduos, e como consequência, surge o termo

cegueira botânica para explicar a incapacidade de reconhecer a importância das plantas presentes no cotidiano.

Nesta perspectiva, ao analisar o ensino de botânica, nota-se a predominância de aulas monótonas, descritivas e tradicionais, dificultando a aprendizagem e fortalecendo a cegueira botânica no ambiente escolar. Além disso, há a abordagem de termos específicos, desconexos com a realidade dos estudantes, aumentando o desinteresse por esta área da biologia.

Neste contexto, visando a abordagem dos conteúdos de botânica na educação básica de uma maneira lúdica e atrativa, existem recursos pedagógicos que podem ser incluídos na metodologia de ensino do educador com objetivo de facilitar o processo de ensino-aprendizagem, como por exemplo as aulas expositivas dialogadas, as aulas práticas, os registros fotográficos.

Prosseguem, Borges et al. (2019, p.3) destacando que:

As aulas práticas, como método didático, são decisivas para o aprendizado das Ciências, pois contribuem para a formação científica, tendo em vista que aguça a observação, manipulação e construção de modelo. Elas devem permitir ao estudante observar, vivenciar e discutir conjunto de experiências e fenômenos biológicos e físico-químicos relacionados com seu cotidiano (BORGES et al., 2019, p. 3).

Quanto ao uso de registro fotográfico no processo de ensino e aprendizagens nos conteúdos de botânica, Silva (2019, p.90), ressalta que:

A concepção de linguagem fotográfica pode aguçar o olhar dos alunos e também dos professores sobre diversas temáticas, tanto quando apresentadas prontas, ou quando se exige sua produção, assim ela pode favorecer o protagonismo do aluno o processo de consolidação de um determinado conhecimento, pode abrir caminho para novos ou até mesmo pode ser usadas em processos avaliativos (SILVA, 2019, p. 90).

Diante do exposto, essa pesquisa teve por objetivo analisar e identificar as características botânicas vegetativas e reprodutivas de cinco espécies de plantas frutíferas observadas em condições de campo sendo registradas através de registro fotográfico para trabalhar como estratégia pedagógica nas aulas de botânica em uma turma do Ensino Médio.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

### **ENSINO DA BOTÂNICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**

Os saberes botânicos são imprescindíveis para o processo de formação dos estudantes, visto que estão presentes em várias situações cotidianas, tais como na alimentação e nos medicamentos (SALANTINO; BUCKERIDGE, 2016). No entanto, o ensino de botânica se



resume simplesmente à memorização de vários termos complexos, dificultando o interesse dos alunos em aprender e desmotivando os educadores a exercer seu papel na construção de conhecimentos biológicos no ambiente escolar (SANTOS, 2006).

Na literatura científica o termo cegueira botânico é usado para caracterizar a relação de inferioridade que as plantas possuem (NEVES; BÜNDCHEN; LISBOA, 2019). No âmbito educacional, a cegueira botânica se evidencia, propiciando mais um empecilho no processo de aprendizagem (SALANTINO; BUCKERIDGE, 2016). Com base nisso, é fundamental que as ideias centrais desta área sejam construídas pelos alunos durante a educação básica (SANTOS, 2006; LIMA et al., 2014).

Contudo, é comum observar entre estudantes do Ensino Médio e do Fundamental, relatos de frustração sobre a botânica (SALANTINO; BUCKERIDGE, 2016). A maneira como esses conteúdos são apresentados pode influenciar nesses resultados. Educadores têm dificuldades em realizar a transposição didática desses conteúdos em sala de aula, ou seja, transformar a linguagem científica em uma linguagem escolar mais próxima do aluno, e como consequência, o entendimento destes educandos ficam prejudicados (PINTO, 2009; BONFIM, 2015).

Além disso, é notado que o ensino da botânica se caracteriza por ser altamente descritivo com enfoque nos métodos tradicionais e memorísticos. Ademais, é visível a descontextualização presente nas aulas ministradas sobre os grupos vegetais (AMORIM et al., 2001). Desta forma, Figueiredo (2012) pontua que um dos pontos mais complexos ao se ensinar botânica são as terminologias presentes nesta área que muitas vezes não fazem parte da realidade dos estudantes. Neste contexto, o autor destaca que na realidade escolar a botânica é ensinada de maneira superficial sem muito aprofundamento, visando apenas aprovação dos estudantes no final do ano letivo.

No entanto, é possível que o estudante mude essa visão a partir da utilização de metodologias diferenciadas com objetivo de abordar as particularidades que englobam a botânica, permitindo que o alunato enxergue a importância desta área do conhecimento e adquira a sabedoria de cuidar da natureza (URSI, 2018). Sendo assim, fica claro a necessidade de se haver um ensino contextualizado e lúdico com intuito de despertar o interesse dos alunos, de uma forma dinâmica, interativa e atrativa para compreensão dos conteúdos botânicos ministrados em sala de aula (SCOLA et al., 2018).

## USO DE REGISTRO FOTOGRÁFICO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

Na contemporaneidade, é perceptível a busca dos educadores por recursos didáticos que facilitem o processo de ensino-aprendizagem, permitindo assim que ocorra um maior interesse e entusiasmo do alunato para compreender determinado conteúdo (FARIA; CUNHA, 2016).

Neste cenário, se destacam as fotografias, um recurso moderno que está presente a mais de duas décadas na sociedade, sendo utilizada para registrar momentos. Dessa forma, ao analisar determinada fotografia há um resgate de informações e uma posterior associação mental com outras imagens semelhantes presentes na memória humana, possibilitando uma maior organização das ideias acerca da mensagem principal que está sendo repassada (FARIA; CUNHA, 2016).

Na esfera escolar, as fotografias propiciam a realização de momentos pedagógicos dinâmicos e interessantes para os estudantes. Consoante a isso, a partir da realização dos registros fotográficos é possível observar vários aspectos importantes da imagem retratada, tais como o cenário e o ângulo (SANTOS; MIRANDA; GONZAGA, 2018). Corroborando com esse pensamento Nascimento et al. (2017, p. 309) ressaltam que “é preciso buscar o estabelecimento de relações entre aquilo que é aprendido dentro da sala de aula e o que o aluno vivência em seu dia a dia”. Ainda nesse sentido, segundo Edson-chaves e Lemos (2022,p.180) “é preciso repensar as metodologias empregadas em sala se aula, no ensino superior e na educação básica’, para promover um ensino significativo e contextualizado, para facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Botânica.

### METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma pesquisa de campo, segundo Marconi e Lakatos (2003), esse tipo de pesquisa foca em obter informações ou conhecimentos sobre um determinado problema, a fim de encontrar uma resposta. Neste sentido, a referida pesquisa consistiu na observação de fatos, coletas de dados e registros de variáveis para posterior análise.

A referida pesquisa desenvolveu-se em dois locais em condições de campo no Sitio Lério de Cima e em uma Instituição da Rede Estadual, ambas localizadas no Município de Surubim/PE.

## LOCAIS DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa de campo realizou-se no Município de Surubim, no Sítio Lério de Cima, no estado de Pernambuco, Brasil. Localizado no Agreste Setentrional de Pernambuco com uma distância de 124 km da capital pernambucana – Recife (MEDEIROS, 2007). Abrange uma área total em torno de 252,84 km<sup>2</sup>, com altitude aproximada de 394 m e coordenadas geográficas de 7°46'46'' de latitude sul e 35°45'26'' de longitude oeste (PERNAMBUCO, 2005). Apresenta vegetação hiper xerófila diversificada com árvores de pequeno e médio porte. O relevo é caracterizado pela presença de ondulações, com predominância dos solos litólicos (PERNAMBUCO, 2005; MEDEIROS, 2007).

## PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

### • Em condições de campo no Sítio Lério de Cima

Em condições de campo, realizou-se a seleção, observação, descrição e registro fotográfico do material botânico através do método do caminhamento, que consistiu em realizar um levantamento das espécies ali existentes, para realização da seleção das espécies (FILGUEIRAS et al., 1994). De posse do levantamento, selecionou-se e observou-se as folhas e frutos das seguintes espécies: *Anacardium occidentale* L (caju), *Spondias tuberosa* Arr.Cam. (umbu), *Spondias purpurea* L (seriguela), *Citrus* sp. (laranja) e *Prosopis juliflora* (Sw) DC (algaroba). Selecionou-se essas espécies devido seu valor nutricional e sua importância econômica, de acordo com levantamentos bibliográficos.

Quanto análise das características vegetativas externas das espécies, selecionou-se as folhas onde observou-se tipo, cor e consistência. Já para descrição das características reprodutivas externas, selecionou-se o fruto, observando-se tipo, pericarpo (seco ou suculento) e sua coloração. Todas essas características foram fotografadas com smartphone da marca Realme .

Para descrição das características morfológicas, vegetativas e reprodutivas usou-se a terminologia de Lorenzi et al. (2006), Judd et al. (2009), Souza e Lorenzi (2019), Barroso et al. (1999) e artigos científicos de Mattos et al. (2015); Pena (2017); Soares (2011); Mattos Junior et al. (2005); Ribaski et al. (2009) para comparação de literatura. O sistema de classificação das espécies adotado foi o proposto pelo APG IV (2016).



De posse dos resultados das observações, descrições e registros fotográficos das espécies selecionadas em condições de campo, elaborou-se duas atividades para serem trabalhadas no componente curricular de botânica na Educação básica, a saber:

1. Atividade: Aula expositiva dialogada intitulada **“Conhecendo as características morfológicas, vegetativas e reprodutivas das Angiospermas através de registros fotográficos e aulas práticas”**

2. Atividade: Aula prática intitulada **“Conhecendo os tipos de folhas, flores, frutos e sementes das Angiospermas”**

Para elaboração das aulas expositivas dialogadas, realizou-se uma pesquisa na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no currículo de Pernambuco para verificar quais eram as habilidades relacionadas ao ensino da botânica que contemplasse o segundo ano do Ensino Médio. De acordo com a BNCC (2018), a competência específica 2 propõe trabalhar conteúdos relacionados à vida, incluindo os grupos vegetais. Neste sentido, a habilidade EM13CNT202 permite a análise das diversas formas de manifestações da vida em diferentes tipos de ambientes que sejam vantajosos ou limitantes para a propagação da vida, destacando a usabilidade ou não de aplicativos digitais. Como verificar a seguir, Brasil (2018):

Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (BRASIL, 2018).

Já no currículo de Pernambuco (2021), é notado o detalhamento de informações na habilidade específica (EM13CNT202BIO07PE) com destaque para a morfologia associada ao habitat e as formas de vida que se encontram.

Reconhecer a existência das diversas formas de vida, suas diferentes características morfofisiológicas associadas ao seu hábitat e a capacidade adaptativa, explicando como a ciência apresenta os seres vivos, as formas limítrofes de vida (vírus), seus respectivos sistemas e, subsequentemente, a biodiversidade local, regional e global, fazendo uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros) (PERNAMBUCO, 2021).

Para confecção da aula expositiva dialogada, usou-se as informações das descrições morfológicas externas e as fotografias das folhas e frutos das cinco espécies observadas no campo, complementando com as informações sobre a vegetação, clima e tipo de solo do Município de Surubim e do Sítio Lério de Cima.

Já na elaboração da aula prática, coletou-se o material botânico tais como as folhas e os frutos das cinco espécies selecionadas, para que os alunos conhecessem as características vegetativas e reprodutivas observadas e fotografadas no campo.

#### • Na instituição Escolar no Centro de Surubim-PE

De posse das estratégias confeccionadas e propostas, realizou-se o segundo momento da pesquisa, que foi a seleção da Instituição Escolar no centro de Surubim- PE. Selecionou-se uma turma do Ensino Médio, pelo fato do objeto de conhecimento abordar o Reino Plantae, alinhadas a Base Nacional Curricular Comum( BNCC). Considerou-se também as dificuldades no entendimento referente aos conteúdos botânicos pelos estudantes nesse nível de ensino

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### INFORMAÇÕES SOBRE DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DAS FOLHAS E FRUTOS DAS CINCO DAS ESPÉCIES FRUTÍFERAS SELECIONADAS NO CAMPO

De posse da seleção e observação das cinco espécies, selecionou-se as folhas e os frutos para descrição e registro fotográfico das características morfológicas externas, conforme descreve-se a seguir:

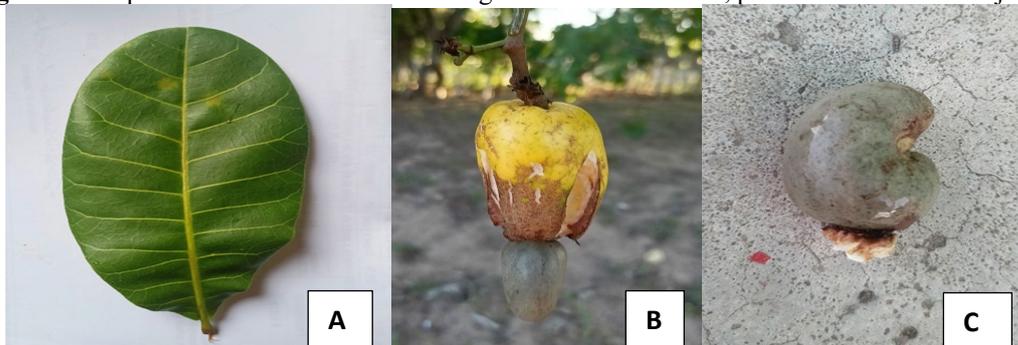
*Anacardium occidentale* L., popularmente conhecido na região por caju e cajuzinho. Pertence ao grupo das Angiospermas, clado das Eudicotiledôneas, família Anacardiaceae. (JUDD et al., 2009; SOUZA; LORENZI, 2019).

#### DESCRIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DA FOLHA E DO FRUTO DO CAJUEIRO

A espécie apresenta altura média entre 12 m a 14 m de altura, apresenta folhas simples, com pecíolo curto e limbo liso de consistência coriácea, coloração verde-clara quando jovem, quando maduras apresenta coloração verde-escura com nervuras bem visíveis (FIGURA 01-A). Quanto ao fruto, classifica-se como aquênio, seco, indeiscente que apresenta-se conectado ao pedúnculo apresentando coloração amarelado com algumas machas marrom-clara quando maduro, sendo a parte comestível conforme verifica-se na figura 01-B. Erroneamente as pessoas acham o pedúnculo e o fruto do cajueiro. Popularmente esse aquênio é conhecido como a castanha do Caju, que apresenta forma reniforme (FIGURA 01-C). As características

observadas e descritas estão de acordo com as descritas por Lorenzi et al. (2006), Souza e Lorenzi (2019), Barroso et al. (1999), Damião Filho e Môro (2005) e Pena (2017).

**Figura 01:** Aspecto das características morfológicas externas da folha, pedúnculo e fruto do Cajueiro.



**Legenda:** A- Folha; B-pedúnculo com fruto; C-Fruto.

**Fonte:** VASCONCELOS, 2022.

*Spondias tuberosa* Arruda, popularmente conhecido na região por umbu ou imbu. Pertence ao grupo das Angiospermas, clado das Eudicotiledôneas, família Anacardiaceae. (JUDD et al., 2009; SOUZA; LORENZI 2019).

#### DESCRIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DA FOLHA E DO FRUTO DO UMBU

A espécie apresenta altura média entre 4 m a 7 m, com folhas do tipo compostas, com presença de 3 a 9 folíolos, de coloração verde, com fragrância leve e consistência macia, aveludada (FIGURA 02-A). Fruto do tipo drupa, pericarpo coriáceo, de coloração verde-claro, carnoso, indeiscente (FIGURA 02-B).

As características observadas e descritas estão de acordo com as descritas por Lorenzi et al. (2006), Lima Filho (2011), Barroso et al. (1999) e Paodjuenas (2018), Souza e Lorenzi (2019).

**Figura 02:** Aspecto das características morfológicas externas da folha e fruto do Umbuzeiro.



**Legenda:** A-Folha; B-Fruto.

**Fonte:** VASCONCELOS, 2022.

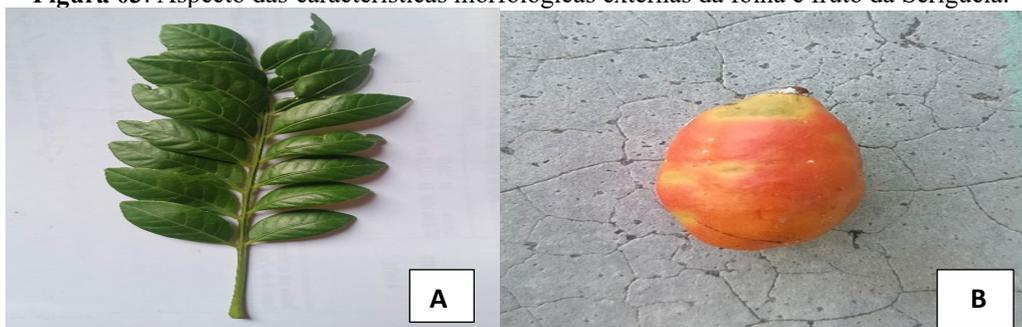
*Spondias purpúrea* L, popularmente conhecida por Seriguela ou Ciriguela. Pertence grupo das Angiospermas, clado das Eudicotiledôneas, família Anacardiaceae (JUDD et al., 2009 SOUZA; LORENZI 2019).

#### DESCRIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DA FOLHA E DO FRUTO DA SERIGUELA

A espécie apresenta altura média entre 2 m a 6 m. Apresenta folhas compostas, de consistência coriácea, coloração verde-escuro com 16 folíolos (FIGURA 03-A). Fruto do tipo drupa de forma ovoide com casca lisa, de coloração amarelado laranja quando maduro que exala um cheiro doce e característico, carnosos, indeiscente (FIGURA 03-B).

As características observadas e descritas estão de acordo com as descritas por Lorenzi et al. (2006), Barroso et al. (1999) e Soares (2011), Souza e Lorenzi (2019).

**Figura 03:** Aspecto das características morfológicas externas da folha e fruto da Seriguela.



**Legenda:** A-Folha; B-Fruto.  
**Fonte:** VASCONCELOS, 2022.

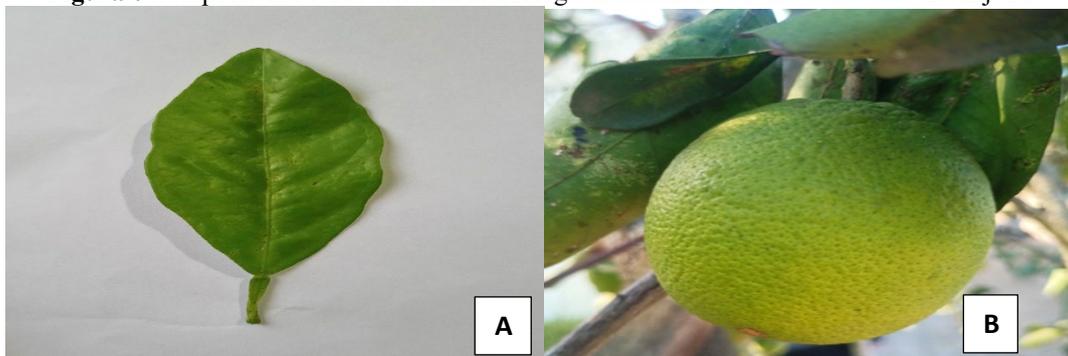
*Citrus* sp. popularmente conhecida por laranja, laranja doce. Pertence ao grupo das Angiospermas, clado das Eudicotiledôneas, família Rutaceae. (JUDD et al., 2009; SOUZA; LORENZI, 2019).

#### DESCRIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DA FOLHA E DO FRUTO DA LARANJEIRA

A espécie apresenta altura entre os 3 m a 4 m. Apresenta folhas simples, de coloração verde-escuro com consistência coriácea que exala um cheiro forte característico (FIGURA 04-A). Fruto do tipo baga, classificada como Hesperídio, apresenta pericarpo delgado, carnosos, indeiscente (FIGURA 04-B).

As características observadas e descritas estão de acordo com as descritas por Lorenzi et al. (2006), Souza e Lorenzi (2019), Barroso et al. (1999), Damião Filho e Môro (2005) e Matos Junior et al. (2005).

**Figura 04:** Aspecto das características morfológicas externas da folha e fruto da Laranjeira.



**Legenda:** A-Folha; B-Fruto.  
**Fonte:** VASCONCELOS, 2022.

*Prosopis juliflora* (Sw) DC, popularmente conhecida na região por Algaroba, algarobeira, Pertence ao grupo das Angiospermas, clado das Eudicotiledôneas, família Fabaceae. (JUDD et al., 2009; SOUZA; LORENZI, 2019).

#### DESCRIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DA FOLHA E DO FRUTO DA ALGAROBA

A espécie apresenta altura entre 6 m a 15 m. Apresenta folhas compostas, conhecidas também por bipinadas, com folíolos pequeno e numeroso de coloração verde claro (FIGURA 05-A). consistência macia. Apresenta fruto do tipo lomento drupáceo, seco, com casca rugosa e sem cheiro (FIGURA 05-B), quando jovem apresenta coloração verde-claro, quando maduro apresenta coloração amarelada- pardacenta, indeiscente (FIGURA 05-C). Na região esse fruto é conhecido popularmente como vagem.

As características observadas e descritas estão de acordo com as descritas por Lorenzi et al. (2006), Barroso et al. (1999), Souza e Lorenzi (2019), Ribaski et al. (2009).

**Figura 05:** Aspectos das características morfológicas externas da folha e fruto da Algaroba.



**Legenda:**A-Folha; B-Fruto jovem; C-Fruto maduro

**Fonte:** VASCONCELOS, 2022.

Através da análise e descrição da morfologia externa das folhas observou-se sua variabilidade e sua importância para identificação entre as espécies selecionada, conforme citado por Damião Filho e Môro (2005,p 89) quando ressaltam que “a morfologia externa das folhas, apesar de sua grande variabilidade, é bastante útil aos botânicos, e estudantes de Ciências Agrárias, pois auxiliam na identificação das espécies vegetais”.

Quanto aos frutos selecionados observou-se as diversidades nas características morfológicas externas tais como : formas e texturas corroborando com as descrições de Barroso et al. (1999) e Judd et al. (1999) e Damião Filho e Môro (2005) quando ressaltam que o estudo de frutos tem sido muito negligenciado, a tal ponto, de nem sempre se coletar material botânico em frutificação porque não é fácil sua identificação, devido à grande diversidade de tamanho, forma, textura, deiscência e anatomia. “Existindo na literatura, diversas maneiras de classificar os vários tipos de frutos existentes”, essas características têm sido confundidas pelos sistemáticos e muitos tipos de frutos têm sido propostos (BARROSO et al. 1999; JUDD et al. 1999; DAMIÃO FILHO; MÔRO 2005).

Diante do exposto, ressalta-se que para a referida pesquisa, todo procedimento foi realizado no campo e contou apenas com a participação de uma aluna pesquisadora, devido ao momento atual de restrição devido a pandemia da COVID -19, impossibilitando o uso de um laboratório e por fim para a descrição das espécies selecionadas foi utilizada câmera fotográfica do celular como instrumentos tecnológico. Nesse contexto, ressalta-se que o uso do registro fotográfico da câmera fotográfica do celular como instrumentos tecnológicos no primeiro momento da pesquisa que realizou-se no campo, como estratégia pedagógica, foi bastante



significativa e importante para ser desenvolvida pelos professores para trabalhar os conteúdos do componente curricular de Botânica, como aliado para se trabalhar em condições de campo “O uso da fotografia como recurso didático é uma forma de agregar social e tecnologicamente alunos e docentes com bagagens culturais e conhecimentos distintos e, muitas vezes, complementares, trazendo benefícios aos envolvidos nessa troca e nessa construção” (SANTOS; MIRANDA ; GONZAGA,2018, p.3) .

## RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO COMO PROPOSTA PEDAGÓGICA NA INSTITUIÇÃO ESCOLAR

De posse dos registros fotográficos, elaborou-se as atividades propostas para serem aplicadas na Instituição selecionada de forma presencial, devido a liberação das aulas na Rede Estadual, na qual participaram 27 alunos, da turma do 2º ano do Ensino Médio, com faixa etária variando entre 16 a 17 anos de idade, destes 18 eram do sexo feminino e 9 do sexo masculino. Por motivos éticos não será divulgado o nome da instituição e dos alunos.

### APLICAÇÃO DA AULA DIALOGADA EXPOSITIVAS INTITULADA “CONHECENDO AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS VEGETATIVAS E REPRODUTIVAS DAS ANGIOSPERMAS ATRAVÉS DE REGISTROS FOTOGRÁFICOS”

Inicialmente, conversou-se com os alunos, para identificar os conhecimentos prévios sobre a temática, em seguida explicou-se o objetivo da aula que seria conhecer as características botânicas de cinco espécies frutíferas através de registro fotográficos, posteriormente explicou-se sobre as características principais das Angiospermas, mostrando através de imagens presentes nos slides sobre o local de realização da pesquisa. No entanto, percebeu-se que alguns estudantes não estavam participando da aula, então foram feitas perguntas sobre o assunto para despertar a curiosidade deles, tais como, a busca da relação entre no local que eles residiam e a presença de algumas das cinco espécies de plantas frutíferas mencionadas, colhendo como respostas , por exemplo, que uma aluna respondeu que no Sítio onde morava tinha as espécies de Algaroba e do Umbu, já outro aluno respondeu que na casa de sua avó, localizada na zona rural, havia uma espécie de laranjeira e outra de umbuzeiro. Neste primeiro momento foi notado que havia estudantes dispersos e desinteressados no assunto que estava sendo abordado.

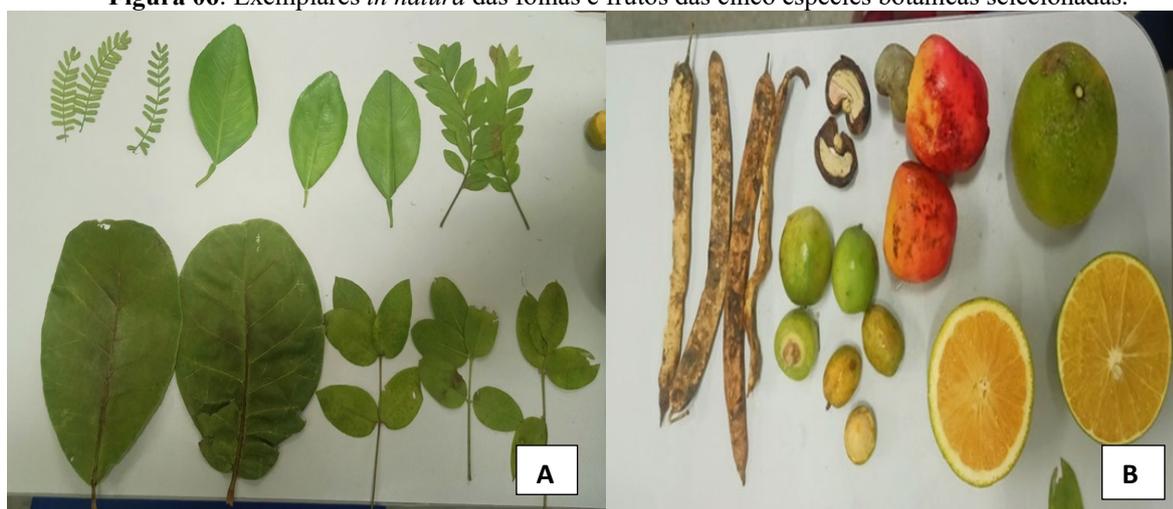
Com o desenvolvimento da aula, foi possível verificar que alguns estudantes ainda estavam dispersos, no entanto a maioria prestava atenção aos slides com as fotos das plantas. Nesse momento constatou-se o que Oliveira (2021) ressalta que:

O valor da fotografia no ensino tem sido subjugado. No entanto, podemos compreender com este estudo que a imagem fotográfica pode ser em si uma fonte de aprendizagem, podendo ser utilizada como meio de pesquisa, levantamento de conhecimentos prévios e até mesmo como exercício de avaliação (OLIVEIRA, 2021, p. 42).

## APLICAÇÃO DA AULA PRÁTICA INTITULADA “CONHECENDO OS TIPOS DE FOLHAS E FRUTOS DE ALGUMAS ESPÉCIES FRUTÍFERAS ENCONTRADAS NO SÍTIO LÉRIO”

Iniciou-se a aula prática, com a utilização dos exemplares *in natura* das folhas e frutos das cinco espécies frutíferas selecionadas usada para auxiliar na explicação do assunto apresentado nos slides da aula expositiva dialogada (FIGURA 06). Inicialmente, abordou-se sobre a morfologia e os tipos e importância das folhas, em seguida, abordou-se sobre a morfologia, tipos e importância dos frutos.

**Figura 06:** Exemplares *in natura* das folhas e frutos das cinco espécies botânicas selecionadas.



**Legenda:** A-Folhas; B-Frutos.  
**Fonte:** VASCONCELOS, 2022.

Durante a aula prática, verificou-se o interesse dos alunos, visto que tiveram a oportunidade de observar de perto as folhas e notarem as diferenças entre elas. Em seguida, explicou-se sobre os frutos ressaltando a importância dos mesmos para as plantas, mostrando-se os diferentes tipos de frutos destas espécies com auxílio dos exemplares *in natura* (FIGURA 06). Verificando-se a participação dos estudantes, visto que foi explicado os tipos de frutos e depois realizado uma pergunta referente a este assunto. Em seguida, solicitou-se aos alunos que falassem exemplos de frutos do tipo drupa, dez estudantes citaram exemplos de frutos que são classificados como drupa, tais como a manga, abacate e ameixa. Nesse momento,

constatou-se que os alunos demonstraram interesse em participar da aula prática, visto que eles interagiram entre si e compartilharam os saberes.

Ao final das explicações, foi possível observar que através da aplicação do uso do registro fotográfico observou-se que os estudantes compreenderam a importância da botânica através do uso da fotografia que fogem do padrão das aulas tradicionais. Resultados semelhantes foram encontrados por Braz e Lemos (2014).

Quanto a realização da aula prática, resultados semelhantes foram obtidos por Barboza, Santino e Dias (2019) que verificaram em seus estudos que as aulas práticas contribuíram para o entendimento dos estudantes, visto que possibilitam o contato direto dos vegetais com o alunato. Dessa forma, durante o momento prático notou-se o interesse dos estudantes em participar da aula. Sendo assim, constatou-se a importância de implementar aulas práticas ao lecionar botânica, assim como foi comprovado na pesquisa realizada por esses autores.

Ainda nesse sentido, Santos, Spagnolo e Bücken (2021) afirmam que:

Um dos aspectos fundamentais no processo de ensinar e aprender é ter como ponto de partida questões sobre os problemas relacionados com situações da vida real. O sentido e a compreensão de situações da vida real são estratégias de aprendizagem que permitem o desenvolvimento integral do ser humano, mediante estímulos para as capacidades de relacionar-se com os outros e com o mundo, entender a si e aos outros e agir de maneira colaborativa e criativa na sociedade a qual vivemos (SANTOS, SPAGNOLO ; BÜCKER , 2021, p. 98).

Finaliza-se ressaltando, que o uso dos registros fotográficos, correlacionando-os as aulas práticas com material *in natura* utilizados nas aulas contribuíram positivamente para o entendimento do conteúdo. Ademais, percebeu-se que os estudantes desenvolveram habilidades de observação e reflexão referente a importância das estruturas vegetativas das cinco espécies de plantas frutíferas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os registros fotográficos trouxeram o encantamento para a sala de aula, com isso constatou-se que, através das fotografias (das espécies frutíferas) os estudantes realizaram uma correlação dessas informações com o seu dia a dia. Ressaltando-se que, as fotografias ainda não são recursos explorados e utilizados pelos professores, no seu o planejamento de aula, entretanto, são estratégias pedagógicas presentes em seu cotidiano; como no cotidiano dos estudantes. Sendo assim, percebe-se o poder potencial que a fotografia detém a fim de permitir aulas mais produtivas, interessantes e com maior riqueza de informações;

Por fim, constatou-se que as aulas práticas e os jogos pedagógicos atraem a atenção dos estudantes, pois possibilitam o contato direto do conteúdo estudado com os estudantes e oportunizando a percepção dos saberes de uma maneira dinâmica e descontraída, visto que os estudantes compreendem os assuntos.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Universidade de Pernambuco, *Campus* Mata Norte, a Instituição da Rede Estadual, ao Professor e aos estudantes do Ensino Médio da Instituição, aos Moradores do Sítio Lério de Cima pela contribuição da realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALVES, P.R.B.; MELO, B. Cultura dos citrus. **Fruticultura**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/citros2.htm#14%20-%20PLANEJAMENTO%20DO%20POMAR>>. Acesso em: 24 de abr. de 2022.

AMORIM, D.S. et al. Diversidade biológica e evolução: uma nova concepção para o ensino de Zoologia e Botânica no 2o Grau. *In: A construção do conhecimento do professor*. Ribeirão Preto: Editora Holos, p. 41-49, 2001.

APG IV- ANGIOSPERM PHILOGENY. 2016. An ordinal classification for the families of flowering plants: APG IV. **Annals of the Missouri Botanical Garden**

ARAÚJO, F. P. et al. Umbu. *In: SANTOS-SEREJO, J. A. dos. Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas*. 1º ed. Brasília: Embrapa, 2009.

BARBOZA, R. S.; SANTINO, L. L. A.; DIAS, M. A S. O Ensino De Botânica Através De Aulas Práticas Para Alunos Do Ensino Fundamental II. *In Encontro de Iniciação à Docência da UEPB*, nº7, 2019, Campina Grande. Anais. Campina Grande: Editora Realize, 2019.

BARROSO, G.M. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRAZ, N. C.; LEMOS, J. R. “Herbário escolar” como instrumento didático na aprendizagem sobre plantas em uma escola de Ensino Médio da cidade de Parnaíba, Piauí. **Revista Didática Sistemática**, Rio Grande/RS. v.16, n.2 ISSN 1809- 3108. p. 3-14, 2014.

BONFIM, L. R. M. et al. O ensino de botânica em escolas públicas e particulares no município de Barcarena, Pará, Brasil. **Revista ARETÉ**, Manaus, v.8, n.17. p.167-176, jul./dez. 2015.

BORGES, B. T. Aulas práticas como estratégia para o ensino de botânica no ensino fundamental. **ForSci. : r. cient.** IFMG, Formiga, v. 7, n. 2, p.1-14, jul./dez. 2019.

DAMIÃO-FILHO, C.F.; MORÔ,F.V. **Morfologia vegetal**. 2 ed. Revisada e ampliada.- Jaboticabal: Funep, 2005.

FARIA, F. C. F.; CUNHA, M. B. ‘Olha o passarinho!’ A fotografia no Ensino de Ciências. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**. Maringá, v. 38, n. 1, p. 57-64, Jan.-Jun, 2016.

FIGUEIREDO, J. A.; COUTINHO, F. A.; AMARAL, F. C. O ensino de botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. *In: Anais do II Seminário Hispano Brasileiro - CTS*, p. 488-498, 2012.

FILGUEIRAS, T. S. et al. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**. v. 12, p. 39-43, 1994.

JUDD, W.S; CAMPBELL, C.H.S; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. **Plant systematics. A phylogenetic approach**. Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc. 1999. 464p.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3º ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009.

LIMA, E. G. et al. **A importância do ensino da Botânica na educação básica**. FEPEG, 2014.

LIMA FILHO, J. M. P. **Ecofisiologia do umbuzeiro** (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 24 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 240).

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*)**. São Paulo: Plantarum, 2006.

MATTOS, A. L. A. et al. **500 perguntas, 500 respostas: Caju**. 2º ed. Brasília: Embrapa, 2015.

MATTOS JUNIOR, D. M. et al. **CITROS: Principais informações e recomendações de cultivo**. Instituto agrônômico de Campinas. 2005.

MEDEIROS, L. A. **Surubim a história de todos os tempos**. 3º ed. Surubim: Gráfica Agreste, 2007.

MARCONI, M. A de; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5º ed. São Paulo: Atlas, 2003.

NASCIMENTO, B. M. et al. Propostas pedagógicas para o ensino de Botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**.vol. 16,nº 2, p. 298-315, 2017.

NEVES, A.; BÜNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da educação? **Ciência & Educação (Bauru)**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 745-762, set. 2019.

OLIVEIRA, L. M. **O ensino de botânica por meio de uma sequência didática com o uso do recurso fotográfico**. 47f. 2021. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Santa Teresa, 2021.

PENA, C. Botânica do cajueiro. **Minhas frutas**. Disponível em:<<https://minhasfrutas.blogspot.com/2017/10/botanica-do-cajueiro.html>>. Acesso em 15 de abr. de 2022.

PERNAMBUCO. Ministério de Minas e Energia. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Pernambuco: Diagnóstico do município de Surubim**. Recife, 2005.

PERNAMBUCO. Prefeitura Municipal de Surubim. **Projeto de engenharia para pavimentação em paralelepípedos graníticos da via de acesso ao jucá ferrado – etapa 2**. Surubim, 2020.

PERNAMBUCO. Secretaria de Educação e Esportes; união dos dirigentes municipais de educação. **Currículo de Pernambuco: Ensino Médio**. 2021.

PINTO, A. V. **Importância das aulas práticas na disciplina de botânica**. 2009. 15f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Faculdade Assis Gurgacz -FAG, Cascavel, 2009.

RIBASKI, J. et al. Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. **Comunicado técnico 240**. Colombo, p. 1-8, out. 2009.

SCOLA, E. L. et al. **Ensino de botânica através de jogos lúdicos**. Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - Siepe Universidade Federal do Pampa Santana do Livramento, 2018.

SANTOS, B.S; SPAGNOLO, C.; BÜCKER, C. Metodologias criativas no processo de ensino e de aprendizagem na educação básica. **Revista Teias** v. 22 • n. 65 • abr./jun. p. 86-99, 2021. •

SALANTINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos Avançados**, v. 30, p. 177-196, 2016.

SANTOS, F. S. A Botânica no Ensino Médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de História e Filosofia das Ciências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p.223-243.

SANTOS, K, M.; MIRANDA, J. C.; GONZAGA, G. R. A fotografia como recurso didático. **Revista educação pública**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 1-3, 2018.

SILVA, V.T. **Desafios da Imagem: uso da fotografia no processo de ensino-aprendizagem de Botânica**.2019.93f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo.2019.

SOARES, A. A. J. **Avaliação Físico-Química e Bromatológica da Polpa de *Spondias purpurea* L (ciriguela) na Região do Semiárido Central Paraibano**. 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2011.



SOUZA, V.C. LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG IV. 4ª Edição. Nova Odessa, SP: Jardim Botânico Plantarum.2019.

URSI, S. et al. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**. 2018.

# CAPÍTULO 25

## IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS SOBRE A SAÚDE: UMA PROBLEMÁTICA CONTEMPORÂNEA

**Maria Isabel Gonçalves da Silva**  
**Maria Assunta Busato**  
**Marcelo Moreno**  
**Junir Antonio Lutinski**  
**Vanessa da Silva Corralo**

### RESUMO

Diversos fatores podem afetar a saúde das populações e provocarem doenças. Dentre esses fatores, encontram-se os relacionados ao desenvolvimento sem controle, que promove alterações no ambiente ou contaminação por compostos químicos. As práticas agrícolas cresceram no Brasil e no mundo. Juntamente à agricultura, a utilização de sementes transgênicas, insumos químicos e agrotóxicos aumentaram progressivamente. Sabe-se, atualmente, que o uso intensivo de agrotóxicos provoca danos irreparáveis ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde do ser humano. No campo científico, portanto, emergem questões que relacionam esses danos com a produção agrícola que ocorre sem planejamento, visando o lucro de empresas, com influências políticas e tecnológicas. Considerando o atual cenário, de crise do paradigma moderno, optou-se por utilizar, neste artigo, a metodologia de um ensaio teórico, com o intuito de estimular uma reflexão crítica sobre os impactos negativos dos agrotóxicos sobre a saúde e seus desdobramentos. A problemática do uso indiscriminado de agrotóxicos, relacionada ao desenvolvimento capitalista, provoca sobrecarga aos limites da natureza, e impacta diretamente sobre os direitos à saúde. Existe a necessidade de dialogar para avançar, pensando em mudanças no modelo de desenvolvimento. Enfatiza-se sobre a importância de refletir a partir de um olhar voltado para a complexidade da realidade, considerando a associação de saberes distintos. Desenvolver um olhar sobre a complexidade, estando ciente de que não há possibilidade de deter o conhecimento do todo, pode aprimorar os diferentes modos de pensar na área da saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agroquímicos. Complexidade. Ecologia de saberes. Epistemologia.

### INTRODUÇÃO

Há anos pesquisadores vêm afirmando que um conjunto de fatores afeta a saúde da população, alterando índices de morbimortalidade de algumas doenças. Dentre esses fatores encontram-se os relacionados ao intenso desenvolvimento, que promove alterações diversas ao ambiente, decorrentes da poluição ou contaminação por agentes químicos. Neste contexto, destaca-se o crescimento mundial das práticas agrícolas (RENGIFO, 2008).



No Brasil, devido à grande produção agropecuária, verifica-se que a utilização de sementes transgênicas, insumos sintéticos e agrotóxicos aumentaram progressivamente. Além da ampla extensão territorial, os incentivos financeiros oferecidos a partir da isenção de tributos fiscais, contribuíram para que o país atingisse a posição de maior consumidor de agrotóxicos no mundo desde 2008 (CARNEIRO et al., 2015).

Atualmente, no país, a liberação da comercialização de novos princípios ativos de agrotóxicos também tem sido estimulada pelo governo, e atingiu um recorde de permissões em 2019. Juntamente aos compostos de menor toxicidade foram liberados também agrotóxicos classificados como extremamente tóxicos (BRASIL, 2019).

Estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de monitorar os efeitos adversos dessas substâncias ao meio ambiente e à saúde humana. O problema quanto ao uso indiscriminado dos agrotóxicos no Brasil não se relaciona somente à liberação excessiva de produtos tóxicos, mas também aos altos limites de resíduos dessas substâncias presentes na água e nos alimentos dos brasileiros (BRASIL, 2002; BOMBARDI, 2017).

Embora exista a necessidade de melhorar as condições de trabalho no campo e aumentar a produtividade, com o modelo agroexportador, verifica-se que os impactos provocados pelo consumo elevado de agrotóxicos são amplos. Além dos prejuízos aos ecossistemas, os trabalhadores e moradores das zonas rurais geralmente são acometidos por intoxicações, agudas ou crônicas (IARC, 2017).

Detectar os impactos negativos ou criar alternativas para minimizá-los vem constituindo o objetivo de estudos em áreas como a saúde pública, ciências ambientais, biológicas, econômicas, sociais, entre outras. Com base nas considerações apresentadas, e na ótica da crise do paradigma moderno, este ensaio visa demonstrar os impactos negativos dos agrotóxicos sobre a saúde humana e seus desdobramentos. O texto aborda os aspectos históricos da agricultura e a utilização dos agrotóxicos, apresenta os efeitos nocivos dos agrotóxicos à saúde e traz reflexões sobre a problemática dos agrotóxicos na contemporaneidade.

## **AGRICULTURA, AGRONEGÓCIO E UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS: HISTÓRICO E CONSEQUÊNCIAS**

A agricultura foi desenvolvida pelo ser humano há mais de dez mil anos, sendo considerada uma das atividades mais antigas do mundo. Surgiu quase que concomitantemente



entre os países, e constituiu a principal fonte do sustento humano. Primeiramente, a agricultura foi voltada ao sustento próprio dos indivíduos. Com o passar do tempo, as atividades agrícolas foram mudando (MACHADO; MACHADO FILHO, 2014).

A Revolução Industrial trouxe a mecanização da agricultura, um primeiro passo para a modernização agrícola, e posteriormente descobriu-se que a nutrição das plantas poderia ser realizada por meio de fertilizantes sintéticos. A partir daí, nos séculos XIX e XX, os cultivos diversificados foram substituídos pelas monoculturas, e visando a exportação, foram assimiladas pelos latifúndios e tornaram-se a forma predominante de produção (CARNEIRO et al., 2015).

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, grandes empresas de produtos bélicos em declínio encontraram na agricultura um campo novo, ideal para o comércio das armas químicas. A fim de manter mercados que absorvessem a sua produção, descobriu-se o potencial da indústria de pesticidas destinados à agricultura. Com a finalidade de aumentar a produtividade, diminuir as pragas que acometiam as lavouras e impulsionar a agricultura, a utilização de agrotóxicos foi incentivada (FOLGADO, 2016).

Nessa época, fatores políticos, sociais e econômicos contribuíram para que ocorresse a chamada Revolução Verde, por volta de 1960. Instituições americanas importantes envolvidas na cooperação científica, como a Fundação *Rockefeller* e a *Ford*, investiram no melhoramento de sementes que eram a base da alimentação da população e em insumos sintéticos (ROCHA, 2017).

Com a premissa de erradicar a fome no mundo aumentando a produtividade agrícola, o mercado de insumos foi estimulado, principalmente para países em desenvolvimento como o Brasil, México e Índia. O uso desses insumos e de agrotóxicos foi incentivado pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) e pelo Banco Mundial (CARNEIRO et al., 2015).

A agricultura brasileira também era rudimentar e contava com o trabalho braçal nas produções. Acredita-se que, no século passado, as propriedades rurais que possuíam máquinas agrícolas não chegavam a 2%. Sofria-se com a falta de tecnologia e informação sobre os solos e produtos químicos. Como resultado, as baixas produções não atendiam à demanda interna, e em um momento de industrialização, com crescimento da população e das cidades, havia preocupação com a escassez de alimentos (EMBRAPA, 2018).



Logo, os efeitos da Revolução Verde também puderam ser observados no Brasil. Ocorreu o estímulo ao consumo de agrotóxicos e à implantação de indústrias químicas no país. Esforços governamentais foram realizados para popularizar esses produtos, principalmente a partir da concessão de incentivos fiscais, crédito rural e desenvolvimento de propagandas (CARNEIRO et al., 2015).

Com isso, foi possível elevar a produção agrícola nas propriedades eliminando-se os obstáculos naturais, como a presença de insetos e outras pragas nos cultivos. Os produtores rurais passaram a investir em maquinários, compra de fertilizantes, sementes especiais e agrotóxicos (LONDRES, 2011). Porém, neste processo de desenvolvimento, amplas áreas naturais foram convertidas em lavouras, e práticas inadequadas causaram impactos ambientais importantes, como a poluição de cursos hídricos e a erosão do solo (VEIGA et al., 2006).

A tecnologia também colaborou para que ocorressem até o final da década de 80, movimentos migratórios que influenciaram a produção agrícola no Brasil. Pequenos produtores do Sul e Sudeste do Brasil migraram para outras regiões, e utilizaram a tecnologia conhecida para buscar novas oportunidades. Instalaram-se no Mato Grosso do Sul, no Triângulo Mineiro, no Sul de Goiás, nas proximidades de Sorriso e Lucas do Rio Verde (Mato Grosso), tornando-se grandes produtoras de grãos do país (EMBRAPA, 2018).

O agronegócio se constitui no Brasil como um modelo baseado na plantação de monoculturas tais como o milho e a soja, concentração de terras, uso intensivo de agrotóxicos e de sementes transgênicas. Pode-se considerar que houve negligência desde o início do processo de incentivo ao consumo desses produtos. A capacidade de adaptação dos organismos vivos, que determina a resistência a esses compostos não foi considerada. Assim, há necessidade de aplicação de várias substâncias em quantidades cada vez maiores (HESS, 2018).

Os efeitos nocivos ao meio ambiente em decorrência do uso de agrotóxicos são evidentes, e provocam prejuízos à biodiversidade. Além da falta de aproveitamento da água por sistemas inadequados de irrigação na agricultura, e da perda de solo por processos erosivos, a poluição da água de origem rural por esses produtos também deve ser avaliada em regiões com extensas áreas agrícolas (EMBRAPA, 2018).

Como consequência, a utilização indiscriminada de agrotóxicos também atinge as populações. Os trabalhadores rurais, devido à exposição contínua e esses compostos, tornam-se vulneráveis aos efeitos adversos à saúde, em grande parte provocados pelas intoxicações



agudas (DE SOUZA; PEREIRA, 2019). Além dos trabalhadores rurais, considera-se que toda a população está exposta aos agrotóxicos, a partir dos resíduos presentes na água e nos alimentos (BOMBARDI, 2017).

## **OS IMPACTOS NEGATIVOS DA UTILIZAÇÃO DOS AGROTÓXICOS À SAÚDE HUMANA**

Após as guerras mundiais, havia preocupação com o uso dos agrotóxicos e as relações nocivas ao meio ambiente, assim como para a saúde da população. Há aproximadamente setenta anos, Rachel Carson lançou o livro *Primavera Silenciosa*, alertando sobre as relações ecológicas prejudicadas pelos agrotóxicos e questionando sobre os impactos da expansão do sistema capitalista sobre a vida. Definiu os agrotóxicos como “biocidas” (CARSON, 2010).

Trabalhadores e famílias rurais sofrem intoxicações, a flora e fauna são destruídas devido à expansão das monoculturas, o ambiente torna-se contaminado, assim como os solos e as águas. É importante considerar que a toxicidade é um efeito inerente às características químicas dos agrotóxicos, que não atuam exclusivamente no organismo alvo a ser combatido (FREITAS, 2010).

Os problemas decorrentes das intoxicações por agrotóxicos, desde as intoxicações agudas até casos de câncer decorrentes da exposição crônica a esses produtos, vêm sendo apresentados em pesquisas sucessivas. Diferentes classes de agrotóxicos têm sido associadas ao risco aumentado para o desenvolvimento da doença (HE et al., 2017; MOSTAFALOU; ABDOLLAHI, 2017; MIRET, 2019).

De um modo geral, os trabalhadores rurais entram em contato com os agrotóxicos pela via dérmica ou inalatória, durante a exposição ocupacional ou ambiental, enquanto a ingestão é estimada como a via de exposição predominante da população em geral. Os trabalhadores rurais podem expor-se a esses produtos pelo uso excessivo, pela utilização inadequada de equipamentos de proteção individual, pela falta de infraestrutura para a limpeza dos utensílios e ao manuseio inadequado de embalagens contendo resíduos dessas substâncias (LORENZATO et al., 2020).

Os efeitos resultantes das intoxicações agudas por agrotóxicos são o aparecimento de sintomas como cefaleia, náuseas e vômitos, salivação, dificuldades respiratórias, tremores, confusão mental, convulsões entre outros, podendo levar a morte (LONDRES, 2011). Em casos

de intoxicação crônica, os efeitos surgem de forma tardia, meses ou até anos após a exposição, que pode ter ocorrido pelo contato com diversos produtos tóxicos, tornando difícil a realização de um diagnóstico preciso (CREMONESE et al., 2012; ALONZO; CORRÊA, 2014).

Entre os efeitos crônicos destacam-se as alterações no sistema nervoso (FREIRE; KOIFMAN, 2012), distúrbios nos sistemas endócrino (DIAMANTI-KANDARAKIS et al., 2009) e imunológico (SIMONIELLO; KLEINSORGE; CARBALLO, 2010), além de efeitos genotóxicos, mutagênicos, carcinogênicos (WEICHENTHAL; MOASE; CHAN, 2010; LOBO; BOLAÑOS, 2014) e teratogênicos (MARTINS, 2014).

Além dos efeitos no sistema reprodutor, os agrotóxicos podem produzir efeitos danosos em gestantes e seus filhos. Disruptores endócrinos desequilibram o sistema endócrino, e interferem em funções importantes como o desenvolvimento dos órgãos e tecidos durante a gestação e, portanto, os períodos fetal e neonatal são considerados janelas de susceptibilidade à toxicidade de alguns agrotóxicos (MEEKER, 2010).

Desta forma, a exposição aos agrotóxicos pode predispor a ocorrência de desfechos negativos ao nascimento, como baixo peso ao nascer, a prematuridade, índice de Apgar insatisfatório (CREMONESE et al., 2012) e malformações congênitas (RIGOTTO et al., 2013). No Brasil, durante os anos de 2007 a 2014, foram notificados 343 casos de intoxicações por agrotóxicos envolvendo bebês, com idade entre 0 a 12 meses. A partir deste dado, torna-se evidente que a população como um todo está exposta a partir da contaminação do ambiente e dos alimentos (BOMBARDI, 2017).

No organismo humano, os hormônios atuam em reduzidas concentrações e necessitam de momentos específicos para regular o desenvolvimento, o crescimento, a reprodução, o metabolismo, a imunidade e o comportamento. Quando há interferência nos sistemas hormonais, como no caso da atuação dos disruptores endócrinos, ocorrem os problemas de saúde, e os efeitos podem surgir a longo prazo, após cessada a exposição, ou até mesmo trazer consequências para gerações futuras (MONNERET, 2017; HESS, 2018).

## **REFLEXÕES SOBRE A PROBLEMÁTICA DOS AGROTÓXICOS NA CONTEMPORANEIDADE**

A ciência moderna, consolidada como um saber seguro a partir do século XVI, constituída a partir de seus conhecimentos, teve Descartes como precursor da racionalidade,



que produz ideias claras sobre fatores reais. De acordo com Morin (2011), Descartes foi um dos responsáveis por consolidar o paradigma moderno da ciência, que torna o saber como legítimo, desconsiderando o senso comum e destruindo outros conhecimentos. Com o passar dos anos, nessa perspectiva, o positivismo se estabelece e influencia vários ramos da ciência em que condições teóricas tornam-se normas sociais (HABERMAS, 2011).

Assim, o conhecimento científico vai se aproximando de um dogma, necessitando cada vez mais de reflexões epistemológicas em sua estrutura. Com a ciência moderna, em parte submissa à lucratividade do mercado, ocorre aumento das contradições sociais que alteram as condições de vida e saúde dos indivíduos. Problemas que envolvem a saúde e o ambiente na atualidade transformam territórios. Portanto, em meio à crise da ciência moderna, o desafio é produzir conhecimentos que modifiquem a realidade, mantendo a dignidade da vida das pessoas, o que talvez se aproxime do paradigma da complexidade conceituado por Morin (2011).

Muitas questões tornam-se visíveis ao refletir sobre a problemática do uso indiscriminado de agrotóxicos, principalmente as relacionadas ao desenvolvimento capitalista, bem como a sobrecarga aos limites da natureza, que impactam diretamente sobre os direitos à saúde. No “Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde”, ficam explícitos os desafios para a ciência quanto à segurança alimentar, saúde ambiental e sustentabilidade, evidenciando a crise do paradigma do agronegócio (CARNEIRO et al., 2015).

Nesta obra, Boaventura de Souza Santos ressalta que uma iniciativa como a da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco) em publicar o Dossiê, é uma luta de dimensão civilizatória que proporciona a geração de direitos fundamentais. Destaca a importância de o Dossiê ter construído o que o próprio autor conceitua como ecologia dos saberes.

Não basta somente reunirmos todo o conhecimento científico produzido pela ciência moderna, mas é preciso construirmos um verdadeiro diálogo entre as vozes que emergem dos territórios e que nos trazem informações que não estão nas grandes bases de dados oficiais. Tudo isso trabalhado em conjunto com os grupos acadêmicos locais, engajados na realização de uma ciência capaz de valorizar essas experiências, construindo um conhecimento com grande potencial de transformar este mundo (CARNEIRO et al., 2015, p. 203).

Nesse sentido, reflexões epistemológicas e teóricas devem ultrapassar os preconceitos existentes nas universidades. Ainda em relação à temática que envolve os agrotóxicos, o autor menciona que promover diálogos entre saberes distintos é uma ferramenta útil para avançar e



lutar contra um modelo de desenvolvimento que considera os cuidados com o ambiente e a saúde como uma barreira para garantir o progresso (CARNEIRO; KREFTA; FOLGADO, 2014). A ecologia de saberes, que pode ser compreendida também como uma integração do conhecimento científico com os demais tipos de conhecimento, permite a construção de uma sociedade mais democrática e equilibrada em suas relações com o meio ambiente (SANTOS, 2008).

Nessa perspectiva da integração, pode-se apontar o olhar ecossistêmico sobre os campos dos saberes, que se apresenta como alternativa para minimização de problemáticas entre saúde e ambiente, partindo do reconhecimento da importância das relações com a natureza e a sociedade. É necessária a integração interdisciplinar da saúde e do ambiente por meio do desenvolvimento da ciência e da tecnologia (GÓMEZ; MINAYO, 2006), na compreensão de um novo conceito de normalidade, que aproxime e integre o conhecimento científico com os aspectos éticos, ambientais e socioeconômicos.

Com a influência da política de mercado centrada no capital, permanentemente propagandas no Brasil trazem como *slogans* as frases: “Agro é *tech*, agro é *pop*, agro é tudo” (REDE GLOBO, 2020), com a intensão de demonstrar a importância do agronegócio para a vida da população, para o Brasil como produtor de alimentos e riquezas, evidenciando somente o impacto positivo para a economia, desconsiderando as implicações do uso indiscriminado de agrotóxicos.

Nos veículos de comunicação, poucas entrevistas ou documentários demonstram a importância da agroecologia, assim como os efeitos negativos do uso dos agrotóxicos sobre o meio ambiente e à saúde. Quando demonstram, são projetos agroecológicos discretos, ou ainda tentativas não aplicáveis em grande escala. A partir desse cenário, é possível observar apenas o lado eficaz da ciência e tecnologia, que aliadas, estão envolvidas em relações de poder e influenciam no cotidiano, pois nem sempre seus produtos são totalmente benéficos à sociedade (ANDRADE; ALMEIDA, 2017).

Ao identificar as últimas alterações de projetos de lei relacionados ao uso de agrotóxicos no Brasil, discute-se sobre o incentivo, à utilização irrestrita desses compostos em detrimento dos resultados de pesquisas realizadas, e de pareceres de órgãos como o Instituto Nacional de Câncer (INCA), que alertam sobre os danos ao meio ambiente e à saúde coletiva. Verifica-se

que os interesses econômicos sobre o comércio dos agrotóxicos fazem ignorar o Princípio da Precaução, a proteção do meio ambiente e da saúde humana (POZZETTI; GOMES, 2018).

O agronegócio em expansão envolve mecanismos políticos e tecnológicos, e vem gerando muitos conflitos. O aumento da produtividade com o agronegócio é evidente, porém, há um contraponto ao verificarmos que a agricultura gera elevados lucros, mas não contribui para ao menos amenizar o problema da fome no mundo (CARNEIRO et al., 2015). Como um paradoxo, mesmo que as áreas cultiváveis aumentem, não ocorre distribuição adequada de alimentos para a população (FREITAS; PORTO, 2006).

Enquanto alguns pesquisadores envolvem-se com pesquisas que apontam os efeitos nocivos dos agrotóxicos para a população e meio ambiente, outros continuam a apoiar estudos que impulsionem a transgenia e uso ilimitado de insumos sintéticos. Observa-se, portanto, um ponto de tensão entre a comunidade científica.

Mariconda (2014), ao mencionar as implicações epistemológicas e éticas de práticas comuns das empresas de biotecnologia na área da agricultura, destaca que “um aspecto de ampla repercussão epistemológica e ética consiste em que todo o sistema de regulação está perpassado pelo segredo”. O autor explica que desde a proteção da transgenia por patentes até a elaboração dos pareceres técnicos, em comissões de bioética para liberar ou acompanhar a comercialização e o uso de agrotóxicos, sob processos confidenciais, há uma tensão característica relacionada aos procedimentos científicos. Relata que:

[...] por um lado, as patentes (científicas e técnicas) produzem uma tensão epistemológica com a cláusula, ligada à objetividade, da publicidade dos resultados científicos (com prejuízo da universalidade e imparcialidade do conhecimento); por outro lado, a confidencialidade em pareceres éticos e científicos sobre aplicações tecnológicas, que exigem *expertise* (conhecimento especializado) tem graves implicações éticas, porque a confidencialidade exige de responsabilidade pessoas (indivíduos) que tomam decisões importantes, tais como, por exemplo, a de manter a comercialização sem restrições do Glifosato ou do 2,4-D, com base em razões científicas insuficientes, ou até mesmo contra evidências científicas certificadas (MARICONDA, 2014, p. 778).

Neste caso, o autor deixa explícita a questão de negação dos danos à saúde humana e animal, já comprovados cientificamente, provocados pelo milho e soja transgênicos, a propaganda enganosa sobre a segurança de seu uso, bem como a continuação de incentivo à utilização de agrotóxicos, apesar das evidências dos seus efeitos cancerígenos e teratogênicos (CARNEIRO et al., 2015; IARC, 2017; IARC, 2018).



De acordo com Santos (1989), a crise da ciência é também uma crise da epistemologia, visto que com a dogmatização da ciência passamos a nos questionar sobre o desenvolvimento gerado de maneira desigual, que não traz soluções aos problemas de milhares de pessoas. Devemos produzir “um conhecimento prudente para uma vida decente” (SANTOS, 2006).

Como os avanços tecnológicos não trouxeram somente progresso à população, mas também problemas como degradação ambiental e diferenças sociais, evidencia-se a crise do paradigma dominante (SANTOS, 2010). Considerando o atual cenário de inadequação desse paradigma, torna-se necessário buscar para as pesquisas propostas, bases mais centradas na complexidade, distanciando a lógica racionalista, para aproximar o sujeito das pesquisas a um cenário social, cultural e histórico.

Diante do exposto, para exprimir as realidades de seus fenômenos, e posteriormente pensar em alternativas para solucionar ou amenizar os problemas, é necessário considerar a incompletude dos conhecimentos, superando o pensamento simplificador (HABERMAS, 2011). No cenário atual, com as contradições e desafios da ciência tradicional, deve-se considerar uma educação voltada para a complexidade, que procura não somente entender o lado racional das coisas, como também o lado mais humano e social dos estudos. Esta complexidade, preocupada com as demandas sociais, busca contribuir para a emancipação e autonomia dos sujeitos (RODRIGUES, 2008).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante da problemática apresentada, percebe-se a necessidade de percorrer novos caminhos para superar desafios na produção do conhecimento, associando a ciência aos saberes culturais, verificando também as demandas sociais. Para a melhor compreensão do todo, deve-se analisar os processos frente à complexidade da realidade, respeitando saberes e podendo assumir uma postura que permita bons diálogos e escuta.

Pesquisas que envolvam o tema “uso de agrotóxicos” podem permitir a construção de conhecimentos dirigidos a múltiplas questões e problemas, relacionados ao uso indiscriminado destes compostos, seja nos campos da saúde, das ciências ambientais e sociais. Deve-se lembrar de que a ciência e a tecnologia podem ser utilizadas a favor da justiça social e da sustentabilidade ambiental, o que vem surgindo aos poucos como uma iniciativa para amenizar os danos causados ao ambiente e à saúde das populações.

Contudo, observa-se que o paradigma da complexidade não trará todas as soluções esperadas para sanar fragilidades, nem conduzirá a uma maior proximidade da verdade. Ao desenvolver um olhar sobre a complexidade, estando ciente de que não há possibilidade de deter o conhecimento do todo, pode-se aprimorar os diferentes modos de pensar na área da saúde.

## REFERÊNCIAS

ALONZO, H. G. A.; CORRÊA, C. L. Praguicidas. In: OGA, Seizi. *Fundamentos de Toxicologia*. 4ª ed. São Paulo: Atheneu, p. 323-341, 2014.

ANDRADE, M. A. S.; ALMEIDA, R. O. *O ensino de ciências a partir de uma questão sociocientífica sobre agrotóxicos na perspectiva CTSA*. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, p. 1-8, 2017. Disponível em: [<http://abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1280-1.pdf>]. Acesso em: [28 out. 2018].

BOMBARDI, L. M. *Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia* - São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296 p. Disponível em: [<https://www.tempusactas.unb.br/index.php/tempus/article/view/1530/1289>]. Acesso em: [10 nov. 2018].

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária/Departamento de Sanidade Vegetal e Insumos Agrícolas/Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Ato nº 48, de 19 de junho de 2019. *Diário Oficial da União*, Brasília, Seção 1, p. 6, 22 jul. 2019. Disponível em: [<https://www.in.gov.br/web/dou/-/z...-201622868>]. Acesso em: [05 mar. 2020].

CARNEIRO, F. F.; KREFTA, N. M.; FOLGADO, C. A. R. A práxis da Ecologia de Saberes: entrevista de Boaventura de Souza Santos. *Tempus, actas de saúde coletiva*, Brasília, v. 8, n. 2, p. 331-338, jun. 2014. Disponível em: [[https://drive.google.com/file/d/1ci7nzJpm\\_J6XYNkdv\\_rt-nbFmOETH80G/view](https://drive.google.com/file/d/1ci7nzJpm_J6XYNkdv_rt-nbFmOETH80G/view)]. Acesso em: [10 nov. 2018].

CARNEIRO, F. F. (Org.). Saúde, Ambiente e Sustentabilidade. In: *Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. 624p. Disponível em: [<https://abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/>]. Acesso em: [12 out. 2018].

CARSON, R. *Primavera silenciosa*. São Paulo: Gaia Editora, 2010.

CREMONESE, C. et al. Exposição a agrotóxicos e eventos adversos na gravidez no Sul do Brasil, 1996-2000. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 7, p. 1263-1272, 2012. Disponível em: [[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2012000700005&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-311X2012000700005&script=sci_abstract&tlng=pt)]. Acesso em: [23 out. 2018].

DE SOUSA, R. Á. D.; PEREIRA, L. A. Agronegócio e Agrotóxico: uma parceria para o (in) sucesso da produção de alimentos. *ORG & DEMO*, v. 20, n. 1, p. 27-44, 2019. Disponível em: [[https://www.researchgate.net/publication/336735258\\_Agronegocio\\_e\\_Agrotoxico\\_uma\\_parceria\\_para\\_o\\_in\\_sucesso\\_da\\_producao\\_de\\_alimentos](https://www.researchgate.net/publication/336735258_Agronegocio_e_Agrotoxico_uma_parceria_para_o_in_sucesso_da_producao_de_alimentos)]. Acesso em: [05 out. 2018].

DIAMANTI-KANDARAKIS, E. et al. Endocrine disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. *Endocrine Reviews*, v. 30, n. 4, p. 293–342, 2009. Disponível em: [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19502515/>]. Acesso em: [10 nov. 2018].

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 212 p. Disponível em: [<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>]. Acesso em: [07 fev. 2019].

FOLGADO, C. A. R. Sistema Normativo de Agrotóxicos na Contemporaneidade. *Revista Jurídica da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)*, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: [<http://periodicos.uefs.br/ojs/index.php/revistajuridica/article/view/1819>]. Acesso em: [20 jan. 2019].

FREIRE, C.; KOIFMAN, S. Pesticide exposure and Parkinson's disease: Epidemiological evidence of association. *Neurotoxicology*, v. 33, n. 5, p. 947-971, 2012. Disponível em: [<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0161813X1200126X?via%3Dihub>]. Acesso em: [15 fev. 2019].

FREITAS, B. M. C. *Marcas da modernização da agricultura do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi: uma face da atual reestruturação socioespacial do Ceará*. 2010. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010. Disponível em: [[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UECE-0\\_a7cda2a6e73cdc0a8791f4c15b8487b5](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UECE-0_a7cda2a6e73cdc0a8791f4c15b8487b5)]. Acesso em: [12 mar. 2019].

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. S. *Saúde, ambiente e sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2006.

GOMÉZ, C. M.; MINAYO, M. C. DE S. Enfoque ecossistêmico de saúde: uma estratégia transdisciplinar. *InterfacEHS Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, v.1, n.1, p. 1-19, 2006. Disponível em: [<https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2020/09/Enfoque-Ecossistmico-em-Saude-transdisciplinar.pdf>]. Acesso em: [06 mar. 2019].

HABERMAS, J. *A lógica das ciências sociais*. 2.ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

HE, T. et al. Organochlorine pesticides accumulation and breast cancer: A hospital-based case-control study. *Tumor Biology*, v. 39, n. 5, p. 1-6, 2017. Disponível em: [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28459199/>]. Acesso em: [18 abr. 2019].

HESS, S. *Ensaio sobre a poluição e doenças no Brasil*. 1 ed. São Paulo: Outras Expressões, 2018. 344 p.

IARC – Internacional Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. *Some organophosphate insecticides and herbicides*. Volume 112. France: IARC, 2017. 454 p. Disponível em: [<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol112/index.php>]. Acesso em: [01 nov. 2018].

IARC. International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. *DDT, Lindane and 2,4-D*. Volume 113. France: IARC, 2018. 454 p. Disponível em: [<https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/DDT-Lindane-And-2-4-D-2016>]. Acesso em: [01 mar. 2020].

LOBO, T. M.; BOLAÑOS, A. Micronúcleos: biomarcador de genotoxicidad en expuestos a plaguicidas. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, v. 18, n. 2, p. 18-26, 2014. Disponível em: [[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-71382014000200005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-71382014000200005)]. Acesso em: [03 mar. 2020].

LONDRES, F. *Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida*. 1 ed. Rio de Janeiro: 2011. 190 p. Disponível em: [<https://br.boell.org/sites/default/files/agrotoxicos-no-brasil-mobile.pdf>]. Acesso em: [05 mar. 2020].

LORENZATTO, L. B. *et al.* Rural workers exposure to organophosphates and carbamates. *RBCIAMB*, v. 55, n. 1, p. 19-31, 2020. Disponível em: [[http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/528](http://rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/528)]. Acesso em: [05 jun. 2020].

MACHADO, L. C. P.; MACHADO FILHO, L. C. P. *A dialética da agroecologia*. 1 ed. São Paulo: Expressão Popular, 2014.

MARICONDA, P. R. Epistemologia e ética na liberação comercial de sementes GM pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio). *Scientiæ studia*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 767-83, 2014. Disponível em: [<https://www.scielo.br/pdf/ss/v12n4/1678-3166-ss-12-04-00767.pdf>]. Acesso em: [10 mar. 2020].

MARTINS, C. M. R. *Estudo da influência do uso de agrotóxicos e de polimorfismo do gene GSTT1 na etiologia de fissuras labiopalatais em pacientes do Estado do Pará*. 2014. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, 2014. Disponível em: [[http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/5948/1/Dissertacao\\_EstudoInfluenciaUso.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/5948/1/Dissertacao_EstudoInfluenciaUso.pdf)]. Acesso em: [05 fev. 2020].

MEEKER, J. D. Exposure to environmental endocrine disrupting compounds and men's health. *Maturitas*, v. 66, n. 3, p. 236-41, 2010. Disponível em: [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20347536/>]. Acesso em: [02 fev. 2020].

MIRET, N. V. *et al.* Impact of endocrine disruptor hexachlorobenzene on the mammary gland and breast cancer: The story thus far. *Environmental Research*, v. 173, n. 1, p. 330-341, 2019. Disponível em: [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30951959/>]. Acesso em: [16 fev. 2020].

MONNERET, C. What is an endocrine disruptor? *Comptes Rendus Biologies*, v. 340, n. 9-10, p. 403-405, 2017. Disponível em: [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29126512/>]. Acesso em: [10 mar. 2020].

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Tradução Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 4. ed., 2011. 120 p.

MOSTAFALOU, S.; ABDOLLAHI, M. Pesticides: an update of human exposure and toxicity. *Archives of Toxicology*, v. 91, n. 2, p. 549-599, 2017. Disponível em: [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27722929/>]. Acesso em: [10 mar. 2020].

POZZETTI, V. C.; GOMES, W. R. B. O princípio da precaução e o pacote do veneno: o projeto de lei nº 6.299/2002 e as estratégias para enfraquecer a fiscalização dos agrotóxicos no Brasil. *Revista de direito agrário e agroambiental*, v. 4, n. 2, p. 71-90, 2018. Disponível em: [<https://indexlaw.org/index.php/rdaa/article/view/5012>]. Acesso em: [02 mar. 2020].

REDE GLOBO. Agro. *Agro: A indústria-riqueza do Brasil*. 2020. Disponível em: [<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/agro-a-industria-riqueza-do-brasil/>]. Acesso em: [26 ago. 2020].

RENGIFO, C. H. Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, v. 25, n. 4, p. 403-409, 2008. Disponível em: [<http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v25n4/a10v25n4.pdf>]. Acesso em: [23 abr. 2020].

RIGOTTO, R. M. et al. Tendências de agravos crônicos à saúde associados a agrotóxicos em região de fruticultura no Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 763-773, 2013. Disponível em: [[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415790X2013000300763&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415790X2013000300763&script=sci_arttext&tlng=pt)]. Acesso em: [05 mar. 2020].

ROCHA, E. S. S. Fundações privadas americanas e suas relações com o desenvolvimento científico. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, v. 9, n. 17, p. 201-236, 2017. Disponível em: [<https://periodicos.furg.br/rbhcs/article/view/10647/pdf>]. Acesso em: [05 mar. 2020].

RODRIGUES, Z. A. L. Paradigma da ciência, do saber e do conhecimento e a educação para a complexidade: pressupostos e possibilidades para a formação docente. *Educar*, n.32, p.87-102, 2008. Disponível em: [[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010440602008000200008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010440602008000200008&script=sci_abstract&tlng=pt)]. Acesso em: [16 mar. 2020].

SANTOS, B. S. *A gramática do tempo: para uma nova cultura política*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, B. S. *Conhecimento prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado*. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

SANTOS, B. S. *Introdução a uma ciência pós-moderna*. 5.ed. Rio de Janeiro: Graal, 1989.



SANTOS, B. S. *Um discurso sobre as ciências*. São Paulo: Cortez, 7. ed., 2010.

SIMONIELLO, M. F.; KLEINSORGE, E.; CARBALLO, M. Evaluación bioquímica de trabajadores rurales expuestos a pesticidas. *Medicina (B Aires)*, v. 70, n. 6, p. 489-498, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/262614558\_Evaluacion\_bioquimica\_de\_trabajadores\_rurales\_expuestos\_a\_pesticidas]. Acesso em: [10 jan. 2020].

VEIGA, M. M.; SILVA, D. M.; VEIGA, L. B. E.; FARIA, M. V. C. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, v. 22, n. 11, p. 2391- 2399, 2006. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0102-311X2006001100013]. Acesso em: [11 abr. 2020].

WEICHENTHAL, S.; MOASE, C.; CHAN, P. A review of pesticide exposure and cancer incidence in the agricultural health study cohort. *Environmental Health Perspectives*, v. 118, n. 8, p. 1117-1125, 2010. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1413-81232012000100028]. Acesso em: [20 jan. 2020].

# CAPÍTULO 26

## TERRITÓRIO, TERRITORIALIDADE EM UM POSSÍVEL DESENVOLVIMENTO: REVISITANDO NOÇÕES, GERANDO E APLICANDO CONCEITOS

Mitali Daian Alves Maciel  
Alessandra Troian

### RESUMO

Utilizar as noções de território, territorialidade e de desenvolvimento territorial requer clareza sobre os significados destes conceitos, sobretudo, acerca dos componentes do território como processo social, bem como em relação à compreensão das territorialidades como elemento importante para a construção do desenvolvimento territorial. Nesse sentido, tendo em conta a pluralidade das relações entre as temáticas, o presente estudo analisou como a noção de território tem sido investigada na busca por desenvolvimento territorial, a partir de suas territorialidades. Metodologicamente, a pesquisa possui abordagem qualitativa e caráter descritivo, a partir de revisão bibliográfica e, como técnica de análise, utilizou-se a interpretação das informações reunidas. Como resultado, tem-se que os estudos que contemplam as noções, por terem caráter plural e multidisciplinar, têm se desenvolvido em distintas áreas do conhecimento. A aplicação das perspectivas tem sido utilizada em análises, principalmente, acerca dos processos de (sub) desenvolvimento, das políticas públicas, da pobreza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Conhecimento; Prática; Pesquisa; Desenvolvimento territorial.

### INTRODUÇÃO

A noção de território desde sua gênese possui um caráter multidisciplinar e complexo, sua definição é alvo de constantes debates teóricos e conceituais. Nesse sentido, a concepção dispõe de diferentes e distintas conceituações, dependendo da área do conhecimento, sua definição ultrapassa, muitas vezes, a concepção de espaço físico e geográfico (ALBAGLI, 2004). O território se estabelece como uma construção social, de interações a partir de identidades, de sentimentos de pertencimento, de simbolismos aos lugares, de relações de poder e de conflitos, construídas dentro de um espaço abstrato, que está em constante movimento. No entanto, é comum em todas as conceituações, o território ser o espaço que molda as ações humanas, ao mesmo tempo, é moldado por elas (SAQUET 2007; OLIVEIRA, 2020).

Utilizar o conceito de desenvolvimento territorial requer clareza sobre os significados destes e sobre os componentes do território como processo social (SAQUET; BRISKIEVICZ, 2009). Nesse sentido, emerge a noção de territorialidade compreendendo como um processo de relações sociais, tanto econômicas, como políticas e culturais de um indivíduo ou de um grupo



social. A territorialidade corresponde às relações sociais e às ações que os indivíduos têm com sua natureza exterior, configurando-se como o resultado do processo de produção de cada território, sendo essencial para a construção da identidade e para a organização da vivência em determinado contexto territorial (RAFFESTIN; 2003; SAQUET; BRISKIEVICZ, 2009).

Com efeito, torna-se necessário a compreensão das principais concepções de território e territorialidade e de seus elementos constituintes, como orientação teórico-conceitual, importante nos processos de pesquisa e na construção de projetos de desenvolvimento territorial (RÜCKERT, 2005). O conceito de desenvolvimento territorial, refere-se a processos de mudança socioeconômica, de caráter estrutural, delimitados geograficamente e passa a ser usado como uma ideia de progresso, de expansão, de crescimento econômico com certo grau de autonomia (ALMEIDA FILHO, 2006). O foco da discussão de desenvolvimento territorial destaca a importância dos atores locais, construindo um projeto capaz de gerar sinergias positivas para o espaço em que atuam, de forma articulada às políticas públicas implantadas pelo Estado. E, dependendo do caráter do projeto de desenvolvimento, haverá a preservação dos traços identitários e simbólicos de cada território e dos atores de cada localidade (CORRÊA, 2009).

Na atualidade, questões relacionadas às noções e definições de território ganham novos contornos, a partir de uma perspectiva de análise que se distancia de aspectos e definições estritamente geográficos, em forma de lugares e mapas. Passa-se então, a considerar o todo, o contexto social e a carga que é inerente a cada território, como também a maneira que esses aspectos são transbordados para a sociedade (MAIA, 2022). Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar como a noção de território tem sido investigada na busca por desenvolvimento territorial, a partir de suas territorialidades. Como orientação metodológica, a pesquisa possui abordagem qualitativa e caráter descritivo, a partir de revisão bibliográfica, em teses, dissertações e artigos científicos. Como técnica de análise, utilizou-se a análise interpretativa das informações reunidas.

À vista disso, este artigo teórico discorre sobre as noções de território, utilizando as suas diversas concepções e busca debater os aspectos relacionados às territorialidades para a promoção do desenvolvimento territorial. A motivação de estudar a temática emerge de sua relevância acadêmica e pertinência empírica na compreensão de caminhos para uma construção de desenvolvimento territorial, por meio da observação das características particulares de



formação dos territórios. O estudo está estruturado da seguinte forma, além desta introdução, a próxima seção apresenta o desenvolvimento do tema, fundamentado nas diversas concepções sobre território; na sequência, versa-se sobre as características que compreendem a formação das territorialidades; na continuação, reflexões sobre desenvolvimento territorial. Posteriormente, apresentam-se alguns estudos empíricos em que as noções de território, territorialidade e o desenvolvimento territorial têm sido aplicados e, por fim, as considerações finais e as referências utilizadas.

## **O TERRITÓRIO: MÚLTIPLAS FACETAS**

A palavra território, a partir de sua construção etimológica, deriva do latim, *territorium*, proveniente do vocábulo *terra* e se traduz em uma porção de terra apropriada. Devido às suas diversas construções, o termo território, essencialmente, apresenta várias significações. E de forma genérica, é empregado para caracterizar uma área da superfície da Terra, em que indivíduos, grupos sociais e instituições disputam pela consolidação de seus interesses (ALBAGLI, 2004).

Esses nortes teóricos estão embasados a partir de um (re)conhecimento conceitual sobre território. De acordo com Santos (2005), até os anos 1970 o território era conceito de lugar ou espaço físico. A partir desse período são agregadas importantes considerações à noção de território, onde o uso e ocupação passam a ser definidor de um território, e não apenas seu espaço geográfico. Assim são acrescentadas ao território outras perspectivas de discussão, considerando ainda diferentes dimensões (SANTOS, 2005).

Nesse sentido, tem-se uma nova definição de território, que passa a ser caracterizado pelo uso e ocupação social, em perspectivas multidimensionais, as quais consideram fatores materiais e imateriais, junto a ações humanas e sociais para assim construir e consolidar o território. Dentro desses fatores, estão atributos físicos como recursos naturais, populações, relevo, fauna, flora, clima, entre outros e, atributos intangíveis como sociedade, tradição, cultura, crenças, modo de vida, e outros (SANTOS, 2005; SCHNEIDER, 2009; SAQUET, 2012; OLIVEIRA, 2020).

De acordo com Saquet e Alves (2014), a concepção de território, quando estudada minuciosamente, dispõe de elementos essenciais para a interpretação de fenômenos e processos sociais e espaciais. Logo, é primordial entender as diferentes abordagens e concepções a fim de optar pela mais adequada metodologicamente, em consonância com o objeto a ser estudado.



Assim, complementam os autores, mencionando que o cerne da concepção de território está nas relações sociais e nas intermediações entre a natureza e a sociedade.

Conforme Haesbaert (2004a), o conceito de território é característico das análises geográficas por se reportar às espacialidades humanas, porém o autor destaca que o território, é também estudado por outras áreas do conhecimento. Sendo assim, a dimensão física do território equivale à sua materialidade, por meio das configurações territoriais que são descritas. Nessa dimensão, a conceituação do território evidencia a preocupação com termos geográficos, relativos à dinâmica socioespacial.

Do ponto de vista da explicação geográfica, inicialmente, o conceito de território tem caráter político-jurídico de utilização, sendo definido como uma porção da superfície terrestre delimitada, que se reserva para uma coletividade humana e é construída em função de suas necessidades. No momento atual, o conceito de território, a partir do estudo geográfico, tem explorado outros objetos, como: a dominação ligada ao poder de uma área dominada, através de controle territorial; os limites materializados pelas fronteiras, que decorre diretamente da competência jurídica, a qual se encontra na expressão de administração do território. E de forma renovada, vem sendo entendido nas ciências sociais, a partir das relações sociais expressas nas formas do poder político, cultural e econômico (VALE; SAQUET; DOS SANTOS, 2005).

Os estudos e as bibliografias recentes têm analisado a formação do território ultrapassando a delimitação física e geográfica, assim o território engloba a noção de espaço ocupado. Isto é, o espaço por meio da interação dos homens entre si e com a natureza, que estabelecem as configurações do território. Sendo que nessas interações, relações e inter-relações, se encontram as relações de poder, tanto verticais como horizontais, havendo beneficiados e excluídos (ALBAGLI, 2004; SANTOS, 2005; OLIVEIRA, 2020).

Dessa forma, a noção de território nas ciências sociais engloba pesquisas no campo da economia, ciência política, sociologia, antropologia, e também, na psicologia (HAESBAERT, 2004a). Na área da economia, o conceito de território compreende de forma geral, “em que medida a localização espacial de determinado recurso ou atividade produtiva pode influenciar no seu custo e na formação dos preços relativos dos produtos” (SCHNEIDER, 2009, p. 3), sendo entendido nesses termos, como a base de exploração de recursos para acúmulo de riquezas.



Na ciência política, a noção de território é investigada a partir das relações de poder, associadas ao Estado. Na dimensão política ou sociopolítica, o território é concebido como um meio para interações sociais e relações de dominação (referente a quem e como domina ou influencia). Assim, a organização territorial concebe os tipos de interação e de relação entre os diferentes atores, tanto locais como externos e, entre os diversos espaços e subespaços que o compõem, podendo ser caracterizado por diferentes níveis de hierarquia, dominação, poder, reciprocidade e complementaridade (ALBAGLI, 2004).

Na perspectiva da antropologia, da sociologia e da psicologia, o território é percebido como a estrutura e o produto da formação de identidades individuais e coletivas, provocando sentimentos de pertencimento, particularidades e de simbolismo aos lugares. Assim, analisa-se o território pelos aspectos de identidade de construção do capital social, pois parte-se da ideia de que os contornos de ação coletiva entre os atores sociais são dependentes da formação das identidades dos grupos sociais que participam e da utilização de um espaço social definido (SCHNEIDER, 2009).

Por esse prisma, o território abarca a dimensão simbólica, a qual identifica um conjunto específico de relações culturais e afetivas entre um grupo e lugares particulares, de apropriação por meio de símbolos de uma porção do espaço por determinado grupo, configurando-se, assim, como elemento constitutivo de sua identidade (ALBAGLI, 2004). E nesse sentido, o território se desenvolve como espaço ocupado e moldado pelas relações e disputas humanas, que se manifestam por meio de um capital simbólico, em que as lutas coletivas e individuais determinam, legitimam e validam as representações sociais, sendo que:

Capital simbólico, isto é, capital - sob qualquer forma - na medida em que é representado, ou seja, apreendido simbolicamente, em uma relação de conhecimento ou, mais precisamente, do desconhecimento e reconhecimento, pressupõe a intervenção do *habitus*, como uma capacidade socialmente constituída cognitiva (BOURDIEU, 1986, p. 254).

Deste modo, a noção de território ganha contornos tanto materiais quanto simbólicos, que se estabelecem no relacionamento entre os atores sociais e o espaço, colaborando para a determinação dessas relações, como também, sendo determinado por elas (SAYAGO et al., 2006). Com tal característica, o território extrapola a delimitação do espaço físico ocupado e usado e passa a ser uma referência cultural que se manifesta através da identidade dos indivíduos em relação ao espaço que ocupam e usam. Por isso, somente existirá território, ao



passo que, haja debate sobre a relação entre o espaço e poder e/ou entre o poder e formas de dominação do espaço (SCHNEIDER, 2009).

Ainda segundo o autor, o espaço que antes remetia ao reducionismo de uma simples delimitação física e geográfica tem passado por mudanças e vem incorporando as relações humanas, bem como a interação do homem com o meio. Neste sentido, diversas são as noções dentro dessa perspectiva teórica, caracterizando-se como um conceito transversal e fecundo de perspectivas (SCHNEIDER, 2009).

Outrossim, as diferenças e desigualdades territoriais residem tanto em suas próprias características físicas e sociais, como na forma em que se inserem em estruturas mais amplas. Cada território é, portanto, moldado a partir da combinação de condições e forças internas e externas, devendo ser compreendido como parte de uma totalidade espacial (ALBAGLI, 2004). Destarte, a próxima seção versa sobre territorialidades.

## **TERRITORIALIDADES: UMA REFLEXÃO A PARTIR DOS TERRITÓRIOS**

Conforme Haesbaert (2004b), um território não pode ser concebido de modo isolado, ele se estabelece como uma consequência de articulações conjunturais e estruturais, em que atores ou grupos sociais estão subordinados em determinado período, tornando-se, diretamente conectado ao modo e ao tempo de produção atual. Ainda segundo o autor, a territorialidade é produto das relações culturais, econômicas e políticas, por essa razão, apresenta-se sob diversas formas, reproduzindo uma inhomogeneidade espacial, cultural e paisagística.

A territorialidade é uma representação geográfica da prática do poder em certa área, logo, esses elementos que compõem a formação do território constituem a territorialização (HAESBAERT, 2004b). Saquet (2007) complementa sobre territorialidade, argumentando sobre a relação entre o sentimento de pertencer e o modo de agir de um indivíduo ou de grupos sociais, contextualmente inseridos em determinado espaço geográfico. Ainda segundo o autor, são essas interações e inter-relações entre atores e lugares que sustentam as territorialidades, as quais são definidoras da multidimensionalidade que há em um território.

Desse modo, a partir do território, manifestam-se as territorialidades, isto é, relações entre um indivíduo ou grupo social e seu meio de referência, que se expressam num sentimento de pertencimento e no modo de agir no âmbito de determinado espaço geográfico, pois, compreende-se que os comportamentos humanos devem ser analisados também em sua



dimensão espacial. Dessa maneira, um território é constituído por diversas territorialidades, que representam a totalidade dos aspectos concretos e abstratos, objetivos e subjetivos, materiais e imateriais, de emoções e percepções (HAESBAERT, 2004a).

Em esfera individual, a territorialidade se refere ao espaço pessoal imediato, que em muitos contextos culturais é considerado um espaço inviolável. Já em nível coletivo, a territorialidade se torna também, um meio de regular as interações sociais e reforçar a identidade do grupo ou comunidade. A territorialidade reflete, então, o vivido territorial em toda sua abrangência e em suas múltiplas dimensões. Sendo que, as práticas sociais são moldadas na relação com seu meio de referência, adquirindo contornos particulares em áreas geográficas específicas e se articulando em diferentes contextos históricos (ALBAGLI, 2004).

A territorialidade pode ser vista ainda, como um fenômeno de organização do espaço em territórios diversos, considerados exclusivos por seus ocupantes e por uma relação com o espaço, considerando os demais atores. Ademais, apresenta-se como um elemento de coesão social, fomentando a sociabilidade e a solidariedade, mas pode ser também a fonte ou o estímulo para hostilidades e exclusões. Logo, para conhecer um território, é necessário estudar as suas territorialidades, as quais são inerentes e estão interligadas à subjetividade dos indivíduos (SAQUET, 2012).

De acordo com Saquet e Sposito (2008), ao se discutir territorialidade e desenvolvimento territorial, necessita-se compreender que em diversos ambientes, há relações de poder, em âmbito multidimensional, bem como intencionalidades, metas e objetivos. E de igual modo, há a apropriação concreta e simbólica do espaço geográfico, mediante práticas que englobam o espaço, o tempo e o território, como composição das relações sociedade-natureza. Assim, diante da explanação apresentada sobre territorialidade, a próxima seção aborda sobre o desenvolvimento territorial.

## **DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL: A CONSTRUÇÃO A PARTIR DO TERRITÓRIO E DAS TERRITORIALIDADES**

O desenvolvimento territorial se caracteriza a partir da constituição de uma entidade produtiva enraizada num espaço geográfico. Em primeira análise, pode ser definido como o mecanismo de designação de todo processo de mobilização dos atores que se direcionam a elaboração de uma estratégia de adaptação aos limites externos, baseando-se na identificação coletiva com uma cultura e um território, fazendo-se aparecer e mobilizar serviços, recursos e



capacidades escondidas, dispersas ou subutilizadas a favor do bem comum (PECQUEUR, 2005).

O desenvolvimento, em outros termos, relaciona-se à exploração das potencialidades locais primando pela preservação dos recursos naturais. Devido a isso, evidencia-se a valorização dos aspectos sociais, econômicos e culturais da sociedade local, ultrapassando as análises exclusivamente econômicas. Prioriza-se também, as instituições públicas locais, a autonomia das finanças públicas e o investimento de excedentes em setores sociais estratégicos. Ou seja, pensar em desenvolvimento requer não apenas considerar a eficiência econômica e a agregação de valor, mas também buscar colaborar para a melhoria na qualidade de vida dos indivíduos (SAQUET; SPOSITO, 2008).

Nesse sentido, o desenvolvimento territorial busca evidenciar, estimular e mobilizar a articulação dos atores sociais ao extrair o melhor do território e potencializá-lo, por meio de políticas públicas apropriadas. Essa construção deve ser viabilizada através de uma dinâmica virtuosa, ao longo do tempo, posto que o pensamento precisa estar em movimentação para compreender os movimentos do território e do desenvolvimento. Em vista disso, a territorialidade e o desenvolvimento territorial se alicerçam nas relações sociais, sociais-naturais, sociais-espirituais, em conflitos, contradições e interações, contendo heterogeneidade, mudanças, permanências e diferenças. E, de igual importância, a compreensão da cultura e da identidade pelos atores são elementos fundamentais na elaboração de projetos de desenvolvimento territoriais (SAQUET, 2012).

Assim, o enfoque territorial assume um importante destaque no debate sobre o desenvolvimento, na medida em que os maiores entraves devem ser solucionados no próprio espaço, onde o território passa a ser a unidade de referência para o desenvolvimento. Diante disso, a concepção de desenvolvimento territorial, não pode ser definida apenas a partir dos fatores econômicos, por isso devem ser considerados outros aspectos como as raízes históricas, as configurações as políticas, as identidades, as redes, as convenções, o capital social e as instituições (SAYAGO et al., 2006).

A particularidade de cada desenvolvimento é determinada pela maneira como se produzem as relações sociais em cada território. O que diferencia o desenvolvimento entre dois diferentes locais é a condição de cada um em favorecer a coordenação dos distintos fatores e potencialidades locais, colocando-os a serviço da resolução dos problemas da localidade. O



desenvolvimento seria então entendido como um processo de mudança social, com expectativas territorialmente localizadas e geradoras de cidadania. Porém, é preciso reconhecer que não é possível integrar todos de maneira satisfatória em uma economia capitalista, nem ter como objetivo o desenvolvimento de uma coletividade sob a lógica estritamente de mercado (BARQUEIRO, 2000).

Para Abramovay (2005), o desafio maior das políticas de desenvolvimento territorial, encontra-se na criação de novas oportunidades para geração de renda e inserção social, das pessoas que se encontram em maior situação de vulnerabilidade e pobreza. Assim, o desenvolvimento seria, portanto, entendido como um processo de mudança social com expectativas territorialmente localizadas e geradoras de cidadania, usufruídas e empregadas sob a forma de poder, utilizando-o para mobilizar forças econômicas, sociais e políticas na conquista de seus resultados.

Na perspectiva de Sen (2000), o desenvolvimento se relaciona, sobretudo, à melhoria da qualidade de vida e das liberdades desfrutadas pelos indivíduos e às liberdades políticas e civis, sendo elementos constitutivos da liberdade humana e sua negação seria, em si, uma deficiência. Assim, entende-se a expansão das liberdades como o fim fundamental e, simultaneamente, o meio principal para o desenvolvimento, sendo necessária a remoção dos vários tipos de restrições que deixam as pessoas com poucas escolhas e oportunidades para exercerem as suas ações, permitindo a liberdade de ações e decisões, como oportunidades reais que as pessoas têm, dadas as suas circunstâncias pessoais e sociais.

O desenvolvimento territorial compõe um processo que mobiliza os atores e o uso dos recursos, via identificação coletiva e construção social (PECQUEUR, 2005). Em consideração a isso, a abordagem do desenvolvimento territorial carrega a proposição de que o desenvolvimento deve focalizar no território e suas dinâmicas, englobando as perspectivas sociais, políticas, econômicas e institucionais (SCHNEIDER; TARTARUGA, 2004). A seguir, o quadro 1, apresenta as perspectivas sobre território, territorialidade e desenvolvimento territorial consideradas no estudo.

**Quadro 1:** Perspectivas das temáticas abordadas e as principais referências.

Noções	Descrição das características	Fontes
Território	<ul style="list-style-type: none"><li>- Espaço usado e ocupado;</li><li>- Espaço de acontecer social;</li><li>- Fatores geográficos, sociais, políticos, econômicos, antropológicos;</li><li>- Fatores materiais e imateriais.</li><li>- Relações de poder;</li><li>- Sentimento de pertencimento;</li><li>- Construções simbólicas.</li></ul>	Albagli (2004) Santos (2005) Souza (2005) Rocha e Paula (2006) Schneider e Tartaruga (2004) Schneider (2009) Saquet (2012) Oliveira (2020)
Territorialidade	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sentido de pertencer, de identidade e relação em determinado espaço geográfico;</li><li>- Relações de poder, história e multiformes.</li></ul>	Albagli (2004) Haesbaert (2004b) Schneider (2009)
Desenvolvimento territorial	<ul style="list-style-type: none"><li>- Potencialmente indutor de mudanças a partir das dotações do território em harmonia com as territorialidades locais;</li><li>- Compreende o contexto e o espaço local;</li><li>- Mobilização de atores e uso dos recursos;</li><li>- Melhor utilização das potencialidades.</li></ul>	Pecqueur (2005) Santos (2005) Schneider e Tartaruga (2004) Saquet e Sposito (2008) Saquet (2012) Oliveira (2020)

**Fonte:** Adaptado de Maia (2022).

As abordagens, em boa medida, convergem aos processos históricos e relacionais e, ao mesmo tempo, à formação de cada território, em particular. Em um movimento mais amplo de maneira consistente e sistemática, relaciona-se também à discussão e promoção qualitativa do território. De acordo com Saquet (2012), torna-se fundamental considerar, portanto, na abordagem territorial as relações campo-cidade-urbano-rural, bem como as relações produção-circulação-troca-consumo, como também, as relações de poder multidimensionais (econômicas, políticas e culturais), e as identidades, diferenças e desigualdades. Ainda segundo o autor, a perspectiva de avanço na construção de uma abordagem histórico-crítica de forma a promover a explicação, representação e transformação dos territórios orientam e subsidiam propostas de desenvolvimento de maneira democrática, solidária, cooperativa e justa. Posto isso, na próxima seção, apresenta-se alguns estudos com aplicações da abordagem territorial.

## A APLICAÇÃO DAS NOÇÕES TERRITORIAIS NA PRÁXIS

Os estudos acerca do território, da territorialidade e dos processos de desenvolvimento territorial, por terem caráter plural e multidisciplinar, têm se desenvolvido em distintas áreas do conhecimento. A aplicação da perspectiva tem sido utilizada para análises acerca dos processos de (sub) desenvolvimento, das políticas públicas, da pobreza, entre outros. Trata-se de um movimento no qual se busca integrar teoria e empiria, conceitos e práticas, para que os conhecimentos produzidos no âmbito acadêmico possam impactar de maneira assertiva na resolução de problemáticas sociais vivenciadas pelos sujeitos estudados.



Nesse sentido, destaca-se a pesquisa desenvolvida por Silveira (2018), que utilizou a abordagem para analisar as contribuições das vitícolas e das vitivinícolas da Campanha Gaúcha, através do uso do Marketing de Lugares, na promoção do desenvolvimento do território. Os resultados indicam que as vitícolas e vitivinícolas têm contribuído com ações que desenvolvem o marketing e marca do lugar, por transmitirem imagens e referências que transparecem o *terroir* e elementos que caracterizam a cultura, história e folclore local.

De acordo com Silveira (2018), as estratégias desenvolvidas pelos empreendimentos se relacionam aos elementos ressaltados nos rótulos dos vinhos e espumantes, que representam de forma mais expressiva o território e fortalecem o marketing e a marca do lugar. Os empreendedores demonstram ter orgulho do território e transmitem nos desenhos artefatos e monumentos que retratam a cultura, o folclore e movimentos tradicionais da Campanha Gaúcha, além das típicas paisagens e elementos geográficos. As estratégias contribuem para transmitir e fortalecer a imagem do território, criando percepções e sentimentos capazes de aproximar os consumidores do lugar por remeter a lembranças e sentimentos ou instigar a relação de curiosidade.

Saquet (2018) socializou reflexões a partir de três projetos de cooperação com produtores agroecológicos e moradores da periferia urbana da cidade Francisco Beltrão/PR. Os projetos foram Projeto Vida na Roça, Projeto Vida no Bairro e o Projeto Agricultura familiar agroecológica nos municípios do Sudoeste do Paraná, como estratégia de inclusão social e desenvolvimento territorial. O autor evidenciou a descoberta do território – que ocorre quando se coloca em cena a identidade distintiva do território, que o diferencia dos demais, induzindo-se sentimentos de pertencimento e partilha, juntamente com a própria gestão dos conflitos a partir da definição de interesses e objetivos comuns – como componente fundamental do desenvolvimento de base local, cultural e ecológica.

Assim como, Saquet (2018) identificou a centralidade da criação e/ou qualificação da consciência de classe e de lugar na ativação de territorialidades voltadas para a cooperação, a solidariedade, a luta e a resistência política diante das forças hegemônicas do capital e do Estado burguês. O autor constatou ainda que, a promoção do desenvolvimento territorial na localidade contém mudanças e permanências, tradições e identidades, relações de pertencimento e confiança, redes de cooperação e especialização produtiva, ancoragens e proximidades, mercado e reciprocidade.



O estudo realizado por Colin e Pelicioni (2018) analisou as ações voltadas ao desenvolvimento da Vila de Paranapiacaba, localizada no município de Santo André, São Paulo, verificando em que medida essas ações fortaleceram a territorialidade e a promoção da saúde. Por meio das técnicas de análise documental e história oral, os sujeitos abordados foram adultos de ambos os sexos indicados pela técnica de bola de neve. Os principais resultados apontaram que os processos educativos e de inclusão social promovidos pelo poder público, quando realizados de forma contínua e participativa, reforçaram a ação comunitária.

Por outro lado, Colin e Pelicioni (2018), observam que a descontinuidade na gestão pública enfraqueceu a participação e desencadeou um processo de desapropriação do espaço social, uma vez que a comunidade não conseguiu se organizar e se empoderar. Os autores concluem que os processos educativos contínuos são fundamentais na construção da territorialidade e do empoderamento, assim como o engajamento social e a negociação são essenciais para o exercício da autonomia, a fim de que a comunidade protagonize sua própria história na construção de políticas públicas voltadas à promoção da saúde.

Já pesquisa feita por Cazella et al. (2019), buscou identificar os recursos e ativos territoriais específicos da Serra Catarinense que possam constituir uma oferta compósita no processo de formação de uma Cesta de Bens e Serviços Territoriais (CBST). Para tanto, os autores partiram da realidade do território da Serra Catarinense, em especial no que se refere a um levantamento preliminar desses tipos de recursos e ativos territoriais, capazes de catalisar ações de desenvolvimento que desviam do modelo produtivista hegemônico.

A investigação realizada por Cazella et al. (2019), aponta que a abordagem de CBST – a qual coloca no centro do processo de desenvolvimento territorial os produtos e serviços de qualidade associados a características peculiares de determinados territórios, a maioria deles marginalizados, até então, pelos processos de desenvolvimento hegemônico – apresenta-se como um aporte teórico-metodológico inovador para a compreensão das novas definições e ressignificações de ações de desenvolvimento em espaços rurais no Brasil. Como resultados no contexto empírico analisado, as iniciativas de criação de Indicações Geográficas para o queijo artesanal serrano, maçã, vinhos de altitude e o mel de melato, bem como o turismo rural se caracterizam como potencialidades do território no desenvolvimento de iniciativas que consolidem uma CBST.



Scapin (2021), em sua pesquisa de mestrado, utilizou as noções de território para analisar a contribuição do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) no desenvolvimento territorial de Nova Palma e Pinhal Grande, localizados na Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul. A partir de uma análise histórica dos dados do programa de 1999 a 2019 e da realização de entrevistas com agentes de desenvolvimento e agricultores familiares que acessaram o programa, a pesquisadora identificou que o Pronaf acaba desempenhando um papel significativo no desenvolvimento do território, visto que os agricultores familiares acessaram os recursos do programa para fomentar as atividades dentro de seus estabelecimentos.

A pesquisa de Scapin (2021) evidencia que o Pronaf, no território em estudo, tem contribuído tanto para a territorialização da agricultura familiar, como para a sua desterritorialização e uma possível reterritorialização. Nos mais de 20 anos de atuação o Pronaf está contribuindo em partes para o desenvolvimento territorial de Nova Palma e Pinhal Grande. Através dos recursos disponibilizados pelo programa, os agricultores familiares conseguiram expandir as áreas de plantio, comprar insumos de qualidade e investir em maquinários, e com isso aumentou-se a produtividade. Os agricultores passaram a ter mais renda devido à produção, reduziu-se a penosidade do trabalho no campo, em função da mecanização adotada, otimizou-se a infraestrutura das propriedades, e conseqüentemente, melhorou a qualidade de vida dos agricultores familiares e sua família. No entanto, em certos momentos o programa, deixa às margens as características culturais dos agricultores, o saber fazer, as experiências e costumes, a cooperação entre vizinhos, voltando-se para a produção de *commodities*.

Maia (2022) analisou a contribuição da agricultura e da pecuária familiar agroecológica no processo de desenvolvimento territorial do Pampa Gaúcho. No estudo, o autor identificou que os agricultores familiares agroecológicos têm em sua relação com território tendências aos movimentos de des-re-territorialização, pois em sua maioria migraram para o Pampa Gaúcho, em especial, a partir dos assentamentos da reforma agrária, carregando suas origens, raízes e culturas, o que contribui para a construção de um novo território. Já os pecuaristas familiares agroecológicos, segundo Maia (2022), têm em sua relação com Pampa Gaúcho, tendências à territorialização e à territorialidade, posto que suas famílias e antepassados têm origem no território. Em algumas dessas famílias, inclusive, a relação com o Pampa Gaúcho vem desde a formação do território. Isso resulta na inter-relação entre o território e os pecuaristas familiares,



dado que o modo de vida no Pampa Gaúcho para esses atores está alicerçado na relação com os recursos naturais, considerando ainda atributos materiais, como o campo nativo e as paisagens, e atributos imateriais, como cultura e tradições.

Ademais, Gomes e Marcusso (2022) analisaram a relação do turismo, território cervejeiro e a territorialidade, tendo como comprovação empírica a rota da cerveja do Rio de Janeiro, especificamente, a Serra Verde Imperial. Para a análise foi realizada revisão bibliográfica, análise de dados secundários nos órgãos públicos e das associações ligadas ao turismo cervejeiro, bem como entrevista semiestruturada com a coordenação da rota cervejeira.

Como resultados, Gomes e Marcusso (2022) destacam que há relação intrínseca entre o território cervejeiro com o turismo constituído por meio das territorialidades advindas da relação de produção local, neste caso, potencializada e referenciada a partir da cervejaria, território produtivo que estimula o desenvolvimento local. De maneira geral, os autores evidenciaram que a formação dos territórios da cerveja, a promoção do turismo e o desenvolvimento local estão permeados da ação dos agentes locais, sendo que cada etapa do processo se complementa e a governança territorial se apresenta como orquestradora de todas as ações conduzindo o futuro da localidade.

À face do exposto, os estudos citados são apenas algumas implicações empíricas que demonstram a diversidade dos enfoques relacionados às noções de território, territorialidades e desenvolvimento territorial, ou seja, não se tem como objetivo exaurir a discussão. Como observado, as aplicações são amplas e capazes de contribuir para investigações multidimensionais, bem como acompanhar as transformações territoriais em um ambiente cada vez mais globalizado. Isso posto, passa-se as considerações finais do estudo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Sem a pretensão de esgotar o assunto, para que ocorra uma sinergia entre o território, as territorialidades e o desenvolvimento territorial, é necessário a compreensão que a ação não pode ser estabelecida a partir de uma intervenção ou força externa, precisa emergir de dentro do espaço em questão, a partir das percepções e perspectivas dos atores sociais locais sobre as oportunidades desse território.

Os aportes teóricos construídos direcionam cada um ao seu modo, a propostas de formação do território referente à identidade territorial, à solidariedade, à cooperação entre os



atores sociais. A priori, é fundamental um diálogo equilibrado e propositivo entre os sujeitos, grupos e entidades sociais, para que seja um esforço coletivo e simultâneo em que metas, objetivos, funções e definições, sejam traçadas, derivando da concordância de ideias dos grupos envolvidos. Uma vez que, a relação de informações que retratam o universo em destaque deve considerar a formação econômica, histórica e social do território.

Assim, a própria participação é um fator determinante no sucesso de um projeto de desenvolvimento territorial. Visto que, nessa dinâmica, necessita-se de um Estado ativo, impulsionando as iniciativas locais, demonstrando que é possível a própria comunidade decidir o que é melhor para si, numa tentativa de viabilizar o desenvolvimento. Já que, a informação e a mobilização são fatores primordiais, para que a marca reguladora do Estado não coíba a potencialidade criativa que o processo de aquisição de autonomia tende a despertar. Dessa forma, o desenvolvimento do território perpassa pela oferta de serviços públicos apropriados com as carências dos cidadãos, infraestrutura adequada, distribuição equitativa da renda, inclusão social, sustentabilidade ambiental, articulações espaciais entre as localidades e sinergia entre a natureza, a sociedade e o Estado.

Portanto, para que o processo de desenvolvimento seja potencializado, torna-se importante o acesso à informação para que os atores sociais contextualizem criticamente o mundo. Os tempos recentes imprimem mudanças profundas, necessitando de sensibilidade e de razão para detectar quando, de que maneira, onde, por quem e por que, os movimentos em prol ao desenvolvimento acontecem. Sendo assim, é preciso mobilizar a criatividade e a inovação, incentivando a cooperação e o protagonismo do indivíduo em vários centros de decisões, ensejando a captação e a multiplicação de recursos endógenos para solução de entraves. Para isso, recomenda-se a inauguração de novas institucionalidades e novos processos participativos, democratizando decisões e procedimentos, a partir das características do território e de suas territorialidades.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N. Desenvolvimento territorial como expressão da perspectiva nacional do desenvolvimento: limites e potencial. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, São Domingos, v. 19, p. 94-116, 2006.

ABRAMOVAY, R. **Representatividade e inovação**. In: Seminário Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável, Brasília, v. 3, 2005. Disponível em: <http://ricardoabramovay.com/representatividade-e-inovacao/>. Acesso em: 18 jan. 2021.

ALBAGLI, S. Território e territorialidade. In: LAGES, V.; BRAGA, C.; MORELLI, G. (org.). **Territórios em movimento: cultura e identidade como estratégia de inserção competitiva**. Rio de Janeiro: RelumeDumará / Brasília: SEBRAE, 2004.

BARQUERO, A. V. Desarrollo Endógeno y Globalización. **Revista Eure**, Santiago do Chile, v.26, n.79, p. 47-65, 2000.

BOURDIEU, P. **As formas de capital**. In: J. Richardson (Ed.) Manual de Teoria e investigação em Sociologia da Educação. Nova Iorque:Greenwood, 1986, p. 241-258.

CAZELLA, A. A.; DE PAULA, L. G. N.; MEDEIROS, M.; TURNES, V. A. A construção de um território de desenvolvimento rural: recursos e ativos territoriais específicos. **Redes**, Santa Cruz do Sul, v. 24, n. 3, p. 49-74, 2019.

COLIN, E. C. da S.; PELICIONI, M. C. F. Territorialidade, desenvolvimento local e promoção da saúde: estudo de caso em uma vila histórica de Santo André, São Paulo. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 27, p. 1246-1260, 2018.

CORRÊA, V. P. Desenvolvimento territorial e a implantação de políticas públicas brasileiras vinculadas à esta perspectiva. **Boletim regional, urbano e ambiental**, Brasília, IPEA n. 3, p. 23-37, 2009.

GOMES, C. C.; MARCUSSO, E. F. Turismo e territorialidade: o território da cerveja da região serrana do Rio de Janeiro como vetor da governança e do desenvolvimento local. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, São Paulo, v. 16, 2022.

HAESBAERT, R. Des-caminhos e perspectivas do território. In: RIBAS, A. D.; SPOSITO, E. S.; SAQUET, M. A. (Orgs.). **Território e desenvolvimento: diferentes abordagens** Francisco Beltrão: Unioeste, 2004a.

HAESBAERT, R. Definindo território para entender a desterritorialização. In: HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004b.

MAIA, J. F. **O Pampa Gaúcho e a contribuição da agricultura e da pecuária familiar no processo de desenvolvimento territorial**. 2022. Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, RS, 2022.

OLIVEIRA, N. M. Território: contributo sobre distintos olhares. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, v. 9, n. 17, p. 43-62, 30 mar. 2020. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/304913946.pdf>. Acesso em: 02 jan.2021.

PECQUEUR, B. O desenvolvimento territorial uma nova abordagem dos processos de desenvolvimento para as economias do sul. **Raízes**, Campina Grande, v. 24 n. 1, p. 10-22, jan./dez., 2005.

RAFFESTIN, C. Imagens e identidade territoriais. In: DEMATTEIS, G.; FERLAINO, F. **II mundo e i luoghi**: geografias das identidades e da mudana. Torino: IRES, p. 3-11, 2003.

ROCHA, A. G. P.; PAULA, A. M. H. de. O uso do conceito de territ3rio na perspectiva do desenvolvimento rural. **Desenhahia**, Salvador, v.4, n.6, p.123-139, mar. 2006.

RÜCKERT, A. A. Reforma do Estado, reestrutura3es territoriais, desenvolvimento e novas territorialidades. **GEOUSP–Espao e Tempo**, S3o Paulo, n. 17, p. 79-94, 2005.

SANTOS, M. O retorno do territ3rio. **OSAL – Observat3rio Social de Am3rica Latina - Debates**, Buenos Aires, v. 6, n.16, p. 250-261, jan./abr. 2005. Dispon3vel em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf>. Acesso em 10 jul. 2022.

SAQUET, M. A. **Abordagens e concep3es de territ3rio**. S3o Paulo: Express3o Popular, 2007.

SAQUET, M. A.; BRISKIEVICZ, M. Territorialidade e identidade: um patrim3nio no desenvolvimento territorial. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 31, p. 3-16, 2009.

SAQUET, M. A.; SPOSITO, E. Territorialidade e desenvolvimento diferentes perspectivas no n3vel internacional e no Brasil. In: CANDIOTTO, L.; ALVES, A.; CARRIJO, B. (Orgs.). **Desenvolvimento territorial e agroecologia**. S3o Paulo: Express3o Popular, p. 15-31, 2008.

SAQUET, M. A. O desenvolvimento numa perspectiva territorial, multidimensional e democr3tica. **Resgate: Revista Interdisciplinar de Cultura**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 5–15, 2012.

SAQUET, M. A.; ALVES, A. F. Experi3ncias de desenvolvimento territorial em confronto. **Campo-Territ3rio: revista de geografia agr3ria**, Uberl3ndia, v. 9, n. 17, 2014.

SAQUET, M. A. A descoberta do territ3rio e outras premissas do desenvolvimento territorial. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, S3o Paulo, v. 20, p. 479-505, 2018.

SAYAGO, D.; TARTARUGA, I. G. P.; OLIVEIRA, M. M.; ECHEVERRI, R. **Desenvolvimento Sustent3vel e Territorialidade**: identidades etipologias. (Bases conceituais e proposta metodol3gica). Bras3lia: PCT/SDT/MDA-IICA, 2006.

SCAPIN, B. **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar**: o processo de (des) territorializa3o da agricultura de Nova Palma e Pinhal Grande/RS. 180 f. Disserta3o (Mestrado em Administra3o) – Programa de P3s-Gradua3o em Administra3o, Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 2021.

SCHNEIDER, S. Territ3rio, Ruralidade e Desenvolvimento. In: VEL3SQUEZ, F. L.; MEDINA, J. G. F. (Orgs.). **Las Configuraciones de los Territorios Rurales en el Siglo XXI**. 1 ed. Bogot3: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2009.



SCHNEIDER, S.; TARTARUGA, I. G. P. Território e abordagem territorial: das referências cognitivas aos aportes aplicados à análise dos processos sociais rurais. **Raízes**, Campina Grande, v. 23, n. 01 e 02, p. 99 a 116, jan./dez. 2004.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SILVEIRA, M. B. da. **Marketing de lugares como promotor do desenvolvimento territorial**: análise nas empresas vitícolas e vitivinícolas da região da campanha gaúcha. 236 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 2018.

SOUZA, M. A. A. de. Milton Santos, um revolucionário. In: SANTOS, M. O retorno do território. **OSAL – Observatório Social de América Latina - Debates**, Buenos Aires, v. 6, n.16, p. 250-261, jan./abr. 2005. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/osal/osal16/D16Santos.pdf>. Acesso em 10 jul. 2022.

VALE, A. L. F.; SAQUET, M. A.; DOS SANTOS, R. Al. O território: diferentes abordagens e conceito-chave para a compreensão da migração. **Revista Faz Ciência**, Francisco Beltrão, v. 7, n. 1, p. 11, 2005.

# CAPÍTULO 27

## IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE CAUSADOS PELO USO INADEQUADO DO SOLO: ESTUDO DE CASO EM ÁREA RURAL NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP, BRASIL

Ronaldo Alberto Pollo  
Ricardo Alberto Pollo  
Renan Lucas Pollo

### RESUMO

O avanço da utilização dos recursos naturais pelo homem em busca de uma maior produção de alimentos, tem acarretado consequências no meio ambiente com esgotamento de áreas agricultáveis, assoreamento de rios, represas e o desaparecimento de nascentes de água, levando a crise de abastecimento e escassez de água em centros urbanos com mudanças climáticas em muitas regiões. Com o avanço dos produtos de sensoriamento remoto, possibilitou-se estudar o meio ambiente de maneira mais eficaz, monitorando áreas estratégicas, delineando medidas para mitigação de impactos e melhor forma de gestão de áreas. Com o auxílio de imagens orbitais de alta resolução espacial, analisou-se os ambientes no ano de 2010 e 2016, cultivados com a cultura da cana-de-açúcar no município de Botucatu, interior do Estado de São Paulo-SP, Brasil, onde, constatou-se no primeiro momento, em 2010, um ambiente protegido ao longo dos recursos hídricos, com áreas próximas sendo cultivado com a cultura da cana-de-açúcar e na imagem posterior, de 2016, observou-se um ambiente perturbado com processos erosivos de grandes dimensões, do tipo laminar, evoluindo para grandes formações de erosões tipo voçorocas com grande movimento de massas, que acarretaram perda de área agricultável e carreamento de material erodido contendo insumos utilizados na agricultura para os corpos de água, causando o assoreamento e a diminuição de seu fluxo, alterando o habitat aquático da região e podendo causar o aumento de ocorrências de enchentes e alagamentos em centros urbanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Imagens orbitais, Erosão e Recursos hídricos.

### INTRODUÇÃO

A forma de utilização da terra visando apenas a produção agrícola, tem desencadeado processos irreversíveis nos ambientes naturais como solo e água, que necessitam de mudanças urgentes na gestão destes recursos.

Muitas causas de escassez de água e enchentes em centros urbanos e a constatação do aquecimento global, apontados como situações de processos naturais, na realidade, refletem pequenas e grandes ações realizadas pelo avanço nos processos que envolvem a produção de alimentos no campo, sob as mais variadas técnicas e formas de utilização do uso do solo.



A disponibilidade hídrica com boa qualidade é um fator muito importante para as futuras gerações e devem, além do respeito à legislação brasileira vigente sobre os ambientes aquáticos, utilizar-se de mecanismos para uma boa prática de gestão, delineando políticas para um desenvolvimento sustentável visando garantir o não esgotamento deste recurso.

Além das atividades que contribuem para as emissões de CO<sup>2</sup> como desmatamentos e mudanças nas formas de utilização do solo, seus efeitos são acarretados pela má gestão no trabalho de campo, diante das formas de produção agrícola, mediante práticas insuficientes de conservação do solo e água. Seus efeitos atingem amplamente, além da paisagem e habitats locais, diversas regiões da terra, ocasionando mudanças com alteração nos ciclos naturais do planeta.

O uso das tecnologias inovadoras e o conhecimento das fragilidades dos ambientes naturais e seu poder de depuração diante das ocorrências negativas causadas pelo homem, devem ser utilizadas na construção de um trabalho com transferência de conhecimento para uma integração agroambiental com sustentabilidade em projetos futuros, e principalmente, de reparabilidade nos ciclos prejudicados pela atividade humana desregulada.

A utilização de imagens de satélite de alta resolução espacial direcionadas ao estudo dos ambientes terrestres e mais precisamente, dos elementos da cobertura e uso do corpo exterior do solo, em seus intervalos de tempo, refletem o registro da realidade passada e presente, possibilitando estudos temporais e avaliação destes ambientes sedimentando ainda, dados empíricos com constatações reais que podem contribuir em possíveis elucidações de conduta criminosa no uso ilegal desses recursos naturais.

Moreira et al. (2007), afirmam que o Google Earth disponibiliza imagens digitais que possibilitam uma visão sinóptica da área estudada, sendo muito importantes nos estudos e observações das mudanças ocorridas na área ambiental.

Araújo (2017), utilizando imagens de satélite de alta resolução espacial, recomenda a realização de estudos em que se integrem imagens antigas e atuais para avaliar as mudanças espaciais, territoriais e paisagísticas de regiões.

Simon e Trentin (2009), afirmaram que as imagens do Google Earth mostraram se adequadas e de grande potencial na elaboração de séries temporais de uso da terra.



O presente estudo objetivou a análise da paisagem em duas imagens de alta resolução espacial do *Google Earth Pró*, de área agricultável e sua influência nos recursos hídricos de um afluente do rio Lavapés, no município de Botucatu-SP, Brasil, mostrando como se encontrava este ambiente no ano de 2010 e no ano de 2016, após ocorrências de problemas ambientais. Constatou-se o rompimento sequencial das curvas de nível em área agrícola e consequentemente o surgimento de erosões tipo laminar e voçoroca com grandes movimentos de massas que foram carreados e depositados ao longo dos cursos d'água.

## **OBJETIVOS**

O presente estudo objetivou a análise da paisagem em duas imagens de alta resolução espacial do *Google Earth Pró*, de área agricultável e sua influência nos recursos hídricos de um afluente do rio Lavapés, no município de Botucatu-SP, Brasil, mostrando como se encontrava este ambiente no ano de 2010 e no ano de 2016, após ocorrências de problemas ambientais.

## **METODOLOGIA**

A área analisada sobre ocorrência de problemas ambientais, está contida em área rural no município de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, nas coordenadas geográficas 48°26'50" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e 22°45'37" de latitude Sul.

Foi utilizada a carta planialtimétrica digital do IBGE com equidistância de 20 metros, folha: SF-22-R-IV-3 - Botucatu-SP, para o cálculo das coordenadas de localização e análise da hidrografia local, (IBGE, 1973).

Foram utilizadas 2 imagens de satélite de alta resolução espacial nas datas de 25/07/2010 e 17/06/2016 do banco de imagens do Google Earth Pro (2017), analisadas e interpretadas visualmente, em área sob produção agrícola com a cultura da cana-de-açúcar e o córrego sob impacto ambiental, sendo um afluente do rio Lavapés.

No programa *Google Earth Pró*, em comparação com a imagem de 2010, foram observadas ocorrências de grandes erosões do tipo laminar e voçoroca para o ano de 2016, onde através do comando “adicionar polígono”, em estilo circunscrito, foram digitalizadas em seus limites e posteriormente calculadas as medidas de área em hectares das erosões contidas na área em estudo. Já para a profundidade da voçoroca, foi utilizado o comando “mostrar régua”, onde mediu-se o limite da sombra na superfície do solo até o fundo da voçoroca e também, este mesmo processo foi utilizado para medição da extensão da voçoroca.

Com base na média entre as profundidades (alturas), larguras e tendo-se o comprimento da voçoroca, calculou-se o volume médio de material erodido (terra + insumos agrícolas) que foram carregados para o interior do rio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, observa-se na imagem de satélite no ano de 2010, área com cana-de-açúcar que está subdividida em talhões entre estradas e vegetação natural como proteção no entorno do rio principal e seu afluente.

**Figura 1:** Área rural com cultivo de cana-de-açúcar e vegetação natural ao longo dos cursos d'água, em 2010.



Fonte: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

A imagem do ano de 2016, Figura 2, analisou-se, após a colheita da cana-de-açúcar, o rompimento das curvas de nível ocasionada pelas chuvas, onde observou-se o surgimento de grande erosão tipo voçoroca, com ocorrência de vultuoso movimento de massa que foi transportado e depositado ao longo dos recursos hídricos.

**Figura 2:** Rompimento das curvas de nível, surgimento da voçoroca e deposição do material erodido nos cursos d'água, em 2016.



**Fonte:** GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

As alterações na área agricultável, nas áreas com vegetação natural e corpos d'água são visíveis perante o deslocamento de material erodido carreado, alterando toda vegetação ciliar e o sistema de drenagem natural do rio, depositando muitos sedimentos e fertilizantes químicos utilizados na lavoura, causando a eutrofização com conseqüente contaminação e alteração na qualidade dessas águas, podendo causar a redução da biodiversidade aquática, indiretamente na terrestre, conflito de escassez de água em áreas urbanas e em outras regiões, e em muitos casos, o seu desaparecimento.

Lagadec et al. (2016), relatam que a transferência de poluentes causados com a perda de solo são impactos que os processos hidrológicos impõem ao ambiente.

Visualiza-se práticas de proteção do solo do tipo terraços em toda área agrícola afetada, no entanto, parecem ser deficientes, inadequadas ou mal calculadas, pois, aceleraram os processos erosivos, onde deveriam ter o propósito de aumentar a infiltração da água no solo para diminuir a velocidade de escoamento ou direcioná-las para caixas de contenção de água afim de evitar cenários de degradação dos ambientes naturais e um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

Foram obtidas no ambiente perturbado, uma área de 2 hectares de erosão laminar, seguida de 1,16 hectares para a voçoroca com uma extensão de 662 metros, com uma profundidade média de 11 metros e um volume médio de movimento de massa transportado

para os recursos hídricos da ordem de 127.435 metros cúbicos que foram depositados ao longo de seus cursos d'água.

A erosão do solo é um problema considerado de nível global e representa um grande problema também no Brasil (RABELO; ARAÚJO, 2019).

Na Figura 3 observa-se em imagem aproximada de 2016 o tamanho de um maquinário agrícola em “A”, em comparação ao tamanho da voçoroca em “B”, onde visualiza-se a grande perturbação com perda considerável de solo em área agricultável, que demandará grande esforço no refazimento desta área para o retorno de área produtiva analisada no ano de 2010.

**Figura 3:** Maquinário agrícola em “A”, em comparação ao tamanho da erosão tipo voçoroca em “B”.



**Fonte:** GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

Vieira (2008), afirma que a degradação do solo por meio da erosão tipo voçoroca que apresenta queda em blocos das camadas do solo, tem causado inúmeros transtornos às populações localizadas tanto em áreas rurais como urbanas nas últimas décadas. Desta maneira, Araújo et al. (2019), descreve a erosão como um fenômeno frequente, podendo ser causado por complexas interações entre diversos fatores naturais e antrópicos, que podem provocar a intensificação do processo erosivo.

Na Figura 4, observa-se o depósito do material erodido da voçoroca ao longo do afluente e do rio Lavapés.

**Figura 4:** Assoreamento do afluente e do rio Lavapés em área rural no município de Botucatu-SP.



**Fonte:** GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

Carvalho et al. (2020), afirmam que faz-se necessário analisar os atributos do meio físico em conjunto com as atividades antropogênicas em relação as suas práticas de manejo de utilização do uso e cobertura do solo.

A degradação ambiental ocasiona a perda das funções ecossistêmicas e consequentemente a incapacidade da manutenção dos serviços ecossistêmicos, afetando negativamente os modos de vida e a segurança alimentar de bilhões de pessoas no mundo (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

A década de 2021-2030 foi declarada pela Organização das Nações Unidas (ONU), como a Década da Restauração de Ecossistemas, garantindo a soberania alimentar, o suprimento de água e a conservação da biodiversidade, de modo a fomentar a restauração em diversos biomas, auxiliando na luta contra as mudanças climáticas (FAO, 2019).

Para um planejamento mais eficaz na gestão destas áreas, dentro das práticas de conservação do solo, recomenda-se estudos técnicos para locação de curvas em nível, devendo ser observadas rigorosamente o dimensionamento conforme a declividade do terreno, tipo de solo, espaçamento vertical, horizontal e construção de bacias de contenção de água ao longo de estradas rurais, visando reduzir o escoamento superficial, melhorando desta forma a infiltração de água no solo e reduzindo a ocorrência de processos erosivos.



O uso das tecnologias inovadoras e o conhecimento das fragilidades dos ambientes naturais e seu poder de depuração diante das ocorrências negativas, devem ser utilizadas na construção de um trabalho com transferência de conhecimento para uma integração agroambiental com sustentabilidade, promovendo benefícios mais duradouros a sociedade, respeitando os ambientes naturais dos danos causados em sua maior parte, pela ação antrópica.

Em conjunto, também verifica-se a importância de fomentar uma cooperação contínua e duradoura em diferentes áreas específicas, unindo-se as camadas de um desenvolvimento agroindustrial sustentável, bem como, um aprimoramento da atuação de órgãos públicos sobre estas demandas, melhoramento legislativo municipal e na criação de planos urbanísticos de incentivo a preservação imediata sobre estas regiões muito afetadas no presente.

## CONCLUSÕES

Com base nas imagens orbitais temporais de alta resolução espacial, registrou-se inconformidades ambientais causados pelo rompimento em série das curvas de nível em área agricultável, com o surgimento de erosão tipo laminar evoluindo para voçoroca, com concentração do fluxo da água e carreamento de grande volume de material erodido para o leito dos cursos d'água do rio Lavapés.

Foi possível compreender e visualizar as mudanças ocorridas e o impacto ambiental da erosão com a perda de solo em área de plantio e o impacto sobre os recursos hídricos, causado pelo assoreamento, com diminuição de seu fluxo e possível contaminação, alterando desta forma, o habitat aquático e terrestre da região e podendo causar o aumento de ocorrências de enchentes e alagamentos em centros urbanos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. E. DE. **Educação cartográfica: uso de imagens de sensoriamento remoto e mapas antigos no estudo da ocupação de Candeias e Barra de Jangada**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação). Universidade Federal de Pernambuco, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/25445/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Franciele%20Eunice%20Araujo.pdf>>. Acesso em 18 mai. 2019.

ARAÚJO, I. R. G.; GOMES, E. R.; GONÇALVES, R. M.; QUEIROZ, H. A. A. Estimativa do Índice de Vulnerabilidade à Erosão Costeira (Ivc) para o Litoral do Piauí, Brasil. **Rev. Brasileira de Geomorfologia**. V. 20, No. 1, p. 105-118, São Paulo. 2019. Disponível em: <<https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1260>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

CARVALHO, A. P. P.; CARVALHO, A. C. P.; LORANDI, R.; DI LOLLO, J.A.; MOSCHINI, L. E.; COLLARES, E.G. Estudo do meio físico quanto à erosão acelerada como diagnóstico para análise da disponibilidade hídrica em sub-bacias hidrográficas no Estado de São Paulo – Brasil. **Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade**, v.1, n.2, Pág. 97-109, 2020. Disponível em: <[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/rlaac\\_sustentabilidade/article/view/2549/2298](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/rlaac_sustentabilidade/article/view/2549/2298)>. Acesso em: 04 dez. 2020.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. (2019). The state of the world's **Biodiversity for Food and Agriculture**. Commission on genetic resources for food and agriculture Assessments, 529 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

GOOGLE EARTH PRO. **Google Inc**, 2017. Disponível em: <[earth.google.com/](http://earth.google.com/)>. Acesso em: 10 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica**: folha Botucatu- SF-22-R-IV-3. Serviço do IBGE on line. Mapeamento Topográfico, 1973. Escala 1:50.000. Disponível em: <[https://geofp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/folhas\\_topograficas/editoradas/escala\\_50mil/botucatu27353.pdf](https://geofp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/editoradas/escala_50mil/botucatu27353.pdf)>. Acesso em 20 mai. 2020.

LAGADEC, L. R.; PATRICE, P.; BRAUD, I.; CHAZELLE, B.; MOULIN, B.; DEHOTIN, J.; HAUCHARD, E.; BREIL, P. Description and evaluation of a surface runoff susceptibility mapping method. **Journal of Hydrology, Elsevier**, v. 541, p. 495–509, 2016. Disponível em: <<https://hal.inrae.fr/hal-02605193/document>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2002. Ecosystems and human well-being; Opportunities and challenges for business and industry. **World Resources Institute**, v. 5. Washington, DC. Disponível em: <<http://www.who.int/entely/globalchange/ecosystems/ecosys.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.

MOREIRA, M. A.; BARROS, M.A.; DE FARIA, V. G. C.; ADAMI, M. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 241, p. 27-37, 2007. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/artigos/TecnologiaInformacaoCafeMG.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2020.

RABELO, D. R.; ARAÚJO, J. C. Estimativa e Mapeamento da Erosão Bruta na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó, Brasil. In: **Rev. Bras. Geomorfol.** (Online), São Paulo, v.20, n.2, p.361-372, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/332132557\\_ESTIMATIVA\\_E\\_MAPEAMENTO\\_D\\_A\\_EROSAO\\_BRUTA\\_NA\\_BACIA\\_HIDROGRAFICA\\_DO\\_RIO\\_SERIDO\\_BRASIL/fulltext/5cc9fc2992851c8d2213f1e3/ESTIMATIVA-E-MAPEAMENTO-DA-EROSAO-BRUTA-NA-BACIA-HIDROGRAFICA-DO-RIO-SERIDO-BRASIL.pdf](https://www.researchgate.net/publication/332132557_ESTIMATIVA_E_MAPEAMENTO_D_A_EROSAO_BRUTA_NA_BACIA_HIDROGRAFICA_DO_RIO_SERIDO_BRASIL/fulltext/5cc9fc2992851c8d2213f1e3/ESTIMATIVA-E-MAPEAMENTO-DA-EROSAO-BRUTA-NA-BACIA-HIDROGRAFICA-DO-RIO-SERIDO-BRASIL.pdf)>. Acesso em: 07 jul. 2022.

SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. Ar@cne. **Rev. Electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales**, n. 116, 2009. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/ aracne/aracne-116.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais.** (Tese de doutorado em Geografia): Programa de Pós-Graduação em Geografia. UFSC, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91352>>. Acesso em: 20 set. 2019.

# CAPÍTULO 28

## CENÁRIO DA COLETA SELETIVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Samara Avelino de Souza França  
Raphael Tobias de Vasconcelos Barros

### RESUMO

Fragilidades na gestão de resíduos sólidos refletem no esgotamento dos recursos ambientais, degradação de ecossistemas, além de danos à saúde humana. Para entender a problemática da gestão de RSU, mais especificamente da coleta seletiva, nos estados da Amazônia Brasileira, utilizaram-se informações secundárias, para 2010 e 2019, extraídas do “Painel de Informações sobre Saneamento”, “Panorama dos resíduos sólidos no Brasil”, e “Anuário da Reciclagem”. A presente pesquisa revelou um cenário de estagnação dos índices de coleta seletiva na Amazônia Brasileira, além de três grandes questões: (1) inconsistências e/ou falta de informações, imprescindíveis para que decisões técnicas e políticas estejam amparadas em dados corretos e confiáveis; (2) que as diferentes esferas de governo precisam perceber o caráter estratégico da reciclagem, compreendendo o seu potencial de geração de trabalho e renda, proteção do meio e da vida; e (3) que é preciso pensar a gestão priorizando as etapas anteriores à geração de resíduos sólidos, como a não geração e redução. Portanto, a ampliação da coleta seletiva é uma medida promissora, mas que atualmente necessita de priorização por parte das gestões municipal e estadual.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Sólidos; Coleta Seletiva; Amazonia Brasileira.

### INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece diretrizes básicas relativas à gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, completou dez anos em 2020. Embora no aspecto teórico, os princípios, objetivos e instrumentos trazidos pela PNRS sejam fundamentais para orientar as ações de estados e municípios, numa perspectiva prática ainda são grandes os desafios de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Destaca-se também que, mesmo diante de uma política nacional, o Brasil é um país heterogêneo, com diversidade geográfica, cultural, populacional, ambiental entre outros, estando a Amazônia brasileira num patamar de especificidades que - particularmente - influenciam no modo como deve ser aplicada esta legislação.

Trata-se de um cenário no qual 79% das cidades (357 municípios) ainda encaminham seus resíduos para aterros controlados ou lixões (ABRELPE, 2020), onde há a menor concentração (5%) de catadores de materiais recicláveis (ANCAT; PRAGMA SOLUÇÕES

SUSTENTÁVEIS, 2020) e cujas fragilidades na gestão de resíduos acelera o esgotamento dos recursos ambientais a degradação de ecossistemas e da qualidade de vida da população (ANETOR, 2016; ZOLNIKOV et al., 2018).

Sabendo que na PNRS a maior preocupação foi tutelar o meio ambiente de uma maneira mais comprometida e responsável, destaca-se um dos seus instrumentos: a coleta seletiva, prevista no inciso III do Art. 8º, bem como o incentivo a criação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (inciso IV do art.8º), com vista a garantir gestão adequada dos resíduos sólidos, considerando o relevante papel das organizações de catadores no tocante à diminuição da quantidade de RSU e de externalidades negativas ao meio e à saúde humana (BRASIL, 2010)

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi analisar a prestação do serviço de coleta seletiva na Amazônia brasileira, em 2010 e 2019, considerando que no fluxograma de gestão de RSU essa etapa possui importante função de diminuição dos gastos com a limpeza urbana e a geração de emprego e renda pela comercialização dos recicláveis. Logo essa análise pode auxiliar no planejamento e execução ações prioritárias nesse campo da gestão de RSU, embora considerando que o ideal seria que as ações focassem na não geração de resíduos e/ou redução.

## **METODOLOGIA**

### **ÁREA DE ESTUDO**

A Amazônia Brasileira, composta por 450 municípios, engloba sete Estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Embora possua área de aproximadamente 3 milhões de km<sup>2</sup>, cerca de 40% do território nacional, a Amazônia Brasileira abriga cerca de 8% (18.672.591 hab) da população do país, com uma densidade demográfica baixa quando comparada às outras regiões brasileiras (IBGE, 2020).

### **LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS**

Para entender como a coleta seletiva vem sendo tratada na região norte, foi constituído uma pesquisa descritiva de natureza quali-quantitativa por meio de dados secundários, onde se utilizaram como principais fontes: o “Panorama dos resíduos sólidos no Brasil”, “Painel de Informações sobre Saneamento” e “Anuário da Reciclagem”, mostrados no Quadro 1. Além disso utilizaram-se publicações sobre coleta seletiva na Amazônia Brasileira por meio de um levantamento de artigos científicos.

**Quadro 1:** Dados secundários extraídos para a Pesquisa segundo fonte e ano.

<b>Informações</b>	<b>Fonte</b>	<b>Ano</b>
Municípios com iniciativa de coleta seletiva Investimento nos serviços de limpeza urbana	“Panorama dos resíduos sólidos no Brasil” (ABRELPE, 2020)	2010 e 2019
População Total % Coleta Seletiva	“Painel de Informações sobre Saneamento” (SNIS, 2020)	2010 e 2019
Número de Associações/Cooperativas Renda Média Preço médio de venda dos materiais	“Anuário da Reciclagem” (ANCAT; PRAGMA SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 2020)	2019

**Fonte:** Autora, 2021.

O “Panorama dos resíduos sólidos no Brasil” é uma publicação da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), que desde 2003 traz informações gerais do setor de resíduos sólidos, cujas informações são obtidas junto às associações e entidades gestoras específicas.

Em sua edição mais recente (2020) trouxe um complicado da gestão de resíduos no país na última década, discutindo o futuro na gestão de RSU e tendências para as próximas décadas. Assim, engloba informações sobre geração, coleta regular e abrangência dos serviços, coleta seletiva, destinação final, recursos aplicados e empregos diretos gerados, logística reversa e dados sobre reciclagem.

O “Painel de Informações sobre Saneamento” é uma plataforma virtual criada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) na qual é possível visualizar informações sobre o conjunto de serviços e de infraestrutura do país, inclusive de resíduos sólidos, seja a nível de municípios, estado e país.

Finalmente, o “Anuário da Reciclagem” é uma publicação da Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis e Pragma Soluções Sustentáveis, composta por informações de 607 (34%) das 1.829 organizações de catadores de materiais recicláveis mapeadas no país em 2019.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### PANORAMA DA COLETA SELETIVA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Analisando os dados do SNIS (2020), mostrados na Tabela 1, salienta-se que diante uma representatividade amostral expressamente diferente entre os dois anos analisados, fizeram-se algumas inferências, pois a amostra para 2010 foi de 35 Municípios e 239 para a década seguinte.

**Tabela 1:** População Total e percentual de Coleta Seletiva nos estados da Amazônia Brasileira em 2010 e 2019.

Estados	N Municípios	População Total (hab)		Coleta Seletiva (%)	
		2010	2019	2010	2019
Acre	22	732.793	881.935	50	18,2
Amapá	16	668.689	845.731	0	0
Amazonas	62	3.480.937	4.144.597	25	13
Pará	144	7.603.239	8.602.865	25	15,4
Rondônia	52	1.560.501	1.777.225	0	34,5
Roraima	15	451.227	605.761	0	0
Tocantins	139	1.383.453	1.572.866	6,8	4,1
<b>Norte</b>	<b>450</b>	<b>15.880.839</b>	<b>18.430.980</b>	<b>15,6</b>	<b>12,1</b>
Brasil	5.570	190.747.855	210.147.125	38,6	38,7

\* a amostra do SNIS em 2010 foi de n=35 Municípios e n=239 para a década seguinte, ou seja, representatividade amostral diferente entre os anos considerados.

Fonte: SNIS (2020).

Verificou-se em 2010, que dos 35 Municípios participantes, apenas cinco afirmaram possuir coleta seletiva (em uma ou mais modalidades), representando 15,6% de cobertura por coleta seletiva; enquanto para 2019, só 29 dos 239 (12,1%). Chama a atenção os estados de Amapá e Roraima, sem nenhuma cobertura por coleta seletiva.

Diante dessas informações, entende-se como fragilidades do SNIS: a representatividade amostral entre os dois anos analisados, de maneira que o ideal seria que em ambos os anos os 450 municípios da Amazônia Brasileira tivessem respondido ao questionário; e os valores “zero” para Amapá e Roraima, afinal, ele representa ausência de coleta seletiva ou que a informação não foi prestada?

Esse número preocupa considerando a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, ainda mais num território de grande extensão, altas temperaturas e taxas pluviométricas e predominância de logística via hidrovias na Amazônia Brasileira (DE OLIVEIRA; DE MEDEIROS, 2019; PAVANI et al., 2019).

Os estados do Pará e Amazonas possuem a maior extensão territorial em comparação aos demais, registrando maior contingente populacional e, conseqüentemente, geração de RSU. Dessa maneira, infere-se uma estagnação dos índices de coleta seletiva (principalmente em Roraima), reflexo da fragilidade das redes existentes entre Prefeitura e organizações de catadores, um mercado que ainda não está devidamente estruturado para absorver os materiais recicláveis, além de dificuldades logísticas e tributárias (ABRELPE, 2020; AGUIAR et al., 2021). Assim, esses fatores precisam de atenção prioritária, já que, após uma década, campanhas e iniciativas para alavancar a coleta seletiva e viabilizar o aproveitamento dos materiais não são satisfatórias.

Também se reitera a necessidade de incluir no planejamento da gestão de RSU, ações de fiscalização e capacitação dos gestores, a fim que se possa garantir um corpo técnico qualificado para melhor interpretar as informações solicitadas pelo SNIS e maior percentual de participação dos municípios no diagnóstico, com a prestação de informações confiáveis desde o processo metodológico até a declaração no sistema.

É importante frisar que se comparou o percentual de coleta seletiva em relação à população total dos Estados, mas que há diferenças de atendimento entre essa e a população efetivamente beneficiada pelo serviço, já que a coleta seletiva costuma ser oferecida somente em áreas urbanas ou bairros selecionados e, por isso, a mensuração da população atendida depende da cobertura geográfica e territorial de cada programa.

Quanto ao número de Associações/Cooperativas, mostrada na Tabela 2, verifica-se avançam lentamente na Amazônia Brasileira quando comparadas às outras regiões do país, estando o Pará com 42, seguido do Amazonas (22) e Rondônia (10).

**Tabela 2:** Número de Associações/Cooperativas e renda média do catador em 2019.

<b>Estados</b>	<b>N Associações/Cooperativas</b>	<b>Renda Média*</b>
Acre	3	
Amapá	1	
Amazonas	22	
Pará	42	R\$752,19
Rondônia	10	
Roraima	1	
Tocantins	1	
<b>Norte</b>	<b>80</b>	
<b>Brasil</b>	<b>1.829</b>	<b>R\$ 932,19</b>

\*n=24 Associações/Cooperativas consultadas no “Anuário da Reciclagem”

**Fonte:** ANCAT; PRAGMA SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS (2020).



Nesse tocante o número de organização de catadores contabilizadas, em 2019, pela Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT) e Pragma Soluções Sustentáveis (2020) foi de oitenta Associações/Cooperativas, cujos trabalhadores, apesar de - via de regra - trabalharem seis horas por dia, durante cinco dias da semana, ainda possuem baixa remuneração quando comparado a outras regiões e à média nacional: na Amazônia brasileira a renda média do catador é de R\$752,19, inferior à média do país (R\$ 932,19), mesmo executando uma atividade super importante do ponto de vista ambiental.

Ressalta-se que nessa região está o menor preço médio de venda dos materiais (R\$/Kg), sendo o Plástico o maior representante de rendimento (R\$ 0,85/Kg) e o Papel com um dos menores preços de mercado (R\$ 0,25/kg), apesar de ser o tipo de material mais coletado (ANCAT; PRAGMA SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 2020).

Logo, entende-se a necessidade de melhores condições de trabalho, acesso à infraestrutura e políticas de gestão que realmente garantam sua participação plena, o protagonismo ratificado na PNRS e maior incentivo aos empreendimentos de Associações e Cooperativas, de modo que essas organizações possam contar com maior proximidade das indústrias recicladoras, a fim de que seja mais fácil a comercialização dos recicláveis (PAVANI et al., 2019).

A renda inferior ao salário mínimo atual (R\$ 1.100,00) reflete no desafio de combate à pobreza, sendo que a garantia de saúde e segurança ao catador também depende da interação da PNRS com outras políticas, tais como de saúde, meio ambiente, habitação entre outras.

Também se defende a formalização dessas organizações, por meio de instrumento legal que estabeleça contrato entre elas e a prefeitura, uma vez que as gestões municipais devem perceber as cooperativas e associações de catadores como prestadores de serviço para o município e não como entidades sociais beneficiadas pelos mesmos, devendo integrá-las aos planos de gestão integrada de RSU e nos debates e construção de estratégias (CELERI; CORTEZ, 2017).

A partir disso é possível garantir informações importantes para o planejamento da coleta seletiva, tais como as quantidades coletadas pelas organizações de catadores, cujas dificuldades são operacionais (de pesagem dos materiais recolhidos por elas), de ausência de controle e



registros constante por parte das prefeituras e até um possível desinteresse de repasse dessas informações por ambas as entidades.

## PRINCIPAIS REFLEXÕES

Verifica-se que mesmo com uma década de vigência de uma Política Nacional moderna e arrojada, que trouxe uma nova sistemática para a gestão de resíduos sólidos no país, os índices apresentados demonstram que ainda há grandes dificuldades para se colocar em prática os avanços planejados quando da elaboração da PNRS.

Falando especialmente de coleta seletiva, as dificuldades decorrem de diversas causas. Como exemplos pode-se citar a falta de capacidade institucional dos gestores, o não reconhecimento da importância da gestão adequada de resíduos, a ausência de instrumentos econômicos e tributários para impulsionar as melhores práticas e sub-financiamento dos serviços.

Sobre esse último, o investimento nos serviços de limpeza urbana passou de pouco mais de 32% de 2010 a 2019, saindo de R\$ 7,68/hab.mês para R\$ 10,15 hab.mês, com um percentual acumulado da inflação de 76% nesse período (ABRELPE, 2020). De modo geral, quanto maior a inflação, menor tende a ser o retorno real do investimento; logo, se o valor investido não acompanha a inflação, fica mais difícil cobrir as despesas inicialmente orçamentadas, com risco de diminuição na qualidade do serviço prestado.

Ademais é interessante uma quebra de paradigma, no sentido de que o resíduo sólido é um recurso e que a coleta seletiva é um instrumento de valorização de matéria-prima, bem como de que a população internalize e transforme a coleta seletiva em hábito, uma vez que – conceitualmente – a coleta seletiva é responsabilidade do consumidor e gerador, de maneira que ele deva separar a fração de recicláveis por ele produzidos. Essa mudança de comportamento é fundamental, pois pessoas físicas e jurídicas precisam exercer sua responsabilidade socioambiental.

Outro ponto é que se deve considerar o custo dos programas de coleta seletiva, mas para os quais as publicações consultadas não o discutem ou, quando o fazem, é de maneira limitada. Trata-se de uma tarefa complexa, pois as estimativas dependem: da(s) modalidade(s) de coleta seletiva adotadas e dos custos com galpões, maquinário, água, luz entre outros (CONKE; NASCIMENTO, 2018).

Ademais, na Amazônia Brasileira a maioria dos municípios estão consideravelmente distantes dos grandes centros urbanos e, logo, de indústrias recicladoras, que ali se instalam visando maior lucratividade. Além disso, as cidades contam uma logística de transporte em que rodovias costumam estar em péssimas condições e não se utiliza expressivamente o transporte hidroviário, além de baixa formalização de diversas cooperativas (FERRONATO et al., 2017).

Ressalta-se também que a distribuição heterogênea dos percentuais de coleta seletiva a nível de macrorregiões, concentrando-se nos grandes centros urbanos e regiões Sul e Sudeste, detentoras de maiores PIB per capita. Há de se considerar, no âmbito político, que apenas 244 municípios (54,2%) da Amazônia Brasileira possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) em 2017, valor que tende a ser maior em municípios com maior porte populacional: por exemplo no Pará apenas 62 municípios afirmaram possuir o referido plano (FRANÇA, 2020; SINIR, 2018).

Adiciona-se a necessidade da inserção das associações e cooperativas de catadores de recicláveis no processo de elaboração do PMGIRS, contemplando suas ideias, afinal são os atores mais relevante na cadeia de reciclagem (FERREIRA, 2019).

## RECOMENDAÇÕES

A primeira recomendação diz respeito à disponibilização de informações e confiabilidade das mesmas. Isso porque como são só as Prefeituras que realizam a autodeclaração e costumam participar mais ativamente dos programas de coleta seletiva, sua percepção sobre o próprio desempenho pode influenciar a confiabilidade dos dados. Na realidade, a preocupação não se restringe a possíveis inverdades, mas ao fato de os valores ficarem sujeitos a um controle estatístico inadequado ou ao conhecimento não especializado daqueles que foram designadas para responder os questionários do SNIS, gerando aproximações, palpites ou – até mesmo – afirmações convenientes.

Logo, defende-se que o avanço na sistematização de dados e informações existentes pode ajudar numa melhor eficácia da PNRS, sendo sua transparência, acesso e confiabilidade fundamentais para que se possa realizar diagnósticos confiáveis e o mais realistas possíveis; e que essa avaliação deve ser um dos pilares da gestão voltada para resultados, pois ela é matéria-prima para a tomada de decisão, maior transparência nas ações de governo, melhor uso dos recursos públicos, bem como para prevenir decisões pouco fundamentadas nas especificidades de cada local (FRANÇA, 2020).



Em segundo lugar recomenda-se mudança na taxa cobrada, atualmente proporcional ao IPTU do imóvel que produz os resíduos sólidos. Uma alternativa é levar em conta a quantidade (peso ou volume) gerada, de modo que seja cobrado um valor equânime com base em critérios como a condição socioeconômica do munícipe e a quantidade de resíduos por ele produzida, sendo garantido que o cidadão seja beneficiado pela coleta seletiva e, conseqüentemente, possa se interessar em pagar pela prestação do serviço.

Em terceiro, pontua-se a criação de políticas públicas específicas que auxiliem no fortalecimento do mercado para recicláveis e ações de educação ambiental, devendo ser construídas com base na precisão e acessibilidade de informações técnicas necessárias. Isso porque a educação ambiental é um importante pilar para uma gestão de resíduos sólidos participativa e compartilhada, de acordo com o que preconiza a PNRS.

A educação ambiental é um instrumento de envolvimento ativo da população no processo da gestão dos RSU e de valorização aos catadores, vistos também como agentes de sensibilização (FERREIRA, 2019). É preciso ampliar a ideia de que a população deve participar, pensando em estratégias de “como” ela pode fazê-lo, seja por meio de acesso à informação, campanhas de sensibilização e incentivo à participação dos munícipes, juntamente com mudanças de atitude de consumidores e geradores, para não geração e, quando não for possível, separação da parcela de recicláveis por eles gerados.

Além disso as prefeituras podem incentivar a instalação de indústrias recicladoras nos municípios usando como atrativo a redução de impostos, bem como qualificar e valorizar os catadores de materiais recicláveis, seja pela garantia de treinamento, remuneração adequada e segurança no trabalho. Assim, é possível fortalecer o mercado local.

Outra recomendação diz respeito às ações consorciadas, uma vez que diante de uma tímida infraestrutura municipal em coleta seletiva, de municípios de pequeno porte com recursos financeiros limitados, os consórcios podem garantir soluções a menor custo.

Dessa maneira, a coleta seletiva é uma alternativa para: reduzir a quantidade de materiais dispostos em aterros sanitários ou lixões, muitos com sua capacidade quase esgotada; diminuir custo de transporte para esses locais; e geração de empregos formais e renda aos catadores (SANTANA; LAUREANO; MANETTI, 2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com todos os recursos ambientais que a Amazônia possui e seu potencial econômico, percebe-se fragilidades nos serviços de saneamento, inclusive na gestão de resíduos sólidos. Verificou-se que houve uma tímida melhoria da coleta seletiva na Amazônia Brasileira, pois ainda se está distante de cumprir todas as propostas e metas estabelecidas pela PNRS. Assim, apontou-se uma emergência para o setor na região, a fim de conservar os recursos ambientais e promover saúde ambiental e da população.

Para além da dimensão econômica, as atividades das organizações de catadores, são fundamentais para a recuperação e destinação dos resíduos sólidos a reciclagem. São mais do que isso: agentes ambientais que coletam e triam materiais passíveis de tornarem-se matéria-prima para a cadeia da reciclagem. Nesse contexto, precisam de mais ações relacionadas à sua saúde e segurança do trabalho, assim como aumento de sua renda na mesma proporção.

A presente pesquisa revela pelo menos três grandes questões sobre a coleta seletiva na Amazônia Brasileira: (1) inconsistências e/ou falta de informações, imprescindíveis para tomadas de decisão, cujas decisões técnicas e políticas necessitam estar amparadas e embasadas em dados corretos e confiáveis; (2) que as diferentes esferas de governo precisam perceber o caráter estratégico da reciclagem, compreendendo o seu potencial de geração de trabalho e renda, proteção do meio e da vida; e (3) que é preciso pensar a gestão priorizando as etapas anteriores à geração de resíduos sólidos, como a não geração e redução.

Claro que são necessárias abordagens mais profundas sobre a realidade da gestão de resíduos sólidos, a fim de auxiliar ações que sejam eficazes para minimização da geração dos resíduos e identificação das melhores soluções para a destinação final ambientalmente adequada. Portanto, embora destaque mundial por suas riquezas e biodiversidade, a Amazônia Brasileira necessita de maior atenção em aspectos relacionados à gestão de resíduos sólidos.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo: ALBREPE, 2020.

AGUIAR, E. S. et al. Panorama da disposição de resíduos sólidos urbanos e sua relação com os impactos socioambientais em estados da Amazônia brasileira. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021.

ANCAT - Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis; PRAGMA SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS. Anuário da Reciclagem. 2020. Disponível em: <http://anuariodareciclagem.eco.br/interna>. Acesso em: 04 ago. 2021.

ANETOR, G. O. Waste dumps in local communities in developing countries and hidden danger to health. **Perspectives in Public Health**, v. 136, n. 4, p. 245-251, 2016.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Painel de Informações sobre Saneamento**. Disponível em: <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010b. 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: 05 ago. 2021.

CELERI, M. J.; CORTEZ, A. T. C. Gestão dos resíduos sólidos urbanos: O Brasil e Portugal em perspectiva. **Revista Espacios**, v.38, n.2, p.10-16, 2017.

CONKE, L. S.; NASCIMENTO, E. P. A coleta seletiva nas pesquisas brasileiras: uma avaliação metodológica. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 199-212, 2018.

DE OLIVEIRA, B. O. S; DE MEDEIROS, G. A. Evolução e Desafios no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos nos Estados da Região Norte, Brasil. **Revista Valore**, v. 4, n. 1, p. 749-761, 2019.

FERREIRA, E. M. **Inserção de catadores na elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos**: uma análise a partir do modelo de coalizões de defesa 2019. 152 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da UFMG, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

FERRONATO, N. et al. Waste mismanagement in developing countries: a case study of environmental contamination. **U.P.B Science Bulletin**, v.79, n.3, p.185-196, 2017.

FRANÇA, S. A. S. **Saúde-saneamento e as ações de prevenção**: a Estratégia Saúde da Família em municípios da Região Norte. 2020. 119 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Estimativas de População - Tabela 6579**. População residente estimada. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em: 03 ago. 2021.



IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Produto Interno Bruto dos Municípios -Tabela 5938**. Produto interno bruto a preços correntes, impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes total e por atividade econômica, e respectivas participações - Referência 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>. Acesso em: 03 ago. 2021.

PAVANI, I. D. et al. Allocation of sanitary landfill in consortium: strategy for the Brazilian municipalities in the State of Amazonas. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.191, n.39, p.1-13, 2019.

SANTANA, D.; LAUREANO, R; MANETTI, D. **O que está faltando para a reciclagem decolar no Brasil**. 2019. NEXO JORNAL LTDA. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/ensaio/2019/O-que-est%C3%A1-faltando-para-a-reciclagem-decolar-no-Brasil>. Acesso em: 05 ago. 2021.

SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Levantamento de informações das Unidades da Federação**: levantamentos anteriores. Disponível em: <https://sinir.gov.br/levantamento-de-informacoes-das-unidades-da-federacao/levantamentosanteriores>. Acesso em: 08 ago. 2021.

ZOLNIKOV, T. R. et al. Ineffective waste site closures in Brazil: A systematic review on continuing health conditions and occupational hazards of waste collectors. **Waste Management**, v. 80, p. 26-39, 2018.

# CAPÍTULO 29

## QUALIDADE DO SOLO DO PROJETO HORTA SAUDÁVEL DO HOSPITAL FUNDAÇÃO ASSISTENCIAL DA PARAÍBA

Sayonara Medeiros Duarte  
David Marx Antunes de Melo  
Simão Lindoso de Souza

### RESUMO

Vários são os indicadores da qualidade dos solos que relacionados com o manejo da diversidade biológica, podem demonstrar o estado momentâneo da saúde do solo. A prática da análise por cromatografia de Pfeiffer, além de fácil condução e baixo custo, permite a interpretação visual através da cor, forma e harmonia entre as zonas que constituem o cromatograma. Este trabalho apresenta forte apelo social e de saúde humana, pois utiliza metodologia acessível para avaliação da saúde do solo em hortas agroecológicas para produção de alimentos de um hospital referência no tratamento de câncer. O objetivo principal foi avaliar a qualidade do solo de três subsistemas (Horta 1, Horta 2 e Mata) no hospital da Fundação Assistencial da Paraíba (FAP) pela técnica de Cromatografia Circular de Pfeiffer. Localizada em terreno amplo, a FAP dispõe de áreas em seu entorno que são utilizadas para o cultivo de hortaliças. São duas áreas, aqui denominadas de horta 01 e horta 02, em que se praticam cultivos agroecológicos e no entorno destas, uma mata com espécies arbóreas da região. Amostras de solo destas áreas foram coletadas à profundidades de 0 a 20 cm, secas e analisadas no laboratório de solos da Estação Experimental Prof. Ignácio Salcedo do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) em Campina Grande. Cada amostra foi analisada em duplicata e escolhida qual a de melhor interpretação. As análises dos três subsistemas (hortas 01 e 02, e mata) foram feitas utilizando a técnica de semáforos, para melhor explanação e leitura dos cromatogramas. Pode-se constatar o quanto essa técnica ajudou a entender melhor as situações de cada solo analisado. Ao comparar os cromas das duas hortas nota-se uma semelhança, pois ambas possuem um histórico de manejo semelhante com a utilização de técnicas agroecológicas, já a mata, por estar preservada, seu cromograma demonstrou que o solo encontra-se em ótimas condições biológicas, com boa decomposição da matéria orgânica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saúde do solo; Hortas agroecológicas; Cromatografia Circular de Pfeiffer.

### INTRODUÇÃO

A intervenção do homem no meio ambiente tem ocorrido no sentido de usar os recursos naturais para a obtenção de alimentos e, com a expansão populacional, a consequente busca do aumento da produtividade e produção (FERREIRA et al, 2000, p. 8). Os diferentes usos que fazemos dos solos nos proporcionam variados tipos de alimentos, tanto no aspecto nutricional quanto sanitário. Contudo, temos que lembrar que o solo é suporte para toda uma teia de



biodiversidade, que se estabelece tanto acima quanto dentro, e que esse recurso natural, quando superexplorado, torna-se frágil (TORRES, 2011, p. 3).

A Fundação Assistencial da Paraíba (FAP) localizada em Campina Grande, através de seu hospital, atua desde a década de 1970 e é referência em oncologia no estado, atendendo a 148 municípios. Estando localizada em terreno amplo, dispõe de áreas em seu entorno onde há o cultivo agroecológico de hortaliças, havendo ainda no local uma pequena área de mata com espécies arbóreas.

As hortas da FAP são responsáveis pela produção de parte da alimentação diária fornecida aos funcionários, pacientes e seus acompanhantes da instituição. Além disso, fornecem produtos para realização de uma feirinha agroecológica que acontece duas vezes ao mês nas quintas-feiras no salão de espera da instituição, com intuito de arrecadar recursos para a manutenção das próprias hortas.

Além de suprir parte da demandada diária de alimentos na instituição, o fato das hortas serem pertencentes à própria FAP traz uma maior segurança aos consumidores de tais produtos, pois estão cientes da origem e forma de cultivo agroecológico dos produtos.

Assim, se faz necessário ter clareza do manejo e qualidade do solo onde os produtos são cultivados. O estudo dos indicadores da qualidade dos solos relacionando-os com a diversidade biológica, demonstra o estado momentâneo da saúde do solo. A técnica de Cromatografia de Pfeiffer mostra-se uma técnica de baixo custo e de fácil acesso aos agricultores familiares, podendo ser considerada uma prática simples para monitoramento cotidiano do solo e de compostos orgânicos (BURLE; FIGUEIREDO, 2019, p. 26). A cromatografia apresenta uma fotografia do solo, podendo ser essencial para áreas de práticas agroecológicas.

O pesquisador alemão Pfeiffer foi responsável pelo aprimoramento da técnica da cromatografia para determinar a dinâmica e vitalidade do metabolismo dos microrganismos, através das transformações da matéria orgânica no solo. Segundo Santos et al. (2021, p. 17) trata-se de um método qualitativo, barato, de fácil compreensão que pode ser realizado no próprio agroecossistema. Este método pode ser utilizado como ferramenta para o monitoramento da saúde do solo e auxiliar no planejamento do manejo a ser adotado nos cultivos.

Não diferente, o uso desta técnica pode contribuir na atuação dos gestores e responsáveis pelas hortas na FAP, no sentido de oferecer meios de ampliar a percepção do atual estado da saúde dos solos da área das hortas. Utilizando-se de uma avaliação qualitativa, em seu sentido direto analisando uma melhor interpretação da qualidade do solo, assim permitindo um diagnóstico e posteriormente um planejamento mais adequado às condições locais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade/saúde do solo de três subsistemas (Horta 1, Horta 2 e Mata) no hospital da FAP pela técnica de Cromatografia Circular de Pfeiffer.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O solo é o meio natural para o crescimento e o desenvolvimento de vários organismos vivos e fornece, às raízes, crescimento, suporte, água, oxigênio e nutrientes. A função do solo na produção agrícola ressalta-se como essencial para a existência da vida humana. Na função de mediador ambiental, age como filtro, acumulador, amortecedor e é dirigente da distribuição de água, armazena através de infiltração ou escoamento, age na reciclagem e armazenamento dos nutrientes e matéria orgânica, serve de base para produção de biomassa, é substrato para produção alimentícia e essencial nas atividades agropecuárias (RODRIGUES, 2018, p. 11).

Nas últimas décadas, vêm ganhando espaço movimentos com orientação, base conceitual e científica diversificadas que propugnam formas alternativas à agricultura industrial, estilizada como aquela baseada na utilização intensiva de insumos químicos, mecanização, especialização e que, por conseguinte, implica uma redefinição radical dos agroecossistemas originais, com perda de biodiversidade e elevado impacto ambiental (BUAINAIN, 2006, p.47).

A agroecologia se propõe no sentido de contribuir para a construção de estilos de agricultura de base ecológica e para a elaboração de estratégias de desenvolvimento rural, tendo-se como referência os ideais da sustentabilidade numa perspectiva multidimensional (BUAINAIN, 2006, p. 58).

Na Agroecologia, a produção de conhecimento e métodos de investigação para avaliar os sistemas de produção alimentar não se restringem ao meio acadêmico, mas propõe que as características inerentes às diversidades reais sejam base para os métodos e manejos a serem adotados (BARROS, 2020, p. 2).

Os sistemas de produção agroecológicos contribuem para a manutenção e recuperação



dos solos degradados por práticas humanas, restabelecendo a fertilidade biológica dos solos (BARROS, 2020, p. 4). Para isso considera a fertilidade não somente sob o aspecto nutricional, mas o equilíbrio dos demais aspectos químicos e físicos que garantem condições de vida neste ecossistema.

A cromatografia de Pfeiffer é uma ferramenta metodológica que permite uma visão holística da saúde do solo, partindo desde interações biológicas até a sua caracterização enzimática/proteica e mineral (PINHEIRO; SANTOS; KUSS, 2018, p. 1). Ainda segundo Pinheiro, Santos e Kuss (2018, p. 1) o aperfeiçoamento de técnicas cada vez mais especializadas e caras de avaliação de qualidade do solo dificultou o acesso a estas análises pelas famílias agricultoras com menor poder aquisitivo. A cromatografia de Pfeiffer é um resgate de técnicas mais simples, que proporcionam autonomia das famílias agricultoras pela valorização de um conhecimento mais holístico.

O cromatograma é uma imagem formada em um papel de filtro circular, onde a solução de solo se distribui por capilaridade formando zonas. Estas zonas vinculam-se aos indicadores de qualidade. A zona central indica a condição de aeração; a zona interna, a condição nutricional; a zona intermediária avalia aspectos relacionados à matéria orgânica e; a zona externa, às enzimas e aos microrganismos do solo (BARROS, 2020, p. 21).

Diante disso, torna-se essencial refletir sobre a necessidade de implementar tanto formas simplificadas de avaliação do solo, quanto o uso sustentável deste (SANTOS et al., 2021, p. 17).

## **METODOLOGIA**

As amostras de solo foram coletadas no dia 28 de fevereiro de 2022 em duas hortas e uma mata, localizadas no terreno do hospital da FAP. O solo foi coletado em zigue-zague, com profundidade de 0 a 20 cm para amostra composta e secada na sombra, técnica esta feita nas três áreas de análise. Após os procedimentos realizados, as amostras foram analisadas no laboratório de solo da estação experimental Prof. Ignácio Salcedo do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) em Campina Grande – PB, onde foi realizada a técnica de Cromatografia Circular de Pfeiffer para avaliar cada solo.

Cada amostra foi triturada utilizando o almofariz de madeira e pistilo, peneiradas com o tecido “voil”, em seguida pesadas cinco gramas na balança de precisão e devidamente

identificadas. Em seguida foi colocado 5 gramas de solo num copo descartável de 150ml com 50ml da solução extratora NaOH 1% e agitado manualmente, seis vezes para o lado direito e seis vezes para o lado esquerdo, repetindo seis vezes. Após repouso desta solução por 15 min repetiu-se a agitação e esperou-se por mais 1 hora, completada a hora fez-se pela última vez o movimento e deixou-se por 6 horas para ocorrer a sedimentação.

Durante o intervalo de seis horas, preparou-se o papel cromatográfico (papel filtro quantitativo faixa preta 12,5 cm Química M), perfurando o centro do papel com auxílio de um furador de couro de 2 mm. Em seguida, fez-se duas marcações com agulha, a primeira de 3,5cm e a segunda de 5,5cm. O pavio foi feito utilizando o mesmo papel filtro, sua marcação quadriculada de 2 em 2 cm, em seguida cortados e devidamente enrolados.

Após este procedimento, fez-se a impregnação do papel filtro com a solução reveladora (nitrato de prata a 0,5%), colocando 3 ml desta numa tampa de garrafa pet em contato com o pavio no centro do papel filtro até a solução chegar na marca de 3,5 cm. Feito a impregnação, foi retirado o pavio e o papel colocado para secar no escuro a 30°C.

Após as 6 horas de descanso da amostra de solo, foi feita a corrida da mesma no papel filtro. Utilizou-se uma seringa para fazer a coleta de uma pequena quantidade do sobrenadante da amostra e colocou-se dentro da tampa de pet, em seguida pôs-se um pavio no centro do papel filtro e colocado em cima da tampa de pet, assim esperando revelar as diversas zonas para realizar a devida leitura.

Cada amostra foi realizada com duas repetições e escolhida a de melhor interpretação. As análises dos três subsistemas foram feitas utilizando a técnica de semáforos, para melhor explanação e leitura dos cromatogramas.

Segundo MELO et al (2019, apud CANTALICE, 2020, p. 3) Para facilitar a interpretação dos cromas foi utilizada uma escala cromatográfica levando-se em consideração as zonas dos cromatogramas, seu tamanho e sua harmonia. Utilizou-se um sistema de cor baseado nas cores do semáforo, onde foram criadas categorias que traduzem, de forma pictórica, interpretação dos cromatogramas: as categorias 1 e 2 correspondem ao vermelho (deficiente), 3 ao amarelo (suficiente), 4 ao azul (bom) e 5 ao verde (excelente).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### MATA NATIVA FAP

No momento da realização da “leitura” do cromatograma resultante de coleta de solo no subsistema “mata”, observou-se que ambas as repetições apresentavam uma mancha localizada na parte que viria a representar a zona central do cromatograma, zona correspondente às características de estruturação do solo. Entretanto, mesmo com a dificuldade de delimitação mais precisa ocasionada pela mancha, ainda foi possível a identificação da zona central, que apresentou distribuição moderada, com abrangência reduzida. Foi possível identificar que o solo não estava compactado, a matéria orgânica ativa, com atividade microbiológica e enzimática moderada. Assim recebendo a cor amarela no sistema de categorização por cores, ficando classificada como satisfatória.

Já as zonas interna e intermediária que, respectivamente, representam a ação e disponibilidade mineral. A ambas foi atribuído a cor azul, ficando classificadas como boas, porém apresentando razoável formação dos radicais representantes de contingentes mais expressivos em disponibilidades e ciclagem de nutrientes. Segundo Barros (2020, p. 22), o cromatograma com as características reveladoras de um solo saudável apresenta a zona central com a coloração creme integrada ininterruptamente à zona interna, indicando desta forma boa aeração e estrutura.

A zona externa, representante das ações enzimáticas, com a formação de “dentes” na área limítrofe da impregnação, apresentou pouca formação de “nuvens” indicadoras do grau de decomposição da matéria orgânica. É um solo que não tem nenhuma ação do homem, estando em equilíbrio, assim o croma mostra boa atividade biológica e formação de humos, ainda assim foi considerada boa, atribuída a esta zona também a cor azul.

**Figura 1 e 2:** Cromatograma da mata/ mata da FAP



Fonte: Sayonara Medeiros Duarte, 2022.

Zona central ● Zona interna ● Zona externa ●

## HORTA 1

A zona central mostra oxigenação, estrutura e compactação do solo. Este croma apresenta tamanho médio desta zona, tendo uma integração pouco suave com a zona seguinte. Assim revelando uma área com uma quantidade boa de matéria orgânica ativa, pouco compactado e de boa estruturação, a qual foi atribuído a cor amarela com condições estruturais moderadas.

A zona interna ou zona mineral, segundo Santos et al (2021, p. 25) indica as condições de desenvolvimento mineral. Nesse subsistema o croma apresentou uma boa presença de vida no solo, apontando médio metabolismo mineral e moderada presença de matéria orgânica, e atribuído a cor amarela.

Na zona externa a cor atribuída foi a azul, classificando-se como boa, indicando a presença dos componentes microbiológicos do solo e a ocorrência de ciclagem de nutrientes. Com pequena formação de nuvens indicando a decomposição da matéria orgânica e as enzimas indicando atividades enzimáticas reagindo na ciclagem dos nutrientes. Segundo Domingues et al. (2018, p. 1478) é a região onde expressa plenamente a atividade biológica do solo, nela os compostos nitrogenados ao ultrapassar a zona impregnada com nitrato de prata, reagindo com os restos de íons de prata livres.

**Figura 3 e 4:** Cromatograma da horta 1/ Horta 1



**Fonte:** Sayonara Medeiros Duarte, 2022.

Zona Central -  Zona Interna -  Zona externa - 

## HORTA 2

A zona central do croma revelou-se pequena, com coloração creme, onde mostra que há pouco problema de compactação, há pouca matéria orgânica ativa e média atividade microbiológica e enzimática. É visível na foto do local de coleta, que se trata de um solo sem

cobertura, fazendo com que os nutrientes sejam lixiviados, classificando-se a zona central com a cor amarela.

A zona interna apresenta uma coloração dourada indicando intensa harmonia biológica e um círculo mais claro mostrando possível problema de acidez e salinidade, recebendo também a classificação amarela. O pleno desenvolvimento desta zona, bem integrado às demais, ilustra a boa condição da atividade biológica do solo, integração e harmonia entre o componente mineral-biológico (DOMINGUES et al., 2018, p. 1477).

Na zona externa conhecida também como zona enzimática ou nutricional, no presente cromograma, é mostrada presença razoável de enzimas e nutrientes no solo. Também se notam dentes médios mostrando insuficiente disponibilidade de humos, pouca explosão de nuvens indicando razoável decomposição de matéria orgânica e as enzimas mostrando pouca ciclagem dos nutrientes. Esta zona ficou também classificada com a cor amarela (suficiente).

**Figura 3 e 4:** Cromatograma da horta 2/ horta 2



**Fonte:** Sayonara Medeiros Duarte, 2022.

Zona Central – ● Zona Interna – ● Zona externa – ●

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível constatar o quanto essa técnica ajuda a entender melhor as situações de cada solo analisado. A cromatografia é vista como uma importante metodologia para ajudar nas análises das características e aspectos físicos, químicos e da microbiologia do solo, assim permitindo uma leitura da qualidade da vida no solo de um determinado local.

A utilização da técnica de semáforos facilitou o entendimento dos cromatogramas, visto que as três amostras de solo apresentaram qualidade de média a boa. Ao comparar os cromas das duas hortas nota-se uma semelhança, pois ambas possuem um histórico semelhante de uso e manejo.

Já o cromatograma da mata apresentou um ótimo resultado, o que mostra boa condição de estruturação e desenvolvimento da vida no solo pela alta decomposição de matéria orgânica.

Nesta pesquisa a cromatografia demonstrou um método eficiente para avaliar a saúde do solo, pois é uma técnica que tem um custo acessível para o agricultor e de fácil leitura, assim possibilitando que o mesmo decida qual melhor manejo a ser adotado visando a manutenção ou aumento da fertilidade biológica da área avaliada.

## REFERÊNCIAS

BARROS, C. E. Contribuições da cromatografia circular de Pfeiffer para a análise da saúde do solo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras - 2020. 65f.

BUAINAIN, A. M. Agricultura Familiar, Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável: questões para debate. Brasília: IICA, 2006. 136p. ; 15 x 23 cm. — (Desenvolvimento Rural Sustentável ; v. 5)

BURLE, E. C.; FIGUEIREDO, R. T. USO DA CROMATOGRÁFIA CIRCULAR PLANA EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES PARA ANÁLISE DE SOLO E DE COMPOSTOS ORGÂNICOS. Cadernno de Graduação – Ciências exatas e tecnológicas, Aracaju, v. 5, n. 2, p. 19 – 28, março 2019.

CANTALICE, R. S.; ANDRADE, F. G. S.; WESLLEY de A.; CASTRO, T. B. de S.; MELO, D. M. A. de; COARACY, T. do N. Caracterização qualitativa do solo pelo método de cromatografia de Pfeiffer no agroecossistema “Nosso Sítio” em Lagoa Seca-PB. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.

DOMINGUES, S.; FAEDO, L.; FARINA, É.; CONTINI, R.; GABARDO, G.; BONADIMAN, A. REVISÃO DA CROMATOGRÁFIA DE PFEIFFER COMO MÉTODO DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE SOLOS. Revista da 15ª Jornada de Pós graduação e Pesquisa. ISSN: 2526-4397. Congrega Urcamp, vol. 15, nº15, ano 2018.

FERREIRA, T.N. ; SCHWARZ, R.A. ; STRECK, E.V. Solos: manejo integrado e ecologico - elementos básicos. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000. 95p

PINHEIRO, S. M.; SANTOS, R. S.; KUSS, A. V. Aplicação da Cromatografia Circular de Pfeiffer utilizando diferentes papéis filtro para avaliação de amostras de solo obtidas em propriedades rurais do sul do Estado do Rio Grande do Sul. 4º SEMANA INTEGRADA – UFPEL, 2018. 4p.

RODRIGUES, R. A. S.; Ciência do Solo: Morfologia e Gênese – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.



SANTOS, M. J. dos.; LIMA, F. de S.; ALVES, R. N.; ALVES, A. S.; JESUS, M. N. de; VIEIRA, J. V. B.; SANTOS, K. V. M.; CASTELHANO, L. de A.; SANTOS, R. S. dos. SANTOS, C. F. M. dos. Análise da saúde do solo pela cromatografia circular de Pfeiffer em sistemas produtivos de bases agroecológicas. Agroecologia: métodos e técnicas para uma agricultura sustentável - Volume 3. Guarujá, SP: Científica digital, 2021.

TORRES, F. S. Conservação e uso do solo / Francieli Stano Torres. Indaial : UNIASSELVI, 2011. 206 p. : il.

# CAPÍTULO 30

## MONITORAMENTO AMBIENTAL COSTEIRO: USO DE CIRRIPEDIA (CRUSTACEA: BALANOMORPHA) COMO BIOINDICADOR<sup>1</sup>

Raisa Arruda de Oliveira  
Simone Ferreira Teixeira

### RESUMO

Apesar da reconhecida megadiversidade do Brasil, o nosso conhecimento da fauna de invertebrados bentônicos é ainda pouco satisfatório. As cracas são crustáceos marinhos que habitam uma variedade de substratos ao longo de zonas entremarés de costas temperadas e tropicais em todo o mundo e, como são animais filtradores na sua fase adulta, são considerados bons indicadores ambientais. No presente estudo foi feita uma revisão bibliográfica a respeito das cracas como bioindicadoras ambientais. Os resultados mostram que esses organismos podem ser utilizados no monitoramento ambiental em estudos de bioinvasão, uma vez que efetivamente as cracas são potentes bioinvasoras e seu estudo pode indicar os níveis de perturbações ambientais provocados por atividades humanas. Além disso, as cracas são boas indicadoras ambientais, pois acumulam poluentes, principalmente em seus tecidos moles e, pelo fato de serem filtradoras, esse acúmulo é proporcional a contaminação ambiental, permitindo assim monitorar os ambientes através de estudos nesses organismos. Por último, pode -se concluir que o estudo da Ecotoxicologia, empregando tecidos ou formas larvais de cracas, é uma ferramenta poderosa para o estudo da contaminação ambiental e seu uso deveria ser incentivado pelos órgãos públicos para um bom monitoramento ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cirripedia; Balanomorpha; Ecotoxicologia; Bioindicadores; Monitoramento Ambiental.

### INTRODUÇÃO

Apesar da reconhecida megadiversidade do Brasil, o nosso conhecimento da fauna de invertebrados bentônicos é insatisfatório, principalmente em alguns grupos (AMARAL; JABLONSKI, 2005). Além disso, a conservação da biodiversidade no Brasil é consideravelmente inadequada, a despeito da legislação existente e das áreas protegidas, que são insuficientes em número e extensão, e ainda sofrem problemas administrativos, segundo Amaral e Jablonski (2005). Como exemplo, um estudo sobre comunidades de coletores de moluscos nas principais comunidades tradicionais do Nordeste do Brasil revelou que essas comunidades sofrem um grande número de pressões, entre elas a pressão imobiliária, o desenvolvimento turístico, a exposição a vários riscos de trabalho, a invisibilidade social, a

---

<sup>1</sup> CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior)



vulnerabilidade das mulheres, a poluição, o declínio das reservas de recursos, as mudanças climáticas e a falta de políticas públicas específicas dirigidas a atividade que afeta a continuidade tanto da atividade como das próprias comunidades (TEIXEIRA et al., 2016). Os autores do estudo concluem que se não houver mudanças nas políticas voltadas a essas comunidades eles correm sério risco de desaparecer, apesar da sua luta para continuar as atividades que desenvolvem tradicionalmente.

A subordem Balanomorpha é um grande grupo de crustáceos cirrípedes que habitam todos os oceanos e climas, distribuídos pelos trópicos para os pólos e a partir de zonas costeiras até grandes profundidades, com alto poder de adaptação e sucesso, com abundância e diversidade de espécies (NEWMAN; ROSS, 1976; FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, 1990). São conhecidos como cracas, caracas ou até arestins, sendo animais de hábito sésil, com corpo protegido por uma carapaça (testa), originada por placas calcárias rígidas; podem retrair seu corpo isolando-se do meio externo através de suas valvas operculares (FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, 1990). Para Connell (1972) o grupo Cirripedia é importante em estudos de recrutamento, crescimento e taxas de mortalidade, bem como na determinação e monitoramento de impactos ambientais em áreas costeiras. As características que esses animais apresentam na sua distribuição espacial (zonações) fazem com que indiquem mudanças ambientais em águas costeiras e portuárias, assim os cirrípedes são também importantes em estudos paleontológicos, evolutivos e biogeográficos por causa da sua variedade, grandeza e registros fósseis (FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, 1990).

As cracas são crustáceos marinhos que habitam uma variedade de substratos naturais, como rochas, raízes de manguezais, conchas de animais, corais, esponjas, peixes, cascos de tartarugas e peles de mamíferos marinhos (EHRLICH, 2010; POCHAI et al., 2017), e substratos artificiais, como molhes, cascos de embarcações, pilastras e outros locais (FARRAPEIRA, 2011), ao longo de zonas entremarés das costas temperadas e tropicais do mundo (EHRLICH, 2010), sendo conhecidas cerca de 1.200 espécies (WALTERS; JOHNSON, 2011). São animais incrustantes e considerados um grupo problemático ou invasivo para cultivo de ostra, aquicultura, reflorestamento de manguezais e para estruturas de suporte de plataformas de petróleo e de navios (POCHAI et al., 2017). Esses animais possuem três estágios no seu ciclo biológico, incluindo larvas de natação livre (nauplius), larvas cypris que se movem, porém não se alimentam e as formas sésseis adultas que crescem dentro de conchas formadas por placas



calcárias (SEVERINO; RESGALLA, 2005; POCHAI et al., 2017). A versatilidade na ocupação de habitats, com capacidade de adaptação e potencial de invasividade e de resposta ao meio, faz com que as cracas se tornem um grupo animal de grande interesse, diante da necessidade de seu controle para garantir o bom funcionamento de estruturas e de serviços humanos que direta ou indiretamente sejam afetados.

Apesar de sua importância biológica e econômica, é um grupo pouco estudado, e estudos taxonômicos têm mostrado a existência de diversas novas espécies (POCHAI et al., 2017). As cracas são um grupo altamente bem-sucedido em termos de dispersão (NEWMAN; ROSS, 1976) e, geralmente, são encontradas em agregações com outros organismos incrustantes. Atualmente, muitas espécies de cracas estão estendendo sua faixa geográfica, espalhando-se para novas regiões (ZULLO, 1992; TORRES et al., 2012; KLÔH et al., 2013).

Quando as cracas estão expostas na maré baixa, elas são incapazes de sobreviver com o oxigênio dissolvido, porque possui baixa quantidade de água retida na cavidade do manto. Desta forma a água retida é liberada e substituída por ar, através de uma pequena abertura externa, o microporo, que é formada nos tecidos que estão envolvidos internamente, nas válvulas operculares. O microporo possui diâmetro suficiente para permitir a entrada de uma quantidade ideal de oxigênio, de forma que facilite a difusão do mesmo na cavidade do manto (RAINBOW, 1984). As cracas osmoconformam quando são expostas a salinidades superiores às da água do mar, por ex. a espécie *Amphibalanus crenatus* para a sua atividade cirral e em seguida fecha o opérculo entre 50 e 55 UPS. Entretanto, evitar a salinidade é aparentemente menos eficaz em condições hipersalinas do que em hiposalinas (RAINBOW, 1984).

Segundo Norberg (2004), os fatores ambientais regulam a biodiversidade através de processos de seleção de espécies, pois qualquer característica que requer investimento de energia, massa ou tempo é submetida a uma competição pelo uso alternativo deste recurso. Dessa maneira, o conhecimento das relações de interação entre espécies pode ser usado para fazer estudos sobre as condições ambientais passadas, bem como previsões sobre a resposta de um grupo de espécies para uma característica, por exemplo, produtividade total e distribuição de espécies, para futuras mudanças no meio ambiente.

Van Gestel e Van Brummelen (1996) conceituam os termos: (1) biomarcador, produto que gera uma resposta biológica que pode ser medida dentro de um organismo ou em seus produtos, indicando um desvio do estado normal; (2) bioindicador, um organismo que fornece



informações sobre as condições ambientais de seu habitat por sua presença ou ausência e seu comportamento; e, (3) indicadores ecológicos, parâmetros que descrevem a estrutura e o funcionamento de ecossistemas. Nesse contexto, a ecotoxicologia pode ser definida como o estudo do impacto dos poluentes na estrutura e função dos ecossistemas (BHAT, 2013). Bhat (2013) fez uma revisão da ecotoxicologia e do impacto dos poluentes na biodiversidade. O autor discorre sobre as diferentes classes de poluentes e caracteriza três importantes termos: bioconcentração, onde a concentração de um elemento químico em um organismo excede a concentração no ambiente em que ele vive como um resultado de exposição por superfícies respiratórias; bioacumulação, processo pelo qual um organismo acumula elementos químicos diretamente do ambiente ou através da cadeia trófica; e, bioamplificação, quando a concentração de um elemento químico em um organismo chega a um nível que excede aquele devido a absorção pela dieta do organismo – como ocorre com espécies em altos níveis tróficos que acumular mais químicos.

Tendo em vista o exposto, no presente estudo foi feita uma revisão bibliográfica exploratória de textos publicados sobre as cracas como organismos bioindicadores da integridade dos ambientes marinhos-costeiros.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo foi baseado em uma revisão bibliográfica qualitativa, de natureza descritivo-analítica. Segundo Marconi e Lakatos (2017) esse tipo de abordagem implica no levantamento de dados de modo indireto, através de fontes bibliográficas como livros, monografias, dissertações/teses, periódicos e artigos científicos. As bases científicas consultadas foram: (i) Google acadêmico ([www.scholar.google.com.br](http://www.scholar.google.com.br)), (ii) Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior do Governo Federal – CAPES ([www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br)), (iii) ResearchGate ([www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))

e (iv) Scielo ([www.sielo.org](http://www.sielo.org)). Os descritores escolhidos para a presente pesquisa foram: (i) Cracas como bioindicadores; (ii) Cracas como espécies invasoras e (iii) Estudo de ecotoxicologia com cracas, e foram selecionados textos em Português e Inglês, no intervalo dos últimos cinco anos (2012 – 2017). Contudo, trabalhos relevantes muito importantes, anteriores a esse período ou com tópicos diretamente relacionados, também foram utilizados no presente estudo.

Ao aplicar os descritores nas quatro bases escolhidas somente as referências com relação direta com o objetivo do artigo foram escolhidas, dentro das quarenta primeiras citações levantadas, e as referências repetidas foram excluídas. Na Tabela 1 estão resumidos os números de citações que foram levantadas em cada base de dados.

No presente trabalho as referências foram analisadas e foram levantadas informações diretamente relacionadas com a temática evitando a simples repetição de assuntos previamente descritos, mas, ao contrário, procurando usar os conhecimentos para examiná-los de acordo com o enfoque ou abordagem original (MARCONI; LAKATOS, 2017). Portanto, com base em fundamentos teóricos relacionados com a interpretação dos textos (DEMO, 2000), o objetivo foi reconstruir teorias, conceitos, ideias e ideologias que são apresentados e discutidos no presente estudo.

**Tabela 1:** Número de produções bibliográficas por tipo de publicação, conforme os descritores e as bases de dados. Descritores: 1 - Cracas como bioindicadores; 2 - Cracas como espécies invasoras e 3 - Estudo de ecotoxicologia com cracas.

Base dados/Descritores	Artigos	Livros/ Capítulos	Teses/Dissertações/Monografias
<b>Google Acadêmico</b>			
1	27	1	8
2	23	1	8
3	27	0	6
<b>Portal CAPES</b>			
1	40	0	0
2	38	0	2
3	40	0	0
<b>ResearchGate</b>			
1	38	1	0
2	19	0	1
3	02	0	0
<b>Springer</b>			
1	27	10	0
2	30	9	0
3	26	13	0

**Fonte:** As autoras.

Considerando que houve várias modificações na nomenclatura das cracas, os nomes das espécies foram atualizadas para os nomes válidos atualmente, segundo o site [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### FATORES BIÓTICOS E ABIÓTICOS RELACIONADOS ÀS CRACAS

As comunidades de cracas, como de outros organismos, são dependentes de fatores bióticos e abióticos para sua composição. Um estudo feito em cracas na região entremarés na Europa mostrou que a composição, distribuição e a abundância de espécies de cracas interativas nas costas europeias é fortemente controlada por fatores abióticos, principalmente temperatura e dessecação (POWDER et al., 2011).

Em relação às cracas, um estudo realizado por Leslie (2005) mostrou que a sobrevivência de comunidades, assim como a taxa básica de reprodução foram positivamente correlacionadas com a densidade e, em contraste, o crescimento e o rendimento reprodutivo individual foram negativamente relacionados à densidade. Desta maneira, aparentemente os efeitos intraespecíficos positivos das agregações de alta densidade superaram os efeitos negativos. No mesmo sentido, Sanford e Menge (2001), estudando duas espécies de cracas (*Balanus glandula* e *Chthamalus dalli*), propuseram que o aumento do crescimento de cracas pode vir dos benefícios combinados de uma grande oferta de fitoplâncton, zooplâncton e também por uma diminuição das temperaturas da água.

Fatores como particularidades dos ciclos de vida também são importantes para o surgimento e estabelecimento de comunidades de cracas. Assim, por exemplo, a espécie de craca *Elminius modestus* apresenta hermafroditismo protândrico e experimentos realizados por Crisp e Bhupendra (1961) mostraram que quando os indivíduos foram impedidos de se reproduzir por isolamento, mas foram cultivados de outra forma em condições idênticas, eles cresceram significativamente mais rapidamente e atingiram um tamanho maior do que os indivíduos que conseguiram fertilizar e se reproduzir. Segundo os autores, o crescimento mais lento dos indivíduos reprodutores foi causado não pela competição devido à sua proximidade mais próxima, mas pela perda de tecido como massa de ovos.

Diversos fatores abióticos são muito importantes para o estabelecimento das comunidades de cracas. Raimondi (1988), por exemplo, mostrou experimentalmente que a craca *Chthamalus anisopoma* apresenta maior sobrevivência em substrato de granito do que em substrato de basalto, sendo essa diferença explicada pela capacidade térmica de cada tipo de rocha. Todavia, em condições naturais não houve diferença entre recrutamento em pedras de granito em uma costa de granito e em pedras de basalto em uma costa do basalto demonstrando



a importância dos efeitos específicos para diferentes margens e substratos para a estrutura da comunidade intermareal.

Qiu e Qian (1999) realizaram experimentos para estudar os efeitos da salinidade e da temperatura na craca *Balanus amphitrite* e os resultados mostraram que nessa espécie temperatura de 15°C levam a baixa sobrevivência das larvas e poucos adultos apresentavam ovários e embriões em desenvolvimento o que mostra que esse é um limite mínimo para essa espécie. No entanto, a 30°C, as larvas se desenvolveram rapidamente, a sobrevivência era alta, os adultos apresentavam uma alta percentagem de ovários e embriões em desenvolvimento. A salinidade produziu efeitos prejudiciais significativos tanto na sobrevivência como no desenvolvimento dos animais em  $\leq 10$  UPS. No intervalo de 15 a 35 UPS, no entanto, nenhuma das etapas testadas exibiu sinais de estresse. Segundo os autores, o estresse osmótico experimentado em uma fase de vida pode ser passado para o próximo estágio de vida auxiliando ou prejudicando seu desenvolvimento. Foster (1969) em seu estudo sobre os tempos médios letais de sobrevivência das cracas *Elminius modestus*, *Balanus crenatus* e *B. balanoides*, quando submersos continuamente em altas temperaturas, observou que para *E. modestus* e *B. crenatus* não houve mudança sazonal na tolerância a altas temperaturas, enquanto que para *B. balanoides*, os adultos foram mais suscetíveis no inverno do que no verão a temperaturas um pouco abaixo da temperatura letal superior. Como esperado, o autor concluiu que a ordem de tolerância a altas temperaturas corresponde à ordem das temperaturas dentro das distribuições geográficas e intertidal das espécies.

Simpson e Hurlbert (1998) realizaram um estudo experimental no mar de Salton, o maior lago da Califórnia, que tem uma salinidade de cerca de 43 g/L, e que está aumentando em cerca de 0,4 g/L a cada ano. Os experimentos mostraram que o crescimento de *Balanus amphitrite* foi mais rápido a 48 g/L e mais lento a 65 g/L e, por outro lado, foi determinado, para essa espécie, que a Concentração Letal Média (CL50) de 12 dias foi entre 83 g/L e 89 g/L. Segundo os autores, com base nesses experimentos, espera-se que *B. amphitrite* se extinga no mar de Salton quando a salinidade atingir 70-80 g/L e mostre declínios marcados de abundância em salinidades tão baixas como 50 g/L.

Findlay et al. (2010) estudaram o espessamento da concha e sobrevivência em pós-larvas de duas espécies de cracas, *Semibalanus balanoides* e *Elminius modestus*, em duas temperaturas (14 e 19°C) e duas concentrações de CO<sub>2</sub> (380 e 1.000 ppm). Os resultados



mostraram que diminuições significativas na taxa de crescimento de *E. modestus* ocorreram em alto teor de CO<sub>2</sub>, mas não houve impactos no teor de cálcio da concha e na sobrevivência por temperatura elevada. Em *S. balanoides* não foram observadas alterações claras na taxa de crescimento, mas verificou-se uma grande redução no teor de cálcio da concha e sobrevida em condições elevadas de temperatura e CO<sub>2</sub>. Experimentos feitos por Cook e Lewis (1971) em *Balanus balanoides* mostraram que as mudanças sazonais na tolerância ao frio de cracas adultas provavelmente são induzidas por uma combinação de fatores ambientais, incluindo disponibilidade de alimentos, intensidade de luz, comprimento do dia e mudanças na temperatura ambiente da água do mar.

### CRACAS COMO ESPÉCIES INVASORAS

As cracas estão entre as espécies invasoras mais bem sucedidas, provavelmente devido à capacidade de serem transportadas tanto pela incrustação nos cascos dos navios como pela água de lastro (COHEN et al., 2014). Essas invasões podem ser utilizadas no monitoramento ambiental, uma vez que a ocorrência de espécies exóticas demonstra que houve uma intervenção externa nos ecossistemas naturais.

Uma das espécies mais comumente relatada como bioinvasora é *Megabalanus coccopoma*. A espécie *M. coccopoma* é nativa do Pacífico oriental tropical ocorrendo de Mazatlan, México a Guayquil, Equador (YAMAGUCHI et al., 2009). O estudo de Yamaguchi et al. (2009) mostrou a ocorrência de *M. coccopoma* no Japão e confirmou a ocorrência da espécie na Austrália. Além disso, os resultados desses autores mostraram que não havia diferenciação genética significativa ou padrões de haplótipos entre populações amplamente separadas, confirmando a hipótese de introdução por atividade humana. Um estudo em 12 amostras de *M. coccopoma*, incluindo amostras das localidades onde a espécie é nativa, mostrou ainda que houve invasões nas regiões sudeste dos Estados Unidos e do Brasil e que nesses locais as populações encontradas são compostas por linhagens múltiplas (COHEN et al., 2014). Apesar disso, os autores verificaram que a maior parte da invasão global ocorreu a partir de uma única linhagem de *M. coccopoma*, e que não existe diferenciação genética significativa entre populações nativas e não nativas desta espécie (COHEN et al., 2014).

Estudos realizados por Klôh et al. (2013) em 24 locais de coleta entre 3 e 29°S de latitude mostraram a presença de três espécies de cracas introduzidas (*Amphibalanus reticulatus*, *Megabalanus coccopoma* e *A. amphitrite*) e três espécies criptogênicas (*M. tintinnabulum*, *A.*



*improvisus* e *Newmanella radiata*) mas, entre as espécies introduzidas, apenas *M. coccopoma* foi encontrada com maior frequência ao sul de 20°S. Segundo os autores as espécies nativas ainda predominavam em todas as amostragens.

Outra espécie introduzida em um grande número de localidades em todo o mundo é *Balanus glandula*, distribuída originalmente na costa dos EUA do Alasca até próxima a San Quintín na Baixa Califórnia (MORRIS et al., 1980). Quarenta anos após a sua introdução na Argentina de *B. glandula* esta espécie é a única craca que domina a alta zona entremarés das costas rochosas locais e também foi relatado com sucesso colonizando pântanos salgados (MENDEZ et al., 2013). Os autores identificaram e caracterizaram os substratos mais bem-sucedidos colonizados por *B. glandula* em pântanos patagônicos através de estudos descritivos e experimentais e concluíram que os ambientes de fundo suave, onde os substratos rígidos estão disponíveis são os mais facilmente colonizados por *B. glandula*.

Estudos realizados por Rashidul et al. (2014) com *Balanus glandula* na costa oriental de Hokkaido no Japão no período de 2002 a 2011 mostraram que essa espécie apresentou recrutamento de larvas pela primeira vez em 2004, mas o estabelecimento de uma população não foi observado até dois anos (2) depois em uma região mais ocidental da área de estudo. Segundo os autores, seus dados mostram que a pressão do propágulo (ou seja, o fornecimento de larvas) foi crucial para a invasão bem-sucedida de *B. glandula*, assim, tanto a taxa de extinção local como a probabilidade de falha em estabelecer uma população dependem da densidade de recrutamento. Além disso, segundo os autores, o monitoramento do recrutamento é essencial para a detecção precoce de invasões por organismos marinhos sésseis e a previsão de sua expansão de alcance, de forma que uma pesquisa de recrutamento é econômica para o monitoramento de uma invasão marinha, evitando gastos maiores futuros (RASHIDUL et al., 2014).

Segundo Mendez et al. (2015) as espécies invasoras podem interagir positivamente com as comunidades locais, aumentando sua riqueza ou a abundância de algumas espécies. Em um trabalho comparando a composição, a densidade, a riqueza e a diversidades de macro-invertebrados associadas a habitats de diferentes complexidades estruturais em dois pântanos patagônicos onde *B. glandula* está bem estabelecido foram encontradas diferenças na distribuição relativa e abundância das espécies de invertebrados entre habitats de diferentes complexidades, sugerindo que a presença de *B. glandula* facilita outros invertebrados e afeta a

estrutura da comunidade, principalmente onde os substratos de assentamento (*Spartina* vs mexilhões) não são funcionalmente similares ao criado pelas cracas (MENDEZ et al., 2015).

Um estudo da craca *Balanus glandula* no leste de Hokkaido, no Japão avaliou os efeitos diretos e indiretos de algas endêmicas, cracas nativas e predadores de invertebrados sobre a abundância de *B. glandula* na costa entremarés rochosa de Hokkaido oriental (ALAM; NODA, 2016). Os autores realizaram diversos experimentos e verificaram que a conservação de predadores endêmicos de invertebrados pode ser crucial para impedir o estabelecimento e a sobrevivência das cracas introduzidas em habitats entremarés rochosas.

Um estudo sobre o efeito da localização e a mudança de temperatura do substrato nos processos iniciais da história de vida da espécie exótica *Balanus glandula* e uma espécie nativa, *Chthamalus dentatus*, ao longo da costa sul africana mostrou que não houve evidência de um efeito de temperatura nos processos iniciais da história da vida de qualquer das espécies (ROBINSON et al., 2017). Porém a colonização das duas cracas foi segregada espacialmente, com *B. glandula* ocorrendo apenas na costa oeste, onde é a craca dominante nas áreas entremarés, enquanto *C. dentatus* se instalou apenas na costa sul (ROBINSON et al., 2017). Segundo os autores, o assentamento relativo de *B. glandula* sobre rocha foi maior que o de *C. dentatus*, mas a menor mortalidade da espécie nativa resultou em níveis comparáveis de recrutamento entre as espécies. Por outro lado, a propensão de *B. glandula* de se assentar esporadicamente, juntamente com o rápido crescimento, sugere que o invasor ainda pode possuir a capacidade de se tornar dominante ao longo da recém-invadida Costa Sul.

Outras cracas também têm sido relatadas como invasoras, ainda que com menos frequência. Assim, um estudo de longo prazo sobre a craca *Elminius modestus*, registrada pela primeira vez na Ilha de Cumbrae, na Escócia em 1955, mostrou que apesar de ser generalista, *E. modestus* não superou em número as espécies nativas (*Chthamalus montagui* e *Semibalanus balanoides*), que continuam a recrutar em altas densidades (GALLAGHER et al., 2015). Segundo os autores, esta pressão competitiva torna improvável que *E. modestus* supere em número as espécies de cracas nativas neste local em um futuro próximo.

Liu et al. (2015), verificaram que uma craca comum, *Chthamalus challengerii*, que é nativa do Japão, Coreia do Sul e norte da China, tornou-se estabelecida na zona do alto litoral adjacente ao porto de Yangshan, Xangai, China. Segundo os autores, a densidade de *C. challengerii* aumentou 10 vezes nos últimos 2 anos e estudos morfológicos mostraram que a



espécie já exibe mudanças morfológicas aparentemente selecionadas para resistir às correntes mais fortes nos novos habitats invadidos.

A espécie *Amphibalanus improvisus* é um dos invasores aquáticos mais bem sucedidos em todo o mundo e é caracterizado por ampla tolerância ambiental (WRANGE et al., 2016). Um estudo da estrutura genética de *A. improvisus* (WRANGE et al., 2016) mostrou que sua diversidade genética é muito alta e o compartilhamento de haplótipos confirmou que a sua dispersão de longa distância, presumivelmente através do transporte marítimo e outras atividades antropogênicas, têm desempenhado um papel importante na formação da estrutura genética populacional desta espécie cosmopolita. Os autores não puderam confirmar a origem da espécie como sendo as margens ocidentais das costas atlânticas, mas sugerem que a dispersão natural de larvas pode desempenhar um papel importante para colonização posterior após a introdução inicial.

Um estudo complexo envolvendo o efeito de uma espécie de ostra invasora, *Crassostrea gigas*, em comunidades de cracas nativas e invasoras mostrou que a presença dessa ostra reduziu a taxa de recrutamento de uma craca invasora, *Elminius modestus*, mas não teve efeito sobre uma espécie de craca nativa, *Semibalanus balanoides*, nas condições experimentais testadas (VYE et al., 2017). Segundo os autores, seus resultados enfatizam a necessidade e importância de se considerar os processos iniciais da história de vida ao avaliar os efeitos de múltiplos estressores nas comunidades.

Considerando o exposto, pode-se concluir que efetivamente as cracas são potentes bioinvasoras e seu estudo pode indicar os níveis de perturbações ambientais provocadas por atividades humanas.

## CRACAS COMO BIOINDICADORES

Há na literatura um grande número de trabalhos mostrando a efetividade do uso de cracas com bioindicadores. Assim, em uma revisão do uso de cracas como bioindicadores de contaminação de metais nas áreas costeiras, Reis et al. (2011) concluíram que os tecidos macios de cracas (corpo) são bons materiais de biomonitoramento e diferentes espécies podem bioacumular diferentes quantidades de metais. Os corpos das cracas podem refletir as variações ambientais no nível de metal a curto e longo prazo e essas bioacumulações de metal ocorrem principalmente na forma de grânulos (REIS et al., 2011). Além disso, Reis et al. (2011) também



concluíram que o uso de espécimes ou grupo de espécies específicas em uma região específica deve ser cuidadosamente validado para um melhor monitoramento ambiental.

Em um estudo com a espécie *Pollicipes pollicipes*, espécie de outra ordem dos cirrípedes, Lepadomorpha, Reis et al. (2012), verificaram que os tecidos moles, mas não as suas placas de casca, podem ser utilizados para monitorar a contaminação por metais em lagos, uma vez que encontraram correlações positivas significativas entre todas as concentrações de metais nas águas do mar e nos tecidos moles da espécie. Enquanto para vários elementos a concentração encontrada nas amostras do noroeste de Portugal estavam adequadas, para os elementos Cd e Zn foi encontrado um alto nível de concentração, particularmente para o Zn, o que levou os autores a sugerirem que, para esse elemento, as regiões onde foram estudadas as cracas deveriam ser consideradas como “notavelmente / altamente poluídas” (REIS et al., 2012). A espécie de craca *Amphibalanus amphitrite* é um biomonitor cosmopolita de biodisponibilidades de traços metálicos, para a qual existe um grande conjunto de dados disponíveis (NASROLAHI et al., 2014). Um estudo de Nasrolahi et al. (2014) sobre os elementos As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, V e Zn em *A. amphitrite* foi feito ao longo da costa iraniana do Golfo Pérsico. Os autores concluíram que os portos comerciais e pesqueiros apresentaram biodisponibilidades extremamente elevadas de Cu, associadas a biodisponibilidades Zn altas, possivelmente a partir de tintas e procedimentos antiincrustantes. Os autores concluem também que *A. amphitrite*, é uma espécie de grande importância na avaliação da contaminação ecologicamente significativa dos traços metálicos das águas costeiras em todo o mundo.

Dionisio et al. (2013) investigaram a concentração de 10 metais traços - As, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Rb, Se, Sr e Zn - em três tecidos corporais de *Megabalanus azoricus*, uma espécie utilizada para consumo humano. Não houve diferenças significativas entre as cargas metálicas das cracas de diferentes locais de coleta, no entanto, as concentrações das cargas totais de metal traço revelaram diferenças significativas entre os tecidos (cirros, músculos e ovários) (DIONISIO et al., 2013). Além disso, as concentrações de alguns metais no corpo não estavam dentro dos níveis de segurança para os consumidores, com base nos níveis padrão permitidos para crustáceos emitidos pela União Europeia e de legislações em diversos países, tendo sido encontrados níveis alarmantes de As e Cd. Considerando a ausência de indústria pesada na



região, uma fonte vulcânica não antropogênica foi considerada o motivo dos níveis de metal observados (DIONISIO et al., 2013).

Um estudo com biomarcadores bioquímicos realizado com *Amphibalanus improvisus*, de regiões poluídas na Lagoa de Patos, no sul do Brasil, revelou dados sobre a bioacumulação ao longo do ano (ZANETTE et al., 2015). Foi observado que, durante o inverno, havia uma maior atividade da glutathione S-transferase (GST), em cracas desses locais poluídos, indicando exposição ambiental a contaminantes, sendo também encontrados níveis relativamente baixos de peróxido de lipídio (LPO), sugerindo que o estresse oxidativo por peroxidação lipídica não foi uma grande ameaça às cracas desses locais. Segundo os autores, as diferenças sazonais no GST e na capacidade total de eliminação de oxirradicais (TOSC) podem ter contribuído para os baixos níveis de LPO no verão, em relação aos níveis observados no inverno. Assim, os autores concluem que as mudanças sazonais observadas nas respostas dos biomarcadores foram acompanhadas pelas diferenças de temperatura, que poderiam afetar as respostas fisiológicas, incluindo o equilíbrio entre pró-oxidantes e antioxidantes (ZANETTE et al., 2015).

Em alguns estudos comparados, como o de Nedzi et al. (2013), em que se testaram níveis de poluentes em diferentes organismos, verificou-se que as cracas responderam, em geral, melhor como bioindicadoras. Assim, em um estudo comparativo sobre bioacumulação de 1-butil-3-metilimidazólio por dois invertebrados, *Mytilus trossulus* e *Amphibalanus improvisus*, na presença ou não da alga verde *Chlorella vulgaris*, mostrou que em geral os fatores de bioconcentração obtidos experimentalmente são bastante baixos, mas, na presença da alga verde, há um aumento na concentração dos índices de bioconcentração obtidos experimentalmente de até 80% (NEDZI et al., 2013).

Dos exemplos acima se conclui que as cracas são boas indicadoras ambientais, acumulando poluentes principalmente em seus tecidos moles e, pelo fato de serem filtradoras, esse acúmulo é proporcional a contaminação ambiental, permitindo assim monitorar os ambientes através de estudos nesses organismos.

## ESTUDO DE ECOTOXICOLOGIA COM CRACAS

Diversos poluentes, incluindo fluxos de calor, petróleo, esgotos e águas residuais, materiais orgânicos, produtos químicos, metais e metais-metais, produzidos no mundo de hoje, causaram poluição de diversos ecossistemas (FASLEBAHAR et al., 2013). Essas toxinas entram e poluem a água de maneiras diferentes e sempre foram consideradas fontes de



preocupação pelas Agências de Proteção Ambiental (NIEA, 2009). Como as cracas são amplamente encontradas em regiões entremarés em todo o mundo, como espécies nativas ou como bioinvasoras, seu estudo pode auxiliar no monitoramento ambiental, particularmente se foram recolhidas amostras de espécies invasoras uma vez que isso pode diminuir a pressão sobre as espécies nativas e ao mesmo tempo servir de material biológico para o monitoramento ambiental.

Assim, Gall et al. (2013), examinaram populações de *Amphibalanus variegatus* procurando estudar se as populações provenientes de locais contaminados por metais apresentaram maior tolerância a um tóxico (cobre) do que populações de referência. Os resultados mostraram que as larvas coletadas em estuários afetados por metais demonstraram uma maior tolerância ao cobre em comparação com os dos locais de referência. Estudos genéticos adicionais mostraram que a tolerância exibida no ensaio foi derivada da aclimação durante o desenvolvimento e/ou que as populações estão abertas impedindo a fixação de qualquer alelo único (GALL et al., 2013).

Faslebahar et al. (2013) analisaram a atividade da enzima catalase de cracas considerando que alguns poluentes orgânicos e inorgânicos causam estresse oxidativo em organismos aquáticos o que alteraria os níveis dessa enzima. Amostras de cracas e água do mar, coletadas em oito pontos no Golfo Pérsico, foram analisadas e os níveis de níquel, cobalto e vanádio e a atividade da catalase foram medidos nas cracas. Com base na análise realizada, apenas o elemento vanádio mostrou o coeficiente de correlação negativa significativo com as alterações da enzima catalase mostrando que aumentos nas concentrações de níquel e cobalto elevam os níveis de catalase nos animais (FASLEBAHAR et al., 2013).

Reinecke et al. (2014), compararam as cargas corporais de cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e zinco (Zn) no mexilhão preto *Choromytilis meridionalis* e na craca *Tetraclita serrata* e as concentrações ambientais desses elementos. Segundo os autores a carga média do corpo (tecido macio e casca) dos metais foi maior no mexilhão preto do que na craca durante todas as estações, mas os metais Cd, Ni e Pb são acumulados fortemente por *C. meridionalis* e *T. serrata*. Nesse estudo a análise de regressão múltipla mostrou uma forte correlação entre a carga corporal de metais no mexilhão preto e a concentração ambiental na maioria das estações, o que indica que o mexilhão preto pode ser mais útil como um biomonitor ativo.



Ramos et al. (2014) avaliaram as possíveis alterações biológicas na espécie de craca *Pollicipes pollicipes* causadas por contaminação humana e sazonalidade, durante um período de 1 ano, em três áreas diferentes da costa do Atlântico Norte em Portugal e encontraram que as flutuações dos biomarcadores estudados foram fortemente relacionadas à sazonalidade, mas também podiam sofrer influência nos padrões previamente documentados de contaminação química. Os autores concluíram também que *P. pollicipes* mostrou ser um organismo promissor em programas de biomonitoramento costeiro, com uma sensibilidade adequada para a contaminação e/ou flutuações sazonais. Isso demonstra que as espécies de cirrípedes no geral, incluindo as subordens, Lepadomorpha, Verrucomorpha e a Balanomorpha, do presente trabalho, são bastante relevantes como bioindicadores ambientais.

Leilei et al. (2015) realizaram experimentos para investigar os efeitos do cobre sobre as larvas da craca *Chthamalus challengerii* tendo em vista o uso desse metal como substância antiincrustante. Os autores concluem que a fase de nauplius II é o estágio larval mais sensível, quando a concentração de cobre é  $\geq 60 \mu\text{g} / \text{L}$  as larvas nauplius II não conseguem passar para o estado de cypris, a fixação na fase cypris é mais suscetível ao cobre do que a taxa de mortalidade por cypris e a taxa de excreção de amoníaco no nauplius II é o índice mais sensível ao cobre e pode ser o indicador de monitoramento da poluição do cobre.

Os bivalves tradicionalmente foram considerados bons bioindicadores devido à sua sensibilidade à poluição, entre outras características, mas esta característica também é compartilhada por várias outras espécies não bivalves, embora estudos nesse aspecto permaneçam escassos com esses outros grupos (LAITANO; FERNANDEZ-GIMENEZ, 2016). Dessa maneira, Laitano e Fernandez-Gimenez (2016) compararam a sensibilidade a um biomarcador crônico na poluição dos portos entre três invertebrados, mexilhões, levas e cracas, que vivem em zonas entremarés com boas características de bioindicadores. As três espécies apresentaram atividade em todas as enzimas testadas, mas a craca *Balanus glandula* foi a espécie mais sensível sugerindo que nem sempre seriam os mexilhões as melhores espécies de bioindicadores entre os invertebrados marinhos, dependendo das respostas avaliadas.

Um estudo com plásticos recicláveis sobre a sobrevivência larval e fixação de *Amphibalanus amphitrite* mostraram que havia um aumento significativo na mortalidade de larvas nas concentrações mais altas testadas (0,10 e 0,50 mg/L) (LI et al., 2016). As análises químicas mostraram uma mistura complexa de substâncias liberadas em lixiviados plásticos,



para sete categorias testadas o que levou os autores a sugerir que a lixiviação de compostos tóxicos de todos os plásticos deve ser considerada ao avaliar os riscos de poluição plasmática (LI et al., 2016).

Um bioensaio usando larvas planctônicas da craca *Amphibalanus amphitrite*, desenvolvido por Van Dam et al. (2016), teve como objetivo gerar dados sobre a toxicidade crônica relevante para o meio ambiente para a elaboração de um guia de qualidade da água ou teste de conformidade. Os autores concluem que existe um desempenho do bioensaio consistentemente alto, validado através do uso de cobre como tóxico de referência. Além disso, os efeitos biológicos do alumínio, gálio e molibdênio foram também avaliados e os autores verificaram que houve uma expressão alta de sensibilidade ao cobre e sensibilidade moderada ao alumínio, enquanto o gálio e o molibdênio não apresentaram efeitos discerníveis, mesmo em altas concentrações, fornecendo informações valiosas sobre a toxicidade desses elementos em águas marinhas tropicais.

Segundo Nasrolahi et al. (2017), a craca *Amphibalanus improvisus* é um biomonitor cosmopolita de biodisponibilidade de traço de metal em águas costeiras de salinidade reduzida. Em seus estudos sobre a biodisponibilidade de Ag, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V e Zn, para *A. improvisus*, os autores encontraram que as concentrações desses elementos estavam dentro dos intervalos típicos esperados de acordo com a literatura. Níveis mais elevados de Cu e Zn foram correlacionados com a biodisponibilidade local possivelmente associada a atividades de cultivo de camarão (Cu) e uma fonte industrial (Mn) (NASROLAHI et al., 2017).

Um estudo na costa oriental da Tailândia avaliou a contaminação por microplásticos em três invertebrados sésseis e intermareais (*Saccostrea forskalii*, *Amphibalanus amphitrite* e *Littoraria* sp.) e mostrou que as espécies filtradoras apresentaram taxas de acumulação comparativamente mais elevadas de microplásticos sugerindo a urgente necessidade de controle da poluição por plásticos nas áreas costeiras (THUSHARI et al., 2017).

Um protocolo oficial de um ensaio ecotoxicológico que emprega larvas do crustáceo *Amphibalanus amphitrite* foi recentemente publicado pela autoridade reguladora italiana UNICHIM (Associazione per l'unificazione nel Settore dell'Industria Chimica) e testado em relação aos parâmetros temperatura e salinidade (PIAZZA et al., 2016). Os resultados desse protocolo, de um ensaio com e sem a presença de nitrato de cádmio, mostraram que a toxicidade do cádmio diminuiu em valores de salinidade mais elevados e aumentou em temperaturas mais



elevadas, oferecendo uma melhor caracterização do bioensaio e a possibilidade de uma estimativa mais realista de avaliações ecotoxicológicas realizadas em amostras coletadas em campo.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A pesquisa realizada demonstrou que as cracas podem ser utilizadas no monitoramento ambiental, principalmente em estudos de bioinvasão, uma vez que efetivamente esses animais são potentes bioinvasores e seu estudo pode indicar os níveis de perturbações ambientais provocadas por atividades humanas. Além disso, as cracas são boas indicadoras ambientais, acumulando poluentes principalmente em seus tecidos moles e, pelo fato de serem filtradoras, esse acúmulo é proporcional a contaminação ambiental, permitindo assim monitorar os ambientes através de estudos nesses organismos. Por fim, pode-se concluir que o estudo da Ecotoxicologia, empregando tecidos ou formas larvais de cracas, é uma ferramenta poderosa para o estudo da contaminação ambiental e seu uso deveria ser incentivado pelos órgãos públicos no monitoramento ambiental da qualidade da água em zonas costeiras.

## **AGRADECIMENTO**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## **REFERÊNCIAS**

- ALAM, A.K.M.R.; NODA, T. An experimental evaluation of the direct and indirect effects of endemic seaweeds, barnacles, and invertebrate predators on the abundance of the introduced rocky intertidal barnacle *Balanus glandula*. *Population Ecology*. 2016; 58:507– 514.
- AMARAL, A.C.Z.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*. 2005; 1(1): 43-51.
- BHAT, S. Ecotoxicology & Impact on Biodiversity. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2013, 2(2):1-19.
- COHEN, O.R.; WALTERS, L.J.; HOFFMAN, E.A. Clash of the titans: a multi-species invasion with high gene flow in the globally invasive titan acorn barnacle. *Biological Invasions*, 2014, 16:1743–1756.
- CONNELL, J.H. Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1972, 3.: 169-192.

COOK, P.A.; LEWIS, A.H. Acquisition and loss of cold-tolerance in adult barnacles (*Balanus balanoides*) kept under laboratory conditions. *Marine Biology*, 9:26-30, 1971

CRISP, D.J.; BHUPENDRA, P. The interaction between breeding and growth rate in the barnacle *Elminius Modestus* Darwin. *Limnology and Oceanography*, 6(2): 104-115, 1961.

DIONISIO, M.; COSTA, A.; RODRIGUES, A. Heavy metal concentrations in edible barnacles exposed to natural contamination. *Chemosphere*, 2013, 91(4): 563-570.

EHRlich, H. Barnacle Cements. *Biological materials of marine origin - Invertebrates. Séries: Biologically- Inspired Systems*. Ed. Springer. 2010, 1(4) :320-322. Abstract.

FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, C.M. Taxonomia e considerações ecológicas dos Cirripedia *Balanomorpha* do estuário do Rio Parípe (Ilha de Itamaracá-PE-Brasil). Dissertação(Mestrado em Oceanografia Biológica). Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 1990. 379 p.

FARRAPEIRA, C.M.R. Análise da biota portuária estuarina do nordeste brasileiro para detecção de espécies introduzidas. Tese (Doutorado em Oceanografia), Departamento de Oceanografia, UFPE, Recife. 2011.

FASLEBAHAR, S.; EMTYAZJOO, M.; MONAVARI, M. The special activity of catalase enzyme in *Balanus* as a heavy metals biomarker. *Advances in Environmental Biology*. 2013, 7(1): 201-206.

FINDLAY, H.S.; KENDALL, M.A.; SPICER, J.I.; WIDDICOMBE, S. Post-larval development of two intertidal barnacles at elevated CO<sub>2</sub> and temperature. *Marine Biology*, 157:725-735, 2010.

FOSTER, B.A. Tolerance of high temperatures by some intertidal barnacles. *Marine Biology*, 4(4): 326-332, 1969.

GALL, M.L.; HOLMES, S.P.; DAFFORN, K.A.; JOHNSTON, E.L. Differential tolerance to copper, but no evidence of population-level genetic differences in a widely-dispersing native barnacle. *Ecotoxicology*, 2013, 22(5): 929-937.

GALLAGHER, M.C.; DAVENPORT, J.; GREGORY, S.; MCALLEN, R.; O'RIORDAN, R. The invasive barnacle species, *Austrominius modestus*: Its status and competition with indigenous barnacles on the Isle of Cumbrae, Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2015, 152: 134 -141.

KLÔH, A.S.; FARRAPEIRA, C.M.R.; RIGO, A.P.; ROCHA, R.M. Intertidal native and introduced barnacles in Brazil: distribution and abundance. *Marine Biodiversity Records*. 2013, 6 :1-8.

LAITANO, M.V.; FERNANDEZ-GIMENEZ, A.V. Are Mussels Always the Best Bioindicators? Comparative Study on Biochemical Responses of Three Marine Invertebrate Species to Chronic Port Pollution. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2016, 97:50–55.

LEILEI, Q.; YING, W.; SINGJING, S.; YOU, W.; XUEXI, T. The toxic effects of copper on larvae of the barnacle species *Chthamalus challengerii*. Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2015, 33(2): 400-409.

LESLIE, H.M. Positive intraspecific effects trump negative effects in high-density barnacle aggregations. Ecology 86(10):2716-2725, 2005

LI, H.X.; GETZINGER, G.J.; FERGUSON, P.L.; ORIHUELA, B.; ZHU, M.; RITTSCHOF, D. Effects of Toxic Leachate from Commercial Plastics on Larval Survival and Settlement of the Barnacle *Amphibalanus amphitrite*. Environmental. Science &. Technology. 2016, 50(2): 924–931.

LIU, Y.; XUE, J.; LIN, J.; WU, H. Invasion and morphological variation of the non-indigenous barnacle *Chthamalus challengerii* (Hoek, 1883) in Yangshan Port and its surrounding areas. Journal of Ocean University of China. 2015, 14(3):575-583.

MENDEZ, M.M.; SCHWINDT, E.; BORTOLUS, A. Patterns of substrata use by the invasive acorn barnacle *Balanus glandula* in Patagonian salt marshes. Hydrobiologia.2013, 700:99–107.

MENDEZ, M.M.; SCHWINDT, E.; BORTOLUS, A. Differential benthic community response to increased habitat complexity mediated by an invasive barnacle. Aquatic Ecology. 2015, 49:441–452.

MORRIS, R.H.; ABBOTT, D.P.; HADERLIE, E.C. *Balanus glandula*. Intertidal Invertebrates of California. Stanford: Stanford University Press. 1980, p: 520–521.

NASROLAHI, A.; SMITH, B.D.; EHSANPOUR, M.; AFKHAMI, M.; RAINBOW, PS. Biomonitoring of trace metal bioavailabilities to the barnacle *Amphibalanus amphitrite* along the Iranian coast of the Persian Gulf. Marine Environmental Research. 2014, 101:215-224.

NASROLAHI, A.; SMITH, B.D.; EHSANPOUR, M.; AFKHAMI, M.; RAINBOW, P. Biomonitoring of trace metal bioavailability in the barnacle *Amphibalanus* improvises along the Iranian coast of the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 2017, 16 (1):1-25.

NEDZI, M.; LATALA, A.; NICHTHAUSER, J.; STEPNOWSKI, P. Bioaccumulation of 1-butyl-3- methylimidazolium chloride ionic liquid in a simple marine trophic chain. International Journal of Oceanography and Hydrobiology. 2013, 42(2): 149-154.

NEWMAN, W.A; ROSS, A. Revision of the balanomorph barnacles; including a catalogue of the species. San Diego Soc Nat Hist Mem. 1976, 9:1–108.

NIEA - Water Management Unit. Water pollution on Incidents and Enforcement, Northern Ireland Environment Agency. 2009, p: 1-33.

NORBERG, J. Biodiversity and ecosystem functioning: A complex adaptive systems approach. Limnology and Oceanography. 2004, 49(4, part 2): 1269–1277.

PIAZZA, V.; GAMBARDELLA, C.; CANEPA, S.; COSTA, E.; FAIMALI, M.; GARAVENTA, F. Temperature and salinity effects on cadmium toxicity on lethal and sublethal responses of *Amphibalanus amphitrite* nauplii. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2016, 123:8-17.

POCHAI, A.; KINGTONG, S.; SUKPARANGSI, W.; KHACHONPISITSAKI, S. The diversity of acorn barnacles (Cirripedia, Balanomorpha) across Thailand's coasts: The Andaman Sea and the Gulf of Thailand. *Zoosystematics and Evolution*. 2017, 93 (1), 13–34.

POWER, A.M.; MCCRANN, K.; MCCRANN, D.; O'RIORDAN, R.M.; SIMKANIN, C.; MYERS, A.A. Physiological tolerance predicts species composition at different scales in a barnacle guild. *Marine Biology*, 158:21-49, 2011.

QIU, J.-W.; QIAN, P.-Y. Tolerance of the barnacle *Balanus amphitrite amphitrite* to salinity and temperature stress: effects of previous experience, *Marine Ecology Progress Series*, 188: 123-132, 1999.

RAIMONDI, P.T. Rock type affects settlement, recruitment, and zonation of the barnacle *Chthamalus anisopoma* Pilsbury. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 123(1): 253-267, 1988.

RAINBOW, P.S. An introduction to the biology of British littoral barnacles. *Field Studies*, Shropshire. 1984, 6, p 51.

RAMOS, A.S.; ANTUNES, S.C.; GONÇALVES, F.; NUNES, B. The Gooseneck Barnacle (*Pollicipes pollicipes*) as a Candidate Sentinel Species for Coastal Contamination. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2014, 66(3): 317-326.

RASHIDUL, A.K.M.; HAGINO, A.T.; FUKAYA, K.; OKUDO, T.; NAKAOKA, M.; NODA, T. Early phase of the invasion of *Balanus glandula* along the coast of eastern Hokkaido: changes in abundance, distribution, and recruitment. *Biological Invasions*. 2014, 16:1699–1708.

REINECKE, A.J.; REINECKE, S.A.; MDZEKE, N.P. A comparative study of the accumulation of metals in the barnacle (*Tetraclita serrata*) and the black mussel (*Choromytilis meridionalis*) in False Bay, South Africa. *South Africa Journal of Science and Technology*. 2014, 33(1):1- 9.

REIS, P.A.; SALGADO, M.A.; VASCONCELOS, V. Barnacles as biomonitors of metal contamination in coastal waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2011, 93, 269–278.

REIS, P.A.; SALGADO, M.A.; VASCONCELOS, V. Goose barnacle *Pollicipes pollicipes* as biomonitor of metal contamination in the northwest coast of Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2012, 184:6987–7000.

ROBINSON, T.B.; POPE, H.R., ALEXANDER, M.E. Early life-history processes and their implications for the invasion of the barnacle *Balanus glandula*. *Marine Biology Research*. 2017,13(4):439-446.

SANFORD, E.; MENGE, B.A. Spatial and temporal variation in barnacle growth in a coastal upwelling system. *Marine Ecology Progress Series*, 209:143-157, 2001.

SEVERINO, A.; RESGALLA JR., C. Descrição dos estágios larvais de *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) e sua variação temporal na enseada de Itapocoroy (Santa Catarina, Brasil). *Atlântica*. Rio Grande, 2005, 27 (1): 5-16.

SIMPSON, E.P.; HURLBERT, S.H. Salinity effects on the growth, mortality and shell strength of *Balanus amphitrite* from the Salton Sea, California. *Hydrobiologia*, 381: 179-190, 1998.

TEIXEIRA, S.F.; SOUZA, A.C.F.F.; MARIZ, D.; CAMPOS, S.S. Development pressures on urban and rural traditional fishing communities in Brazil: A case of tropical mollusk gatherers. In: *Urban and Rural Developments*. Ed. Vivian Fletcher. Nova Science Publisher, Inc. Pp. 39-66, 2016.

THUSHARI, G.G.N.; SENEVIRATHNA, J.D.M.; YAKUPITIYAGE, A.; CHAVANICH, S. Effects of microplastics on sessile invertebrates in the eastern coast of Thailand: An approach to coastal zone conservation. *Marine Pollution Bulletin*, 2017, 124(1): 349-355.

TORRES, P.; COSTA, A.C; DIONÍSIO, M.A. New alien barnacles in the Azores and some remarks on the invasive potential of Balanidae. *Helgoland Marine Research*. 2012, 66:513–522.

VAN DAM, J.W.; TRENFIELD, M.A.; HARRIES, S.J.; STRETEN, C.; HARFORD, A.J.; PARRY, D.; VAN DAM, R.A. A novel bioassay using the barnacle *Amphibalanus amphitrite* to evaluate chronic effects of aluminium, gallium and molybdenum in tropical marine receiving environments. *Marine Pollution Bulletin*. 2016, 112: 427–435.

VAN GESTEL, C.A.M.; VAN BRUMMELEN, T.C. Incorporation of the biomarker concept in ecotoxicology calls for a redefinition of terms. *Ecotoxicology*. 1996, 5: 217-225.

VYE, S.R.; EMMERSON, M.C.; DICK, J.T.A.; O'CONNOR, N.E.O. Cumulative effects of multiple stressors: An invasive oyster and nutrient enrichment reduce subsequent invasive barnacle recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2017, 486:322–327.

WALTERS, M.; JOHNSON, J. *The World of Animals*. Parragon Ed. 2011, 252p. Bath, Somerset.

WRANGE, A.L.; CHARRIER, G.; THONIG, A.; ROSENBLAD, M. A.; BLOMBERG, A.; HAVENHAND, J.N.; JONSSON, P.R.; ANDRÉ, C. The story of a hitchhiker: population genetic patterns in the invasive barnacle *Balanus (Amphibalanus) improvisus* Darwin 1854. *PLoS ONE*. 2016, 11(1): e0147082, 2016. doi: 10.1371/journal.pone.0147082.

YAMAGUCHI, T.; PRABOWO, R.E; OHSHIRO, Y.; SHIMONO, T.; JONES, D.; KAWAI, H.; OTANI, M.; OSHINO, A.; INAGAWA, S.; AKAYA, T.; TAMURA, I. The introduction to Japan of the Titan barnacle, *Megabalanus coccopoma* (Darwin, 1854) (Cirripedia: Balanomorpha) and the role of shipping in its translocation. *Biofouling*. 2009, 25:325–333.



ZANETTE, J.; MONSERRAT, J.M.; BIACHINI, A. Biochemical biomarkers in barnacles *Balanus improvisus*: Pollution and seasonal effects. *Marine Environmental Research*. 2015, 103: 74-79.

ZULLO, V.A. *Amphibalanus trigonus* Darwin (Cirripedia, Balaninae) in the Atlantic basin: an introduced species? *Bulletin of Marine Science*. 1992, 50:66–74.

# CAPÍTULO 31

## EFEITOS DO EFLUENTE DA MANDIOCA EM *EISENIA* SPP. (OLIGOCHAETA, LUMBRICIDAE)

Antônia Vitória Damasceno da Costa  
Clisley Marielly Ribeiro Lameira  
Thaís Pegararo Comassetto

### RESUMO

O lançamento de efluentes sem tratamento tem sido uma das principais causas de contaminação ambiental. O líquido gerado a partir da prensa da raiz da mandioca, também conhecida como manipueira, possui alto teor de ácido cianídrico, o que lhe confere potencial tóxico. O objetivo deste estudo foi analisar o efeito do efluente do processamento da mandioca sob as minhocas do gênero *Eisenia* spp., por meio de testes de ecotoxicologia padronizados. O efluente passou por processo de fermentação e cocção, seguido da correção do pH. Foram realizados teste de toxicidade aguda por contato (diluições de 1%, 2%, 5%, 10% 30%) e toxicidade aguda (25, 50, 75, 100 e 200 mL Kg<sup>-1</sup>) e de fuga (2, 5, 10, 15 e 20 ml Kg<sup>-1</sup>) em solo artificial tropical (SAT). Observou-se que o efluente não foi prejudicial às minhocas do gênero *Eisenia* spp nas condições em que os testes foram realizados. Observou-se 100% de sobrevivência para as minhocas em contato direto com efluente, baixo grau de letalidade no teste agudo e indiferença quanto ao comportamento de fuga entre os solos (com e sem a substância teste). No teste agudo, as minhocas aumentaram de peso corpóreo a medida que a concentração de efluente aumentou, o que pode estar relacionado com o potencial biorremediador e bioacumulador desses organismos. Conclui-se que o efluente utilizado não se mostrou tóxico para minhocas do gênero *Eisenia* spp.

**PALAVRAS-CHAVE:** ecotoxicologia; manipueira; teste agudo; teste de fuga; toxicidade.

### INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um arbusto (ALBUQUERQUE, 1969), pertencente à família Euphorbiaceae (RIBEIRO et al., 2007) e nativa do continente sul-americano (CARVALHO, 2017). Cultivada há mais de 5 mil anos, a mandioca é plantada em mais de cem países de clima tropical e subtropical (COÊLHO, 2018) e, por possuir raízes com alto teor de amido, é um produto considerado de alto suporte nutricional para populações de diversos países, especialmente os de baixa renda (ALMEIDA et al., 2018; SILVA et al., 2013). Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), em 2017, a produção mundial de raiz de mandioca foi de 291 milhões de toneladas (FAO, 2019), sendo a Nigéria e o Brasil um dos maiores produtores com 59,48 e 18,87 milhões de

toneladas, respectivamente. Nesses dois países, 50% da produção é utilizada para o consumo humano (ALEXANDRATOS; BRUINSMA, 2012).

Há uma alta diversidade genética nas culturas de mandioca, porém, todas as variedades são cianogênicas (HERSHEY, 2017), ou seja, possuem ácido cianídrico (HCN) em diferentes concentrações dependendo do estágio e da região da planta (COHEN et al., 2007). Por meio do rompimento da estrutura celular da raiz, enzimas como a linamarase contribuem para a deterioração dos compostos cianônicos, favorecendo a liberação de HCN (SILVA et al., 2014). Os compostos cianogênicos e as enzimas estão presentes em toda parte da mandioca, sobretudo nas folhas e na entrecasca das raízes (CEREDA, 2002). Com base na quantidade de HCN presente nas raízes, as variedades da mandioca são diferenciadas em mandioca mansa ou brava. A primeira possui teor de HCN abaixo de  $100 \text{ mg Kg}^{-1}$  de raiz fresca; já a segunda apresenta valor acima de  $100 \text{ mg Kg}^{-1}$ . Por esse motivo, o consumo in natura é indicado para a mandioca mansa e a brava é destinada à indústria, quando deve passar por tratamento para eliminar o excesso de HCN e, assim, garantir o consumo sem riscos à saúde humana (FIALHO; VIEIRA, 2011; RIBEIRO et al., 2007). Diversos produtos são gerados a partir do beneficiamento da mandioca brava, dentre os quais destacam-se a fécula, maniva, farinha de mesa (seca e d'água) e o tucupi (FERREIRA FILHO et al., 2013).

O efluente da mandioca brava, conhecido também como manipueira, é um líquido de cor amarela e consistência leitosa, obtido através da prensagem da massa triturada da mandioca (SANTOS et al., 2018). É um efluente rico em amido, nitrogênio, fósforo, potássio e cianetos (MATTOS et al., 2006). Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), uma tonelada de mandioca, após prensada, gera 250 litros de efluente. Por litro, calcula-se a existência de 219 miligramas de fósforo, 1.675 miligramas de potássio, 225 miligramas de cálcio e 336 miligramas de magnésio, além de micronutrientes (MAPA, 2016). O efluente da mandioca pode ser consumido na forma de tucupi, além de servir como inseticida e adubo orgânico (ARAÚJO et al., 2015; BALDIN et al. 2012; MATTOS et al., 2006; GONZAGA et al., 2008; 2012). No norte do país, a utilização do tucupi é atrelada à cultura local, visto que faz parte do cotidiano das famílias, desempenhando importante papel econômico na região (DIAS et al., 2016). O reuso do efluente da mandioca na agricultura, desde que respeitada a composição química do solo e as doses toleradas pelas culturas, pode resultar em benefícios na produtividade e atenuar problemas ambientais (DUARTE et al., 2012). Além



disso, o efluente pode ser utilizado como agente de inibição de pragas, como nematóides (FONSECA et al., 2016) e ser utilizado na produção de biogás (JIRAPRASERTWONG et al., 2018).

A carga orgânica do efluente é considerada dezenas de vezes superior ao esgoto doméstico (SANTOS, 2008). Segundo Botelho et al., (2009), os problemas gerados pelo descarte desse efluente é relacionado ao alto valor de DBO e o volume produzido. Além disso, o impacto também é causado devido à ação de hidrólise do  $\beta$ -glicosídeo linamarina em ácido cianídrico (HCN), que é tóxico para os seres vivos (SANTOS, 2008; HERSHEY, 2017). Estudo realizado por Santos (2008), sobre o impacto causado pelo efluente produzido da agroindústria da mandioca em 13 municípios do estado da Bahia, constatou-se alta contaminação nos corpos hídricos com consequência à saúde da população local. Estudo realizado por Silva et al. (2017), verificou que a administração oral de manipueira (de 0,23 a 0,46, mg de HCN Kg<sup>-1</sup>) causou intoxicação após a ingestão em ovelhas.

A avaliação dos efeitos do efluente no ecossistema do solo pode ser avaliada por meio de testes de ecotoxicologia (NEWMAN, 2014) utilizando minhocas das espécies *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) e *Eisenia andrei* (Bouché, 1972). Embora não sejam típicas dos solos tropicais, essas espécies habitam solos ricos em matéria orgânica, são de fácil cultivo, possuem ciclo de vida curto, eclodem em três a quatro semanas e atingem a maturidade entre sete a oito semanas (OECD, 1984). Além disso, são consideradas boas indicadores em virtude da sensibilidade a mudanças externas (STEFFEN, 2013), são internacionalmente aceitas em testes ecotoxicológicos, o que contribui para padronização e comparação de estudos com essa temática (ANDREA, 2010).

As normas da *International Standard Organization* (ISO) e da *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) são utilizadas para realização de testes envolvendo minhocas do gênero *Eisenia* spp. para fins de padronização e comparação dos resultados em diferentes locais. Diversos estudos ecotoxicológicos têm sido realizados com o objetivo de avaliar o grau de toxicidade de contaminantes em minhocas. Entretanto, as temáticas mais abordadas relacionam o efeito causado por agrotóxicos (RICO et al., 2016; YANG et al., 2017; LACKMANN et al., 2018) e metais pesados (ZHANG, 2013; ZHOU, 2013; DEMUYNCK et al., 2016; CAO et al., 2017; COELHO et al., 2018; NGUYEN, et al. 2019). Por meio da literatura, é possível verificar que conhecimentos acerca da avaliação



ecotoxicológica de minhocas em misturas, como efluentes, ainda é incipiente e merecem destaque. Dessa maneira, o objetivo do presente estudo é avaliar o efeito do efluente do processamento da mandioca sobre minhocas do gênero *Eisenia* spp. Por meio do teste de contato e, em solo artificial tropical (SAT), por meio dos testes agudo e de fuga.

## **METODOLOGIA**

### **CULTIVO E PURGA DAS MINHOCAS**

O cultivo das minhocas do gênero *Eisenia* spp. foi realizado em caixa de madeira em laboratório. As matrizes foram adquiridas comercialmente e alimentadas com esterco bovino na proporção 1:1, temperatura  $22 \pm 2$  °C, pH  $7 \pm 0,5$  °C, umidade 35-45 %. A cada 15 dias o esterco foi trocado, a fim de garantir alimentação suficiente para as minhocas. A umidade foi ajustada através do monitoramento semanal com análise em laboratório utilizando metodologia da Donagema et al. (2011). Minhocas sub-adultas, com peso entre 150 a 300 mg, foram escolhidas para a realização dos testes. O processo de purga, isto é, a eliminação do conteúdo estomacal, foi baseado na metodologia de OECD (1984), a qual indica o período de três horas em papel filtro úmido como substrato.

### **EFLUENTE DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA**

O efluente foi coletado em uma casa de farinha e passou pelo processo de fermentação e cocção conforme metodologia de Chisté e Cohen (2011), que consiste em deixar o efluente em repouso por 3 dias em temperatura ambiente ( $28 \pm 2$  °C), seguido de fervura por 10 minutos. Após esse processo, o efluente foi analisado quanto aos parâmetros temperatura (°C), CE, sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV), sólidos fixos (SF) e fósforo total ( $P_{total}$ ). Em virtude de apresentar um pH ácido (3,69), o que poderia causar mortalidade das minhocas (SCHIEDECK et al., 2006), o pH do efluente da mandioca utilizado nesse teste foi corrigido para 7, conforme recomendação de Schiedeck et al. (2014). A caracterização do efluente foi realizada com base nas metodologias de APHA (2005) e apresentada na Tabela 1.

Apresentou pH 6,57 e condutividade elétrica de  $6,75 \mu\text{S cm}^{-2}$ . Após a coleta,

**Tabela 1:** Caracterização do efluente do processamento da mandioca utilizado nos ensaios com minhocas do gênero *Eisenia* spp.

pH	CE	ST	SF	SV	P <sub>total</sub>
	$\mu\text{S cm}^{-2}$	----- mg L <sup>-1</sup> -----			
7,00	2,66	62,45	2,59	59,86	2,88

CE: Condutividade Elétrica; ST: Sólidos Totais; SV: Sólidos Voláteis; SF: Sólidos Fixos; P<sub>total</sub>: Fósforo total.

Fonte: A autoria própria (2022).

Observa-se, por meio do valor de SV do efluente, que 95,8% do total de material sólido (ST) do efluente é representado por material volátil, enquanto a fração mineral do efluente (SF), constituído por sais, minerais e metais, representa 4,2%. Além disso, vale considerar a concentração de fósforo total no efluente (2,88 mg L<sup>-1</sup>). Ambientes lóticos enquadrados na Classe 2 devem apresentar, no máximo, 0,1 mg L<sup>-1</sup> de fósforo total (BRASIL, 2005). Nesse sentido, o corpo receptor em que este efluente for lançado deve apresentar um potencial de autodepuração capaz de diluir em cerca de 30 vezes o fósforo do efluente do processamento da mandioca utilizado neste estudo.

#### TESTE DE TOXICIDADE AGUDA COM PAPEL DE CONTATO

O teste de toxicidade aguda com papel de contato foi realizado com base na norma OECD no 207 (OECD, 1984). Foram utilizadas concentrações de 2%, 5%, 10% e 30% de efluente diluídas em água destilada, além do tratamento controle, com água destilada ou 0% de efluente, baseados em testes prévios realizados no laboratório, indicando resultados mínimos e máximos (0% e 100% de letalidade, respectivamente). Para cada diluição, pipetou-se 1,5 ml da amostra diluída e transferiu-se para cada frasco de vidro forrado com papel filtro nas laterais. Os frascos foram rotacionados horizontalmente até a secagem do efluente e, após a secagem, pipetou-se 1 ml de água destilada. Os frascos foram vedados com película de plástico perfurada e transportados para câmara BOD. Foram realizadas cinco diluições (0%, 2%, 5%, 10% e 30%) com oito repetições cada, totalizando 40 unidades experimentais. Em cada unidade experimental, foi colocado um indivíduo. O teste ocorreu em ambiente escuro, com temperatura de 22 ± 2 °C por 48 horas, quando foi avaliado a mortalidade dos indivíduos.

#### PREPARAÇÃO DO SOLO ARTIFICIAL TROPICAL (SAT)

O solo artificial tropical (SAT) foi preparado para ser utilizado nos testes de fuga e teste agudo. Utilizou-se a metodologia proposta no protocolo OECD (1984), com adaptações. O substrato foi preparado misturando-se 70% de areia industrial (peneirada e lavada), 20% de

caulim e 10% de fibra de coco. Após a mistura completa dos materiais, o solo foi umedecido com água destilada até obtenção de 35% da capacidade de retenção de água, a qual foi determinada seguindo a metodologia de Donagema et al. (2011). A análise do pH foi realizada conforme Silva (2018), no qual considera a proporção 1:2,5 de solo e água destilada. Não foi necessário realizar o ajuste do pH, uma vez que o valor obtido estava em conformidade com a ABNT (2011).

#### TESTE DE TOXICIDADE AGUDA EM SAT

Para execução do teste de toxicidade aguda, utilizaram-se recipientes de polietileno redondos, com 11 cm de diâmetro e 9,5 cm de altura com tampa perfurada, contendo 400 g de SAT. Foram realizados seis tratamentos com as concentrações 0, 12,5, 25, 37,5, 50 e 100 ml Kg<sup>-1</sup>, com quatro repetições para cada tratamento, totalizando 24 unidades experimentais. Em cada réplica foram adicionados 6 indivíduos sub-adultos lavados e secos. Os indivíduos foram dispostos no SAT por 24 horas antes do teste, para a aclimação. Foram observados os resultados dos ensaios aos 7 e 14 dias, período no qual as minhocas não foram alimentadas. A temperatura foi mantida em 22° ± 2 °C e a luz permaneceu constante. A mortalidade foi confirmada quando a minhoca não reagia a estímulos mecânicos na região frontal. Ao final do teste, avaliou-se a taxa de mortalidade e o peso corporal dos indivíduos foi avaliado antes e depois do teste.

#### TESTE DE FUGA EM SAT

O teste de fuga foi realizado baseado na Norma ISO 17512-1 (ABNT, 2011). Para o teste, foram utilizados recipientes de polietileno com tampas perfuradas, cobertos por material opaco para evitar efeitos laterais da luz. A quantidade de SAT usada para cada recipiente foi 400 g, 200 g para solo teste e 200 g para solo controle. Após o ajuste da umidade, as minhocas foram aclimatadas ao solo por um período de 24 horas.

O teste contou com as concentrações de 2, 5, 10, 15 e 20 ml Kg<sup>-1</sup>, com quatro repetições cada, totalizando 20 unidades experimentais. As parcelas de SAT (teste e controle) foram separadas por um divisor, de modo a criar uma faixa de solo neutra, em que seis minhocas sub-adultas foram colocadas uma a uma. Durante o período do teste, as minhocas não foram alimentadas e manteve-se a temperatura em 22 ± 2 °C, com ciclo luminoso natural (de 12 h luz e 12 h escuro) e intensidade luminosa entre 400 a 800 lx. O período do teste foi de 48 horas, após o qual avaliou-se o comportamento das minhocas em relação a rejeição do solo.

## ANÁLISE DE DADOS

Os resultados dos testes de fuga e de toxicidade aguda em SAT foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e Homocedasticidade (Bartlett). Foi constatada a não normalidade e a não simetria na distribuição dos dados das variáveis, mesmo após a transformação dos dados. Utilizou-se, portanto, o teste de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ) para a comparação entre as médias, que considera a não simetria e a não normalidade dos dados. Os dados oriundos do teste de toxicidade aguda foram logaritimizados e ajustados em um modelo de regressão linear simples. Os dados obtidos da toxicidade aguda em papel de contato e a pesagem inicial e final das minhocas foram analisados por meio de estatística descritiva. Foram utilizados os softwares Excel, R (R Development Core Team, 2012) e Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o teste de toxicidade aguda com papel de contato, verificou-se máxima taxa de sobrevivência das minhocas em até 10% de diluição do efluente, conforme mostra a Tabela 2.

**Tabela 2:** Taxa de sobrevivência (%) de minhocas do gênero *Eisenia* spp. após 48 hs em contato com efluente da mandioca em diferentes diluições.

Diluição do Efluente (%)	Sobreviventes (%)
0 (Água)	100
2	100
5	100
10	100
30	50

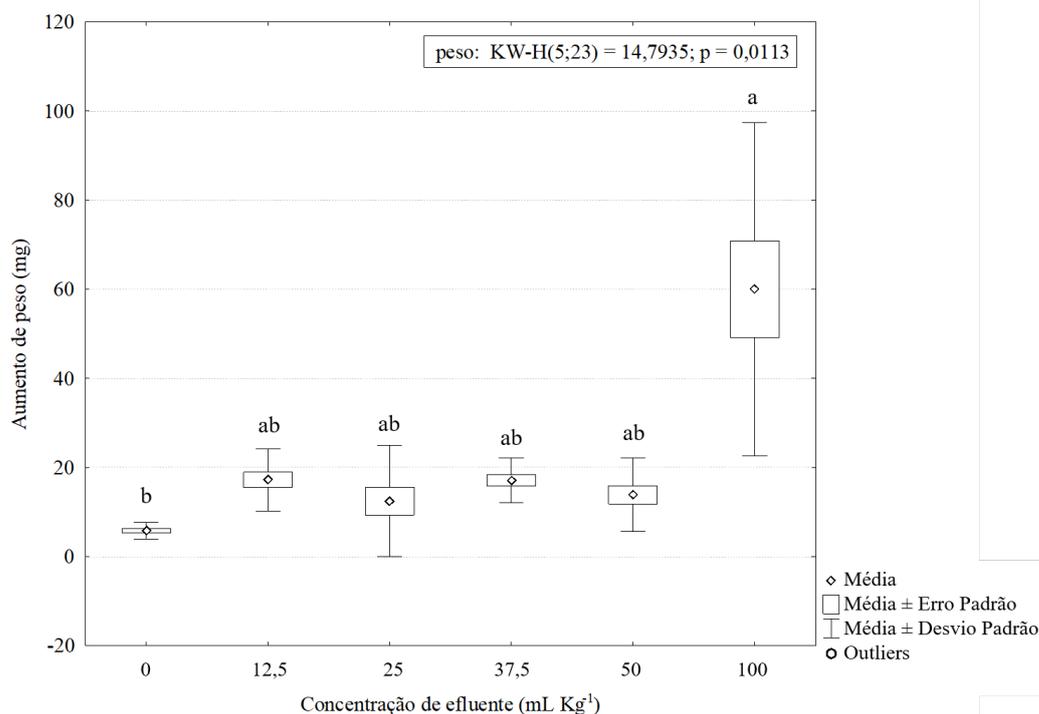
**Fonte:** Autoria própria (2022).

Segundo OECD (1984), a mortalidade em testes de contato não deve ser superior a 10% para o grupo controle, neste caso, a água. Como esse resultado não foi observado, é possível afirmar que os dados apresentados nesse estudo são válidos. A alta sobrevivência das minhocas submetidas ao efluente diluído pode ser explicado pela capacidade dos organismos em bioacumular substâncias orgânicas (GU et al., 2016). Utilizando duas câmeras de testes individuais, Demuyne et al. (2016) verificaram que as minhocas *E. fetida* apresentam sensibilidade aos metais Cd e Cu, e preferem o lado da câmera contendo Zn, visto que possuem capacidade de regular a concentração desse elemento no corpo. Os autores observaram também que as minhocas bioacumulam compostos orgânicos. Poucos trabalhos na literatura, porém, são realizados avaliando a toxicidade de efluentes em minhocas. Oliveira et al. (2018) não

encontraram efeitos tóxicos em minhocas *Eisenia fetida* expostas em águas residuais da indústria têxtil, carregadas de corantes, no teste de toxicidade por contato. No presente estudo, foi possível observar que a partir da diluição de 30%, o efluente da mandioca começou a apresentar efeitos tóxicos, indicando a necessidade de testes com efluente mais concentrado. O teste de toxicidade aguda por contato direto traz informações relevantes quanto à sensibilidade das minhocas expostas a determinadas substâncias, pois, as mesmas ficam impossibilitadas de escolher um local mais favorável à sobrevivência. Este ensaio também é realizado com a finalidade de indicar concentrações possivelmente tóxicas para minhocas no solo, indicando, portanto, que o efluente da mandioca apresenta um grau de toxicidade.

O efeito agudo do efluente do processamento da mandioca em diferentes concentrações sobre minhocas do gênero *Eisenia* spp. em solo foi avaliado por meio de avaliação após 7 e 14 dias do início do teste. Os resultados, quanto à letalidade, foram os mesmos nos dois tempos de avaliação, portanto, os valores apresentados na Figura 1 são da leitura de 14 dias.

**Figura 1:** Aumento médio de peso (mg) de minhocas do gênero *Eisenia* spp., erro padrão e desvio padrão, no teste agudo após 14 dias em contato com efluente da mandioca em diferentes concentrações.



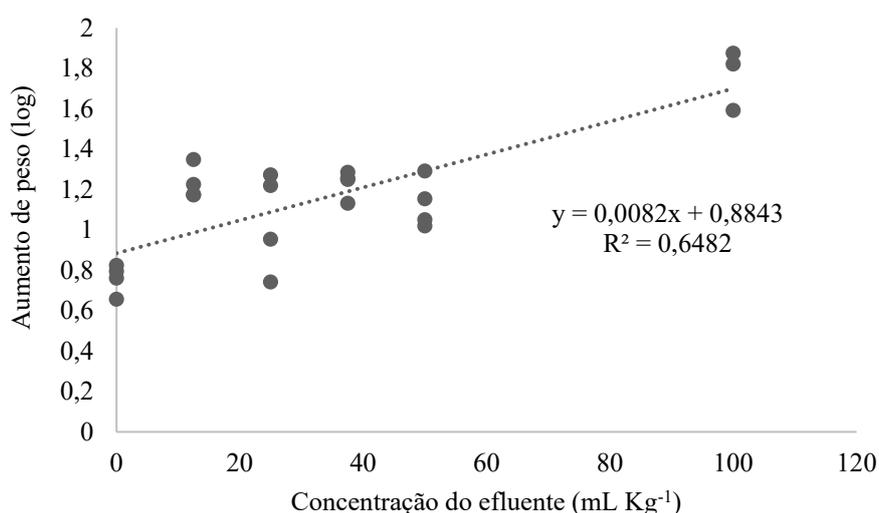
Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância.

**Fonte:** Autoria própria (2022).

A média dos pesos inicial e final das minhocas foram, respectivamente, 201,8 mg e 221,1 mg com erro padrão de 3,62 e 6,01 e desvio padrão de 17,7 e 29,5, respectivamente. Ao

final do ensaio, verificou-se o aumento do peso das minhocas à medida que se elevou a concentração de efluente no solo. No teste agudo, o aumento de peso nas minhocas do tratamento de 100 mL Kg<sup>-1</sup> foi 17,9% se comparado com o peso inicial, enquanto no tratamento controle este aumento foi de 2,7%. O aumento do peso pode estar relacionado a presença de macro e micronutrientes no efluente. A aplicação do efluente no solo favorece o aumento de P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup> trocáveis, tornando-o rico em nutrientes, podendo ser um substituto de adubos minerais (DUARTE et al., 2012) contribuindo para o desenvolvimento de plantas (SARAIVA et al., 2007; DANTAS et al., 2017). A análise de regressão (Figura 2) fornece evidências de uma relação linear diretamente proporcional, em que o aumento da concentração de efluente acarreta no ganho de peso de minhocas.

**Figura 2:** Regressão linear significativa a 5% ( $p < 0,05$ ) de significância, para a variável aumento de peso das minhocas do gênero *Eisenia* spp. submetidas a diferentes concentrações do efluente do processamento da mandioca (mL Kg<sup>-1</sup>)



**Fonte:** Autoria própria (2022).

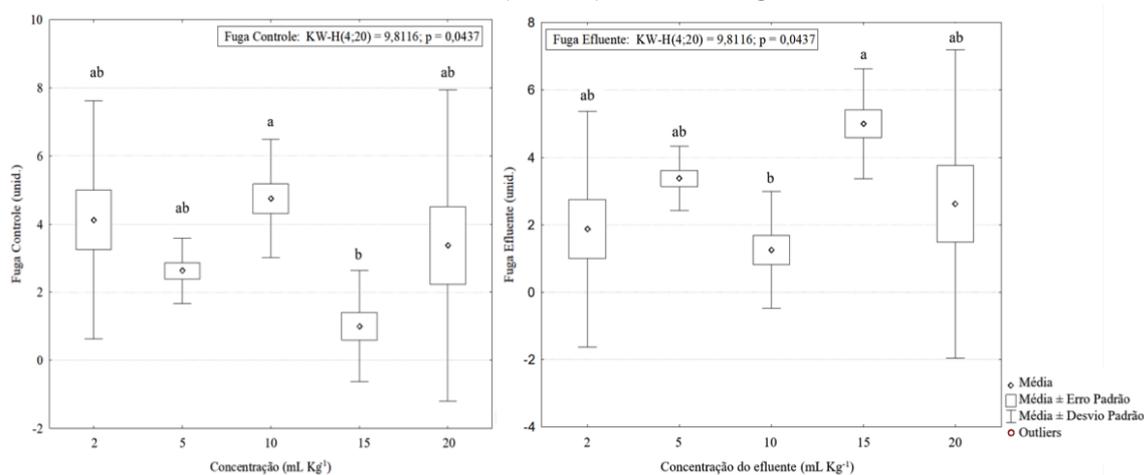
Foi possível observar que as concentrações testadas não causaram efeito letal aos organismos. Os critérios exigidos pela norma utilizada como referência foram atendidos, uma vez que não houve mortalidade superior a 10% dos indivíduos do grupo controle validando os resultados obtidos (OECD, 1984).

As minhocas auxiliam no processo de permeabilidade do solo, uma vez que estão em constante movimento construindo galerias, ingerindo matéria orgânica do solo e dejetando sob forma de húmus 60% do que foi ingerido (STEFFEN et al., 2013). Moura et al. (2018), ao pesquisarem o efeito causado pelas águas residuais da mandioca em solo natural, utilizando três tratamentos (diluições de 25%, 50% e 75%) e diferentes dias de incubação (7, 14, 21 e 28 dias),

constatarem que a aplicação do efluente da mandioca elevou o índice de carbono orgânico favorecendo a microbiota do solo, indicando efeito negativo quanto à toxicidade aos microrganismos.

Mostafaii et al. (2016), analisando a eficiência das minhocas *E. fetida* sob o poder acumulativo de matéria orgânica, Cádmio (Cd) e Cromo (Cr) no solo, verificaram que após 24 e 41 dias de testes, as minhocas consumiram mais matéria orgânica que metais. Entretanto, no estudo realizado por Aseman-Bashiz et al. (2014), comprovou-se a eficácia da *E. fetida* no processo de bioacumulação do Cd e Cr no solo no período de 21 e 42 dias, e, como resultado, obteve-se maior eficácia na remoção de Cd do que Cr. Os dados de bioacumulação servem de subsídio para ações de biorremediação de metais pesados (MOSTAFII et al., 2016). Porém, enfatiza-se que a biorremediação varia conforme a espécie, tipo e concentração de substância, o tempo de contato e tipo de solo (ALVES et al., 2016). Verifica-se, portanto, que as minhocas do gênero *Eisenia* spp. podem ser objeto de estudo quanto ao potencial biorremediador de ambientes contaminados com efluentes. Os efeitos positivos de diferentes espécies de minhocas na remoção de outros contaminantes, como pesticidas e petróleo, já foram relatados em alguns estudos (KELSEY et al., 2011; ALVES et al., 2016). Os resultados acerca da rejeição/fuga das minhocas do gênero *Eisenia* spp. expostas simultaneamente aos solos controle (água destilada) e com efluente do processamento da mandioca (solos-teste) estão apresentados na Figura 3.

**Figura 3:** Número de minhocas do gênero *Eisenia* spp. que rejeitaram o SAT controle (à esquerda) e o SAT com efluente (à direita) no teste de fuga.



Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5% de significância.

**Fonte:** Autoria própria (2022).

As concentrações de efluente em 2 e 15 mL Kg<sup>-1</sup> revelaram menor e maior fuga das minhocas, apresentando 16,67% e 83,33% de fuga, respectivamente, em relação ao solos-teste.

De acordo com a ABNT (2011), solos-teste com menos de 20% do número total de minhocas é considerado como função habitat limitada (indicativo de toxicidade do solo). Nesse estudo, essa condição foi observada para a concentração de 15 mL Kg<sup>-1</sup>. Esse resultado indica que, a partir de 15 mL Kg<sup>-1</sup> o efluente pode causar algum efeito prejudicial aos organismos, exigindo estudos mais aprofundados. Porém, apesar de ter sido verificado diferença significativa entre as concentrações de 10 e 15 mL Kg<sup>-1</sup>, não houve um padrão de comportamento entre os indivíduos, uma vez que os organismos transitaram livremente entre os solos sem causar-lhes prejuízo. A média de fuga nos solos-controle (3,2) foi maior comparado aos solos-teste (2,8), revelando a preferência, em geral, pelo SAT com efluente, provavelmente devido à presença de nutrientes no efluente, tornando-o um ambiente mais favorável à permanência das minhocas (SILVA JÚNIOR, 2012), corroborando com os dados encontrados no teste agudo. Vale ressaltar que durante o período do ensaio (48h) não houve morte dos indivíduos, obedecendo os critérios da norma e validando os dados obtidos.

Mekersi et al. (2021), ao testar as doses de 12,5, 25, 50, 75 e 100% de efluente da extração do azeite de oliva, observaram que a diluição de 12,5% promoveu aumento da taxa de crescimento de *Eisenia fetida* e um efeito neutro na reprodução e sobrevivência da espécie. A presença de compostos fenólicos, metais pesados, pH ácido (4,8) e alta salinidade (7,4 g L<sup>-1</sup>) do efluente resultou em toxicidade em altas doses. Os autores recomendam a diluição do efluente como uma possível solução ao descarte do efluente, a fim de prevenir riscos para os invertebrados do solo. É possível que a correção do pH do efluente da mandioca, no presente estudo, tenha contribuído para a alta sobrevivência das minhocas. Além disso, é possível que as minhocas preferiram os solos-testes pelo fato de serem consideradas organismos epigéicos, isto é, por preferirem solos ricos em matéria orgânica.

Os efeitos adversos da utilização de efluentes em bionsaios constituem ainda um ramo de conhecimento em construção, em virtude da escassez de informações acerca do efeito de diferentes tipos de efluentes na sobrevivência, comportamento e variação da biomassa em minhocas desse gênero *Eisenia* spp. Faz-se necessário a realização de demais avaliações, além de testes que avaliem o potencial efeito de toxicidade crônica em minhocas, para se obter respostas por um maior período de tempo e observar a taxa de reprodução e o poder bioacumulativo, o qual é medido por meio de amostras a nível de tecido e/ou célula.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível observar que, com a adoção do processo de fermentação e cocção do efluente de mandioca, seguido da correção do pH, o efluente não se mostrou tóxico para as minhocas do gênero *Eisenia* spp. A aplicação do efluente em solo artificial tropical, no teste agudo, favoreceu, inclusive, o aumento de peso dos organismos, servindo como alimento para as minhocas. O conjunto dos testes, no geral, indica que as minhocas do gênero *Eisenia* spp. são potenciais agentes biorremediadores do efluente do processamento da mandioca.

## REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 17512-1**. Qualidade do solo: Ensaio de fuga para avaliar a qualidade de solos e efeitos de substâncias químicas no comportamento. Part 1: *Eisenia fetida* e *Eisenia andrei*, 2011.

ALBUQUERQUE, M. **A Mandioca na Amazônia**. Belém, PA: SUDAM, 1969. 277p.

ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World agriculture towards 2030/2050: The 2012 revision**. Rome: FAO, 2012.

ALVES, O. R. *et al.* Biotecnologias de remediação de solos contaminados com agroquímicos. **Biosfera: Centro Científico Conhecer**, v. 3, n. 5, p. 27-50, 2016.

ASEMAN-BASHIZ, E. *et al.* Bioremediation of the soils contaminated with cadmium and chromium by the earthworm *Eisenia fetida*. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 216-222, 2014.

BALDIN, E. L. L. *et al.* Uso de extratos vegetais, manipueira e nematicida no controle do nematoide das galhas em cenoura. **Summa Phytopathologica**, v. 38, n. 1, p. 36-41, 2012.

BOTELHO, S. M. *et al.* Manipueira: um adubo orgânico para a agricultura familiar. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 5, p. 1111-1116, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 357, de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pelas Resoluções nº 410 de 04 de maio de 2009 e nº 430 de 17 de março 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, 2005.

CAO, X.; BI, R.; SONG, Y. Toxic responses of cytochrome P450 sub-enzyme activities to heavy metals exposure in soil and correlation with their bioaccumulation in *Eisenia fetida*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 144, p. 158-165, 2017.

CARVALHO, J. C. de. *et al.* Biorefinery integration of microalgae production into cassava processing industry: Potential and perspectives. **Bioresource Technology**, v. 247, p. 1165-1172, 2017.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O. Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 1, p. 41-46, 2011.

COELHO, C. *et al.* Bioavailability and bioaccumulation of heavy metals of several soils and sediments (from industrialized urban areas) for *Eisenia fetida*. **Science of the Total Environment**, v. 635, p. 1317-1330, 2018.

COHEN, K. de O.; OLIVEIRA, S. S.; CHISTÉ, R. C. **Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental: 2007. 23p.

DANTAS, M. S. *et al.* Growth and seed yield of sunflower on soil fertilized with cassava wastewater. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 963-970, 2017.

ALMEIDA, C. O. de. *et al.* **Estudo prospectivo produção de mandioca no Brasil: o desafio do incremento de produtividade com preservação de solos**. Cruz das Almas, BA: Embrapa, 2018. 36p.

ANDRÉA, M. M. de. Uso de minhocas como bioindicadores de contaminação de solos. **Acta Zoológica Mexicana**, v. 26, n. 2, p. 95-107, 2010.

DEMUYNCK, S. *et al.* Comparative avoidance behaviour of the earthworm *Eisenia fetida* towards chloride, nitrate and sulphate salts of Cd, Cu and Zn using filter paper and extruded water agar gels as exposure media. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 129, p. 66-74, 2016.

DONAGEMA, G. K. *et al.* **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 225p.

DUARTE, A de S. *et al.* Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 262-267, 2012.

FERREIRA FILHO, J. R. *et al.* **Cultivo, Processamento e Uso da Mandioca: Instruções Práticas**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p 34.

FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E A. **Seleção participativa de variedades de mandioca na agricultura familiar**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. 76p.

FONSECA, L. P. *et al.* Impactos do descarte irregular dos resíduos da mandioca em solos do assentamento Sívio Vianano em São Luiz do Quintude. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS**, v. 3, n. 2, p. 71-80, 2016.

GONZAGA, A. D. *et al.* Toxicity of cassava manipueira (*Manihot esculenta* Crantz) and erva-de-rato (*Palicourea marcgravii* St. Hill) to adults of *Toxoptera citricida* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae). **Acta Amazonica**, v. 38, n. 1, p. 101-106, 2008.

GU, J. *et al.* Effects of biochar on the transformation and earthworm bioaccumulation of organic pollutants in soil. **Chemosphere**, v. 145, p. 431-437, 2016.

HERSHEY, C. *et al.* **Achieving Sustainable Cultivation of Cassava**. Vol 2. Genetics, breeding, pests and diseases. Inglaterra: Burleigh Dodds Science Publishing Limited, 2017.

JIRAPRASERTWONG, A.; MAITRIWONG, K.; CHAVADEJ, S. Production of biogas from cassava wastewater using a three-stage upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor. **Renewable Energy Science Direct**, p.1-15, 2018.

KELSEY, J. W. *et al.* Influence of plant–earthworm interactions on SOM chemistry and p,p'-DDE bioaccumulation. **Chemosphere**, v. 83, p.897–902, 2011.

LACKMANN, C. *et al.* Herbicides diuron and fluazifop-p-butyl affect avoidance response and multixenobiotic resistance activity in earthworm *Eisenia andrei*. **Chemosphere**, v. 210, p. 110-119, 2018.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária, e Abastecimento. **Sanidade Vegetal**. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/fichas-agroecologicas/sanidade-vegetal>. Acesso em: 20 de ago, 2019.

MATOS, E. H. S. F. **Dossiê técnico: minhocultura**. Rio de Janeiro: Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, CDT/UnB, 2008.

MATTOS, P. L. P.; FARIAS, A. R. J; FERREIRA FILHO, J. R. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 183p.

MEKERSI, N. *et al.* Effects of single and combined olive mill wastewater and olive mill pomace on the growth, reproduction, and survival of two earthworm species (*Aporrectodea trapezoides*, *Eisenia fetida*). **Applied Soil Ecology**, v. 168, p. 104-123, 2021.

MOSTAFAI, G. R. *et al.* Efficiency of the earthworm *Eisenia fetida* under the effect of organic matter for bioremediation of soils contaminated with cadmium and chromium. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 33, n. 4, p. 827-834, 2016.

NEWMAN, M. C. **Fundamentals of Ecotoxicology: the science of pollution**. Estados Unidos: CRC press, 2014. 144p.

NGUYEN, V. H. *et al.* Predicting mercury bioavailability in soil for earthworm *Eisenia fetida* using the diffusive gradients in thin films technique. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 19, p. 1-11, 2019.

OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. OECD Guideline for Testing of Chemicals. **Earthworm, Acute Toxicity Tests**. 1984, 9p.

OLIVEIRA, G. A. R. de. *et al.* A test battery for assessing the ecotoxic effects of textile dyes. **Chemico-Biological Interactions**, v. 291, n. 1, p. 171-179, 2018.

R Development Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna: R foundation for Statistical Computing. 2012. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 12 abr, 2019.

RIBEIRO, J. D' Arc. *et al.* Mandioca e macaxeira (*Manihot Mill.*) como tema transversal na escola rural do ensino fundamental no Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 15-17, 2007.

RICO, A; SABATER, C; CASTILLO, M. A. Lethal and sub-lethal effects of five pesticides used in rice farming on the earthworm *Eisenia fetida*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 127, p. 222-229, 2016.

SANTOS, A. **Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião sudoeste da Bahia-Brasil**. In: LUZON, J. L.; CARDIM, M. Problemas sociales y regionales em América Latina: estudo de casos. Barcelona: Universitat de Barcelona, p.11-25, 2009.

SANTOS, M. A. P. dos. *et al.* Uso de manipueira no controle de formiga cortadeira. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 3-7, 2018.

SARAIVA, F. Z. *et al.* Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 30-36, 2007.

SCHIEDECK, G. *et al.* **Minhocultura: produção de húmus**. ABC da Agricultura Familiar, 38. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Circular Técnica 57. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

SILVA JÚNIOR, J. J. da. *et al.* Uso da manipueira na bananeira 'terra maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. **Irriga**, v. 17, n. 3, p. 353-363, 2012.

SILVA, P. A. *et al.* Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 185-191, 2013.

SILVA, S. B. **Análise de Solo para Ciências Agrárias**. 2ª ed. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.

SILVA, V. C. *et al.* Experimental poisoning by cassava wastewater in sheep. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1241-1246, 2017.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA** (data analysis software system), version 7, 2004. Disponível em: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Acesso em: 10 out, 2019.

STEFFEN, G. P. K. *et al.* Importância ecológica e ambiental das minhocas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 137-147, 2013.

YANG, G. *et al.* Mixture toxicity of four commonly used pesticides at different effect levels to the epigeic earthworm, *Eisenia fetida*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 142, p. 29-39, 2017.

ZHANG, J. *et al.* Responses of earthworm to aluminum toxicity in Latosol. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, p.1135-1141, 2013.



ZHOU, C. *et al.* Inhibition effect of glyphosate on the acute and subacute toxicity of cadmium to earthworm *Eisenia fetida*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 33, n. 10, p. 2351-2357, 2014.



www.editorapublicar.com.br  
contato@editorapublicar.com.br  
@epublicar  
facebook.com.br/epublicar

**Multiplicidades do**

# **MEIO AMBIENTE**

**na contemporaneidade**

# **2**

Luma Mirely de Souza Brandão  
Milson dos Santos Barbosa  
Danyelle Andrade Mota  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores



**2022**

www.editorapublicar.com.br  
contato@editorapublicar.com.br  
@epublicar  
facebook.com.br/epublicar

Multiplicidades do  
**MEIO AMBIENTE**  
na contemporaneidade **2**

Luma Mirely de Souza Brandão  
Milson dos Santos Barbosa  
Danyelle Andrade Mota  
Patrícia Gonçalves de Freitas  
Organizadores



**2022**