



**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA  
(ORGANIZADORA)**

# **PADRÕES AMBIENTAIS EMERGENTES E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS 2**

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA  
(ORGANIZADORA)**

# **PADRÕES AMBIENTAIS EMERGENTES E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2020

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Maria Elanny Damasceno Silva

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

P124 Padrões ambientais emergentes e sustentabilidade dos sistemas 2 / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-547-1

DOI 10.22533/at.ed.471200511

1. Educação ambiental. 2. Padrões ambientais. 3. Emergentes. 4. Sustentabilidade. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

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

## APRESENTAÇÃO

É com satisfação que apresento o livro *“Padrões Ambientais Emergentes e Sustentabilidade dos Sistemas 2”* e seus 29 capítulos multidisciplinares. As pesquisas disponibilizadas integram o grupo seletivo de artigos científicos que propõem ideias, métodos, inovações e tecnologias para a sustentabilidade dos sistemas.

A partir disso, tem-se o estudo bibliométrico de periódicos brasileiros a respeito das pesquisas publicadas em revistas de Qualis A2 e B1 no quesito desenvolvimento sustentável. Sobre este assunto, também há a verificação da pesquisa científica relacionada aos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

A educação ambiental é a base para conscientização da população quanto ao trato com o meio ambiente, como é o caso da importância da reciclagem ensinada para crianças em creche de Minas Gerais. A comunicação socioambiental exerce grande influência na redução de impactos ambientais, especialmente entre comunidades diretamente atingidas. Voltando-se para uma abordagem teórica moderna tem-se a identificação dos conceitos de camponês, agricultor de subsistência e familiar.

O licenciamento ambiental é debatido entre os setores socioambientais do conhecimento, assim como os gestores de Barra do Garças analisam o Plano Diretor Municipal e a sua efetividade quanto a sustentabilidade urbana. Também é exposta a ferramenta de gestão Matriz de Atividades X Responsabilidade do Rio de Janeiro. No Maranhão foi inserido o instrumento de pagamento por serviços ambientais e os resultados são inspiradores para a comunidade local.

As pesquisas inseridas em indústrias são incentivadoras na mudança gerencial ambiental, como o caso de uma indústria de polímeros. O empreendimento de rochas ornamentais foi alvo de entrevistas com foco na cadeia produtiva, impactos sociais e na natureza. É exibido o Guia de Licenciamento das tartarugas marinhas para negócios costeiros e marinhos. A avaliação de impacto na piscicultura evidencia os aspectos positivos e negativos da atividade na Região da Bacia do Rio São Francisco.

Em consonância, tem-se a averiguação dos impactos meteorológicos ocorridos no Rio de Janeiro com base na Escala de Impactos para eventos meteorológicos. Os níveis de impactos ambientais existentes em atividades agrárias são avaliados em uma fazenda agrícola amazonense. A agricultura é excelente meio para aproveitamento do resíduo lodo de curtume, para isto é divulgado o resultado da toxicidade e ação como biofertilizante. Outro experimento é mostrado ao utilizar componentes arbóreos como composição de forragens.

A biomassa residual é tema da pesquisa que verifica os principais bioadsorventes de metais e orgânicos. Da mesma forma, é excelente fonte de energia ecológica. A escassez de chuvas é preocupação crescente, principalmente para o setor energético de suporte hídrico. A computação exerce apoio ao formular redes neurais artificiais para prever

resíduos sólidos e assim auxiliar em políticas públicas urbanas.

A interação social e ambiental foi bem desenvolvida em um lar de idosos ao trabalhar a destinação correta de resíduos têxteis. Aterros de resíduos sólidos urbanos têm a caracterização física e estrutural analisadas sob a ótica da legislação ambiental, assim como o monitoramento ambiental da área em localidade de Goiás. A qualidade da água é examinada em rio maranhense, além da aplicação do índice de proteção à vida aquática. Por outro lado, a maneira como é realizada a pesca artesanal em Oiapoque é objeto de estudo envolvendo povos tradicionais.

Na questão hídrica e arbórea é apontada a pesquisa que trata da economia de água em jardins públicos de Fortaleza após técnica ambiental inovadora. Com ênfase é discorrido acerca da relevância da vegetação na climatização natural para o bem-estar em sociedade. Por último, é relatada a magnitude da epidemia de dengue em Paranaguá e as medidas de controle imprescindíveis utilizadas contra o vetor.

De posse do vasto conhecimento oferecido neste livro, espera-se proporcionar ótimas reflexões acerca das concepções publicadas.

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A PESQUISA BRASILEIRA SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PERIÓDICOS QUALIS A2 E B1 NA ÁREA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Juvancir da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4712005111**

### **CAPÍTULO 2..... 18**

OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS): UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Eleandra Maria Prigol Meneghini

Matheus da Silveira Bento

Andre Munzlinger

Alexandre de Avila Lerípio

**DOI 10.22533/at.ed.4712005112**

### **CAPÍTULO 3..... 32**

CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM EM UMA POPULAÇÃO CARENTE DE ARAGUARI – MG

Karollyne Francisco Prado

Bárbara Oliveira Rodrigues do Nascimento

Marcus Japiassu Mendonça Rocha

Bárbara Moura Medeiros

Débora Alves Sícarí

Gabriela Pereira Batista

**DOI 10.22533/at.ed.4712005113**

### **CAPÍTULO 4..... 36**

OS SIGNIFICADOS DE CAMPONÊS, AGRICULTOR FAMILIAR E DE SUBSISTÊNCIA E A APLICAÇÃO DO INSTITUTO EXIGIDO PELO INCISO XXVI DO ART. 5 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL

Miron Biazus Leal

Clério Plein

**DOI 10.22533/at.ed.4712005114**

### **CAPÍTULO 5..... 54**

A COMUNICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E A RELAÇÃO COM AS COMUNIDADES ATINGIDAS

Cristiane Holanda Moraes Paschoin

**DOI 10.22533/at.ed.4712005115**

### **CAPÍTULO 6..... 61**

LINEAMENTOS PARA UMA REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS AUDIÊNCIAS PÚBLICAS AMBIENTAIS A PARTIR DE APORTES DO PENSAMENTO COMPLEXO

Augusto Henrique Lio Horta

**DOI 10.22533/at.ed.4712005116**

**CAPÍTULO 7..... 76**

**ENTRE O DESENVOLVIMENTO E A SUSTENTABILIDADE: A EFETIVIDADE DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS**

Rosana Gomes da Rosa  
Raquel Nabarrete Garcia  
Franciele Silva Maciel  
Gisele Rebouças Monteiro  
João Victor Medeiros  
Silvana Barros de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.4712005117**

**CAPÍTULO 8..... 86**

**MATRIZ DE ATIVIDADES X RESPONSABILIDADES COMO FERRAMENTA DE GESTÃO - PLANO VERÃO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Emilene Faria Mesquita  
Marcelo Abranches Abelheira  
Pedro Reis Martins  
Orlando Sodré Gomes  
Alexander de Araújo Lima  
Kátia Regina Alves Nunes  
Leandro Vianna Chagas  
Ana Lucia Nogueira Camacho  
Luiza Dudenhoeffler Braga  
Elizabeth Cunha Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.4712005118**

**CAPÍTULO 9..... 98**

**INSTRUMENTO DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA): EXPERIÊNCIA NO PROJETO “FLORESTA PROTETORA DE MANANCIAS”**

Werly Barbosa Soeiro  
Karlene Fernandes de Almeida  
Gabriel Silva Dias  
Adriely Sá Menezes do Nascimento  
Claudio Marcos Carneiro Cutrim  
Stephen Santos Caldas  
Adriano Nascimento Aranha  
Kamila de Jesus Silva Sousa  
Leandro Silva Costa  
Rayanne Soeiro da Silva  
Vitória Karla de Oliveira Silva

**DOI 10.22533/at.ed.4712005119**

**CAPÍTULO 10..... 110**

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA INDÚSTRIA DE INJEÇÃO DE POLÍMEROS**

Henrique Lisboa da Cruz  
Ismael Norberto Strieder  
Carlos Alberto Mendes Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.47120051110**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>125</b>
IMPACTOS SOCIAIS AO MEIO AMBIENTE: EXTRAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS	
Kelly Christiny da Costa	
Angela Maria Caulyt Santos da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051111</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>142</b>
DIRETRIZES PARA MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS NAS TARTARUGAS MARINHAS	
Roberto Sforza	
Ana Cláudia Jorge Marcondes	
Gabriella Tiradentes Pizetta	
Paulo Hunold Lara	
Erik Allan Pinheiro dos Santos	
João Carlos Alciati Thomé	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>154</b>
AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE PISCICULTURAS NO RIO SÃO FRANCISCO	
Érika Alves Tavares Marques	
Gérsica Moraes Nogueira da Silva	
Ariane Silva Cardoso	
Maristela Casé Costa Cunha	
Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho	
Nailza Oliveira Arruda	
Maria do Carmo Martins Sobral	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>164</b>
ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: APLICAÇÃO PRÁTICA EM 3 VERÕES SEGUIDOS (2017 A 2020)	
Marcelo Abranches Abelheira	
Pedro Reis Martins	
Kátia Regina Alves Nunes	
Orlando Sodré Gomes	
Alexander de Araújo Lima	
Leandro Vianna Chagas	
Luiza Dudenhoefter Braga	
Lívia Lomar Paulino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>180</b>
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS EM PROPRIEDADE AGRÍCOLA NO AMAZONAS	
Joanne Régis Costa	
Adriana Moraes da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051115</b>	

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>191</b>
<b>APROVEITAMENTO DO LODO DE CURTUME NA AGRICULTURA: AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA TOXICIDADE E AÇÃO BIOFERTILIZANTE EM PLANTAS</b>	
Gislayne de Araujo Bitencourt	
Larissa Maria Vaso	
Natália da Silva Guidorissi	
Pedro Henrique Lande Brandão	
Roanita Iara Rockenbach	
Jaine Pereira Flores	
Valdemir Antônio Laura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051116</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>203</b>
<b>SISTEMA SILVIPASTORIL COM CLONES DE EUCALIPTO E A QUALIDADE DA <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> (HOCHST. EX A. RICH.) STAPF CV. XARAÉS</b>	
Natália Andressa Salles	
Sílvia Correa Santos	
Viviane Correa Santos	
Cleberton Correia Santos	
Elaine Reis Pinheiro Lourente	
Alessandra Mayumi Tokura Alovizi	
Gilmar Gabriel de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051117</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>217</b>
<b>BIOMASSAS E SEU USO COMO BIOADSORVENTES: UMA REVISÃO</b>	
Graziela Taís Schmitt	
Emanuele Caroline Araujo dos Santos	
Regina Célia Espinosa Modolo	
Carlos Alberto Mendes Moraes	
Marcelo Oliveira Caetano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051118</b>	
<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>227</b>
<b>O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ATRAVÉS DO PROCESSO DE GASEIFICAÇÃO MODULAR</b>	
Genilson Jacinto Pacheco	
Ana Ghislane Henriques Pereira Van Elk	
Tácio Mauro Pereira de Campos	
Daniel Luiz de Mattos Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051119</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>242</b>
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL ANTIGA COM A SUBSTITUIÇÃO DOS CONDUTORES</b>	
Janaria Candeias de Oliveira Carminati	
Diego Moura Alves	

Rafael Carminati  
Tainara Candeias Oliveira  
**DOI 10.22533/at.ed.47120051120**

**CAPÍTULO 21.....253**

**USO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA PREDIÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Cristiano Costa de Souza  
Alan Vinicius Hehn  
Atilio Efrain Bica Grondona  
Luis Alcides Schiavo Miranda

**DOI 10.22533/at.ed.47120051121**

**CAPÍTULO 22.....266**

**AGREGANDO VALOR A RESÍDUOS TÊXTEIS POR MEIO DE MÃO DE OBRA QUALIFICADA E OCIOSA**

Taynara Thaís Flohr  
Gabrielle Cristine Kratz  
Grazyella Cristina Oliveira de Aguiar  
Brenda Teresa Porto de Matos  
Catia Rosana Lange de Aguiar

**DOI 10.22533/at.ed.47120051122**

**CAPÍTULO 23.....280**

**VERIFICAÇÃO DO ESTADO FÍSICO E ESTRUTURAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE RIO VERDE, GO**

Marcel Sousa Marques  
Adriana Antunes Lopes  
Camila Ribeiro Rodrigues  
Katianne Lopes de Paiva  
Marcelo Mendes Pedroza  
Danielma Silva Maia  
Enicléia Nunes de Sousa Barros  
Daniel Rodrigues Campos

**DOI 10.22533/at.ed.47120051123**

**CAPÍTULO 24.....292**

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE RIO VERDE, GO**

Marcel Sousa Marques  
Adriana Antunes Lopes  
Camila Ribeiro Rodrigues  
Katianne Lopes de Paiva  
Marcelo Mendes Pedroza  
Danielma Silva Maia  
Enicléia Nunes de Sousa Barros  
Daniel Rodrigues Campos

**DOI 10.22533/at.ed.47120051124**

<b>CAPÍTULO 25.....</b>	<b>305</b>
<b>ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PROTEÇÃO À VIDA AQUÁTICA DO RIO BURITICUPU, OESTE MARANHENSE</b>	
Edmilson Arruda dos Santos	
Frauzino Correia Lima Neto	
Henrique Ferreira da Silva Neto	
Wennek Gomes da Silva Evanelista	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051125</b>	
<b>CAPÍTULO 26.....</b>	<b>315</b>
<b>A PESCA ARTESANAL EM OIAPOQUE (AMAPÁ): BASES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS PESQUEIROS</b>	
Lorena Antunes Jimenez	
Érica Antunes Jimenez	
Jamile da Silva Garcia	
Roberta Sá Leitão Barboza	
Luis Maurício Abdon da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051126</b>	
<b>CAPÍTULO 27.....</b>	<b>329</b>
<b>XERISCAPING EM JARDINS PÚBLICOS DE FORTALEZA</b>	
João Luís Cândido Marques	
Daniel Sant'Ana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051127</b>	
<b>CAPÍTULO 28.....</b>	<b>342</b>
<b>O COMPORTAMENTO DAS VARIVÁVEIS CLIMÁTICAS NOS ESPAÇOS EXTERNOS DE SÃO CRISTÓVÃO, RIO DE JANEIRO</b>	
Lays de Freitas Veríssimo	
Virgínia Maria Nogueira de Vasconcellos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051128</b>	
<b>CAPÍTULO 29.....</b>	<b>354</b>
<b>A EPIDEMIA DE DENGUE EM PARANAGUÁ, PR</b>	
Cassiana Baptista Metri	
Fabrícia de Souza Predes	
Josiane Aparecida Gomes Figueiredo	
Elizabeth do Nascimento Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47120051129</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>369</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>370</b>

# CAPÍTULO 1

## A PESQUISA BRASILEIRA SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM PERIÓDICOS QUALIS A2 E B1 NA ÁREA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Data de submissão: 11/08/2020

**Juvancir da Silva**

Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR  
– Brasil

<http://orcid.org/0000-0002-9401-2832>  
<http://lattes.cnpq.br/2547562131527998>

**RESUMO:** Para a evolução no conhecimento científico em uma área é necessário saber o que foi produzido de forma que os pesquisadores saibam quais problemas de pesquisa, teorias e técnicas necessitam de aperfeiçoamento. O desenvolvimento sustentável é uma área do conhecimento científico que carece de pesquisas bibliométricas para que se possa conhecer seu nível de evolução. O objetivo do artigo foi identificar em periódicos brasileiros a produção recente sobre desenvolvimento sustentável no Brasil. Os procedimentos metodológicos para realizar a pesquisa a enquadra como pesquisa bibliométrica. Os resultados demonstram a necessidade de ampliar a pesquisa na área, a falta de procedimentos metodológicos consistentes e a falta de continuidade nas pesquisas.

**PALAVRAS - CHAVE:** Desenvolvimento Sustentável; Pesquisa Bibliométrica; Ciências Ambientais.

### BRAZILIAN RESEARCH ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN QUALIS A2 AND B1 JOURNALS IN THE AREA OF ENVIRONMENTAL SCIENCES

**ABSTRACT:** For the evolution of scientific knowledge in an area it is necessary to know what has been produced so that researchers know which research problems, theories and techniques need improvement. Sustainable development is an area of scientific knowledge that lacks bibliometric research so that its level of evolution can be known. The objective of the article was to identify in recent Brazilian journals the recent production on sustainable development in Brazil. The methodological procedures for conducting the research qualify it as bibliometric research. The results demonstrate the need to expand research in the area, the lack of consistent methodological procedures and the lack of continuity in the research.

**KEYWORDS:** Sustainable development; Bibliometric Research; Environmental Sciences.

### INTRODUÇÃO

Este artigo considera o desenvolvimento sustentável na esfera dos estudos sobre desenvolvimento dos países que ocorre por meio do processo de inter-relação e busca do equilíbrio entre aspectos sociais, econômicos e ambientais (Waas, Hugé, Block, Wright, Capistros-Benites, & Verbruggen, 2014). Um aspecto que deve ser avaliado no processo do desenvolvimento é a utilização dos recursos

naturais renováveis e não-renováveis de forma a não esgotá-los (Furtado, 1974). Desta forma é preciso considerar o desenvolvimento dos países avaliando seus efeitos ambientais, econômicos e sociais. Para um melhor entendimento do processo de desenvolvimento brasileiro contemporâneo recomenda-se a leitura dos artigos Coutinho e Schapiro (2013), Cordeiro (2014) e Guimarães (2016).

Silva (2018) relata que o Estado brasileiro tem priorizado o crescimento econômico e a industrialização em detrimento da conservação e do uso racional dos recursos naturais, tem considerado os problemas ambientais de acordo com os preceitos de soberania e segurança nacional e a gestão ambiental dentro do aparato burocrático. Carneiro, Franco Netto, Corvalan, Freitas, & Sales (2012) constataram no Brasil por meio de indicadores do desenvolvimento sustentável nos pilares econômico, ambiental e social relacionados com a saúde, que houve melhorias no processo de inclusão social no período de 2000 a 2010, porém ainda distante das condições de vida dos países desenvolvidos. Ainda verificaram a disparidade entre os municípios brasileiros sendo constatado que alguns municípios possuem indicadores similares aos países desenvolvidos enquanto outros possuem indicadores de países mais pobres.

Raynaut, Zanoni, & Lana (2018) destacam que na política brasileira o enfoque conservacionista norteia parte das ações públicas ambientais. Como exemplos desta política destacam a promulgação de leis ambientais, à criação de parques e áreas de proteção ambientais e do IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente) como uma manifestação institucional da política conservacionista. Os autores ressaltam que as políticas conservacionistas cujo propósito é restaurar o equilíbrio de um ecossistema e de assegurar a sustentabilidade futura do seu uso por meio de medidas coercitivas de controle não está em consonância com o conhecimento ecológico atual e com o funcionamento dos sistemas sociais. Seguindo o pensamento desses autores as políticas públicas ambientais no Brasil precisam ser estabelecidas mediante o princípio do equilíbrio entre os fatores ambiental, social e econômico preconizados pela teoria sobre o desenvolvimento sustentável.

Sartori, Latrônico & Campos (2014) abordam o desenvolvimento sustentável como um fenômeno multidimensional, composto por fatores sociais, ambientais e natural, com a finalidade de garantir a prosperidade econômica e equidade entre gerações atuais e futuras, de manter os processos ecológicos que preservam a diversidade genética e o uso sustentável das espécies e ecossistemas, e que a exploração dos recursos naturais, os investimentos, a tecnologia e as mudanças institucionais sejam realizadas considerando o futuro e as necessidades presentes.

Para que o desenvolvimento preconizado pelos estudos em desenvolvimento sustentável seja concretizado os países necessitam estabelecer e fortalecer suas políticas públicas sobre desenvolvimento sustentável fundamentadas em indicadores e metas. Pinsky, Moretti, Kruglianskas, & Plonsk (2015) destacam as novas metas que deverão ser assumidas pelos países-membros da ONU (Organização das Nações Unidas) após 2015.

As novas metas estão concentradas em quatro dimensões que afetam as empresas e que devem colaborar para que o desenvolvimento econômico promova o fim da pobreza extrema, amplie a inclusão social, a sustentabilidade ambiental e a boa governança, considerando a paz e a segurança. De acordo com Pinsky et al. (2015, p. 227) “é esperado pela sociedade civil que os ODS (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) norteiem as políticas públicas e privadas das nações nos próximos anos, sendo que as inovações orientadas para a sustentabilidade vão ao encontro das expectativas e metas estabelecidas por meio dos 17 ODS”.

É importante destacar que o pensamento sobre desenvolvimento sustentável se constituiu a partir de um processo histórico e que, portanto, é um fenômeno sócio-histórico que está em processo gerando relações conflituosas entre os grupos sociais. ONUBR (2018) destaca os eventos históricos sobre o desenvolvimento sustentável como o relatório, Nosso Futuro Comum (1987), a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio 92) a qual produziu a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e a Agenda 21, a Conferência Rio+20 que resultou no documento, O Futuro que Queremos, com destaque para a formulação de metas para o desenvolvimento sustentável. A orientação para a formulação de metas conduziu a consulta global para a definição de objetivos universais de desenvolvimento sustentável para além de 2015 que resultou no relatório, Uma vida digna para todos: acelerar o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e promover a agenda das Nações Unidas para o desenvolvimento pós 2015.

Neste contexto, a produção acadêmica sobre desenvolvimento sustentável se torna uma fonte relevante para a geração e disseminação do conhecimento sobre práticas que podem aprimorar o desenvolvimento dos países. As organizações públicas e privadas podem utilizar esse conhecimento para melhorar seus processos produtivos e organizacionais, e os países podem aperfeiçoar suas políticas de desenvolvimento considerando fatores sociais, ambientais e econômicos. Portanto, é relevante identificar nos periódicos brasileiros na área de Ciências Ambientais a produção recente sobre desenvolvimento sustentável no Brasil. De acordo com Soares, Carneiro, Calmon, & Castro (2016, p. 175) “indicadores de produção são úteis para o planejamento e a execução de políticas públicas, e para o conhecimento da comunidade científica sobre o sistema em que está inserida”. Seguindo essa argumentação o objetivo do artigo foi levantar a produção bibliográfica sobre desenvolvimento sustentável em periódicos brasileiros na área de Ciências Ambientais nos extratos Qualis A2 e B1 nos últimos 4 anos (2016 a 2018) cujo objetivos dos artigos sejam abordar a realidade brasileira. Esse esforço pode corroborar para direcionar novas pesquisas em desenvolvimento sustentável, assim como, complementar as pesquisas já realizadas.

## METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos para realizar o artigo foram inicialmente a seleção dos periódicos Qualis A1, A2 e B1 em Ciências Ambientais elencados na plataforma Sucupira da CAPES no quadriênio 2013-2016. Foi constatado que nenhum periódico brasileiro foi classificado em A1, assim sendo, foram selecionados os 20 periódicos A2 que compõem todo o universo de revistas em Ciências Ambientais nessa classe. Devido ao grande número de periódicos B1 brasileiros foram selecionadas de maneira aleatória 13 revistas.

Os termos de busca nos periódicos selecionados foram *desenvolvimento sustentável* e *sustainable development* utilizando todos os campos, *all indexes*, por meio da Biblioteca Eletrônica Científica Online Scielo, ou no site das revistas, com o recorte temporal 2016-2018. Para possibilitar uma melhor organização dos dados foi utilizada uma planilha eletrônica no software Microsoft Excel composta por referência dos artigos, objetivo, métodos e base teórica. O protocolo para identificação dos dados (objetivo, métodos e base teórica) foi a leitura dos resumos e em alguns casos de todo o artigo.

O passo metodológico seguinte foi identificar os autores com maior número de citações nos artigos selecionados. O protocolo para a identificação dos autores foi a classificação das referências dos artigos por ordem alfabética por meio de planilha eletrônica no software Microsoft Excel. Além de identificar os autores mais citados foram levantados documentos referenciados que abordavam os temas *desenvolvimento sustentável* ou *desenvolvimento*. O protocolo para a identificação dos documentos foi à classificação por ordem alfabética por meio do software Microsoft Excel. Na próxima seção são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a realização deste artigo.

## DISCUSSÃO TEÓRICA

Hid, Nascimento, & Oliveira (2012, p. 657) destacam que a pesquisa bibliométrica se baseia na lei de Lotka a qual considera que “a maior parte das pesquisas científicas é produzida por um número restrito de autores, enquanto a maioria dos autores representa a menor parte da produção científica, na lei de Bradford que divide os periódicos de uma área em três partes a primeira parte é considerada como o núcleo (*core*) que seria formada por poucos *journals*, a segunda é a zona intermediária formada por um volume um pouco maior de *journals* e a terceira parte é formada pela grande massa restante de *journals* e na lei de Zipf que apresenta a correlação entre o número de palavras de um texto determinado com a frequência destas mesmas palavras”.

De acordo com Soares, Picolli, & Casagrande (2018) a pesquisa bibliométrica exige a análise quantitativa dos dados e a pesquisa bibliográfica se atém a aspectos qualitativos. Nesse sentido, a pesquisa bibliométrica contribui para estudos de revisão que segundo

Soares, Picolli, & Casagrande (2018, p. 326) é “um sumário de pesquisas passadas, que combina as descobertas de múltiplos estudos qualitativos” e possibilita “informar pesquisas ou práticas pela sumarização (resumo) de processos ou experiências”.

Segundo Soares, Picolli, & Casagrande (2018, p. 334-335) a característica que diferencia a pesquisa bibliométrica da pesquisa bibliográfica e do artigo de revisão “é o processo de mensuração que pode abranger dimensões como número de autores, número de artigos, número de citações, número de coautorias, número de revistas, número de temas, frequência de cooperação de grupos, instituições ou países e obediência às leis de bibliometria”. Para esses autores “a ausência do processo de mensuração descaracteriza a classificação como pesquisa bibliométrica”.

Conforme Soares et al. (2016) “dependendo da finalidade do estudo bibliométrico, os dados podem ser tanto o texto que compõe a publicação como os elementos presentes em registros sobre publicações extraídos de base de dados bibliográficos, como nome de autores, título, fonte, idioma, palavra-chave, classificação e citações”. Para estes autores a bibliometria identifica tendências de crescimento, dispersão e obsolescência do conhecimento, autores e instituições mais produtivos e periódicos mais utilizados.

Estudo semelhante ao proposto pelo artigo pode ser encontrado em Hid, Nascimento, & Oliveira (2012, p. 653) que desenvolveram “uma pesquisa bibliométrica, modelo de pesquisa com caráter exploratório, aplicando métodos de observação, registro, classificação, análise e interpretação dos resultados, utilizando como base o banco de dados da Web of Science, abordando as pesquisas realizadas entre 1991 e 2012” sobre a produção internacional científica sobre a temática de desenvolvimento sustentável na área de Administração. Os aspectos abordados foram campos de estudo, as áreas temáticas, a distribuição temporal das publicações, os países de origem, as categorias da Web of Science, os institutos responsáveis, os principais autores e journals.

Outro estudo semelhante foi realizado por Sartori, Latrônico, & Campos (2014) que identificaram a revisão de literatura sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável utilizando os seguintes procedimentos metodológicos: definição dos objetivos, critérios de seleção dos periódicos, seleção dos artigos por meio do Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), nos bancos de dados Engineering Village, Elsevier, ISI Science Direct, Scopus e Wiley, e análise de conteúdo. O software EndNote X6® foi utilizado para importar as publicações selecionadas. A análise de conteúdo consistiu no alinhamento do resumo e palavras-chave em relação ao objetivo de pesquisa e em seguida foi realizada a leitura na íntegra dos artigos identificando autores e ano, fundamentos ou estudos aplicados, dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e social), escala específica (global ou regional) e ênfase (propósito do artigo).

Pinsky et al. (2015) ao delinear a pesquisa bibliométrica sobre inovação sustentável em uma perspectiva comparada da literatura internacional e nacional utilizaram os seguintes procedimentos: escolha da base de dados, seleção de palavras-chave para

formação do banco de dados e a seleção dos artigos. Os critérios de refinamento da pesquisa foram: limitação temporal, seleção de apenas artigos científicos, foco em ciências sociais (business economics), leitura dos resumos para eliminar artigos sem aderência ao campo de conhecimento. Esses procedimentos permitiram criar um banco de dados gerado a partir da ferramenta EndNote Web e exportado para uma planilha Microsoft Excel. Os artigos foram classificados por número de citação com as seguintes informações: título do artigo e autor (es), periódico, ano da publicação, número total de citações no período pesquisado e média de citações por ano.

A pesquisa bibliográfica demonstrou que os periódicos Qualis A1 e A2 em Ciências Ambientais independente da nacionalidade elencados na plataforma Sucupira no quadriênio 2013-2016 somam mais de 1.064 periódicos. Destaca-se que os periódicos são elencados em versões impressas e online, portanto gerando duplicidade. Os dados demonstram a hegemonia internacional e que as revistas brasileiras estão classificadas no extrato Qualis A2, totalizando 20, Figura 1.

ISSN	PERIÓDICOS
1676-0603	Biota Neotropica
1678-4464	Cadernos de Saúde Pública
0104-7760	Cerne
1980-5098	Ciência Florestal
1678-4596	Ciência Rural
0011-5258	Dados
1413-4152	Engenharia Sanitária e Ambiental
0103-4014	Estudos Avançados
1678-8060	Memórias do Instituto Oswaldo Cruz
2177-580X	Pesquisa em Educação Ambiental
1678-7064	Química Nova
2237-8642	Revista Brasileira de Climatologia
1807-1929	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental
1414-381X	Revista Brasileira de Recursos Hídricos
0037-8682	Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical
1518-8787	Revista de Saúde Pública
0100-6762	Revista Árvore
0104-1290	Saúde e Sociedade
1982-4513	Sociedade & Natureza
1678-9849	Sociedade Brasileira de Medicina Tropical

Figura 1: Periódicos Qualis A2 selecionados

Os artigos localizados nos periódicos foram referenciados de acordo com as normas das revistas pesquisadas. Nos periódicos *Biota Neotropica*, *Ciência Florestal*, *Ciência Rural*, *Dados*, *Engenharia Sanitária e Ambiental*, *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, *Química Nova*, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *Revista de Saúde Pública*, *Revista Árvore*, *Sociedade Brasileira de Medicina Tropical e Saúde* e *Sociedade* não foram localizados artigos no período do estudo.

No periódico *Cerne* foi localizado um artigo elaborado por “Vasconcelos Corrêa, Viviane; Vasconcelos Gama, João Ricardo; Bezerra da Silva Ribeiro, Renato; Ferreira Alves, Adriana; dos Santos Vieira, Diego; Cunha Ximenes, Lucas. Estrutura e uso potencial de espécies arbóreas em floresta manejada, PA MOJU, Santarém-Pará. *CERNE*, Jun 2015, vol. 21, no. 2, p.293-300”. O objetivo do artigo foi “analisar a fitossociologia e o uso múltiplo das espécies arbóreas em floresta manejada na comunidade Actaia, Assentamento Moju I e II, Santarém-Pará”. No periódico *Sociedade & Natureza* foi localizado um artigo, “Rezende, Vanessa Leite. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. *Soc. Nat.*, Dez 2016, vol.28, no.3, p.375-384”. O objetivo do artigo foi “obter um panorama sobre a expansão da mineração e os impactos resultantes dessa atividade ao longo dos anos no estado”.

Na *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* foi localizado um artigo, “Matheus Fonseca Duraes, José Alexandre Pinto Coelho Filho, Vinícius Augusto de Oliveira. Vulnerabilidade à erosão hídrica e taxa de aporte de sedimentos na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Iguaçu - PR. *RBRH - Volume. 21 - n.º. 4 - out/dez - 2016*”. O objetivo do artigo foi “a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) em ambiente SIG, na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Iguaçu (BHARI), localizada no Estado do Paraná /Brasil, a fim de avaliar a vulnerabilidade à erosão hídrica bem como a concentração dos sólidos dissolvidos em suspensão para estimar a descarga sólida e a taxa de aporte de sedimentos, permitindo identificar áreas mais suscetíveis à erosão hídrica”. Os artigos localizados nos periódicos *Cerne*, *Sociedade & Natureza* e *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, estão relacionados com o tema do uso sustentável dos recursos naturais.

No periódico *Estudos Avançados* foi encontrado o artigo “Giatti, Leandro Luiz et al. O nexó água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. *Estud. av.*, Dez 2016, vol.30, no.88, p.43-61”. Este artigo debate “conceitos e desafios da aplicabilidade do nexó água, energia e alimentos, considerando a necessidade do estabelecimento de referenciais que aproximem esse novo paradigma a situações e contingências concretas, na busca de um necessário pragmatismo e perspectivas analíticas e de ações concretas e de reflexividade quanto ao uso dos recursos”. A metodologia não foi declarada e a base teórica se fundamenta na “eficiência sistêmica como uma reflexão e como um contraponto ao desempenho isolado de distintos setores”.

No periódico *Cadernos de Saúde Pública*, foram localizados 14 artigos. Ressalta-se que os artigos foram publicados em um volume especial. Os temas pesquisados no periódico

são similares devido à edição especial sobre tecnologia, inovação e desenvolvimento em saúde. Os dados coletados permitem verificar que os autores utilizaram a pesquisa exploratória, bibliográfica e documental como base para seus estudos. Destaca-se que a teoria crítica, do nexó, da ação comunicativa e sociologia da inovação foram utilizadas como bases teóricas por alguns artigos. Na Figura 2 são elencados os autores mais citados e a base teórica utilizada.

<b>Artigos/ Número de citações</b>
Gadelha CAG. Desenvolvimento, complexo industrial da saúde e política industrial. Rev Saúde Pública 2006; 40 (n. spe): 11-23. "Tomou-se a idéia de corte estruturalista, marxista e schumpeteriano, onde a indústria e as inovações constituem os elementos determinantes do dinamismo das economias capitalistas e de sua posição relativa na economia mundial". <b>(Citado em 14 artigos)</b>
Albuquerque E, Cassiolato J. As especificidades do sistema de inovação do setor saúde: uma resenha da literatura como introdução a uma discussão sobre o caso brasileiro. Estudos FeSBE I. USP, São Paulo. "O conceito de sistema nacional de inovação (Freeman, 1987, 1995), um arranjo institucional que impulsiona o progresso tecnológico, será utilizado como organizador da discussão aqui realizada". <b>(Citado em 10 artigos)</b>
Albuquerque EM, Souza SGA, Baessa AR. Pesquisa e inovação em saúde: uma discussão a partir da literatura sobre economia da tecnologia. Ciênc Saúde Coletiva 2004; 9: 277-294. "[...] resenha a literatura sobre a importância das interações entre ciência e inovação em geral e na saúde em particular, identifica as construções institucionais que sustentam essas relações (o sistema de inovação e o sistema de bem-estar social) e sumariza o estágio de construção do sistema de inovação do setor saúde no Brasil [...]" <b>(Citado em 6 artigos)</b>
Gadelha CAG, Costa LS. Saúde e desenvolvimento no Brasil: avanços e desafios. Rev Saúde Pública 2012; 46 Suppl 1: 13. É utilizada a abordagem da economia política, uma vez que pretende analisar a saúde considerando todas as suas dimensões (e não somente a social), reconhecendo a existência de interesses diversos, protagonizados por atores com forças assimétricas. <b>(Citado em 6 artigos)</b>
Gadelha CAG, Maldonado JMSV, Costa LS. Complexo industrial da saúde: dinâmica de inovação no âmbito da saúde. In: Giovanela L, Escorel S, Lobato LVC, Noronha JC, Carvalho AI, organizadores. Políticas e sistemas de saúde no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2012. p. 209. [...] análise exploratória sobre os diferentes fatores que condicionam a dinâmica de produção e de inovação no conjunto de atividades que integram a produção de bens e serviços de saúde no Brasil. Tal análise traz o conceito de Complexo Econômico-Industrial da Saúde (Ceis) como base analítica e procura discutir, a partir desse conceito, a relação entre o sistema de produção da saúde e o sistema de inovação em saúde no Brasil. <b>(Citado em 6 artigos)</b>
Gadelha CAG, Maldonado JMSV, Vargas M, Barbosa PR, Costa LSC. A dinâmica do sistema produtivo da saúde: inovação e complexo econômico-industrial. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2012. A publicação apresenta a dinâmica dos investimentos no complexo produtivo da saúde, no mundo e no Brasil, analisando seus diferentes subsistemas: de base química e biotecnológica; de base mecânica, eletrônica e de materiais; e de serviços de saúde. Ao final, traz uma síntese analítica e discute políticas para o desenvolvimento do CEIS. <b>(Citado em 6 artigos)</b>
Gadelha CAG, Quental C, Castro Fialho B. Saúde e inovação: uma abordagem sistêmica das indústrias da saúde. Cad Saúde Pública 2003; 19:47-59. O trabalho procura evidenciar a necessidade de tratamento das inovações em saúde a partir de um enfoque que considere as dinâmicas econômica, das instituições e da política pública de forma articulada. Analisando as principais indústrias produtoras de bens em saúde [...]. <b>(Citado em 6 artigos)</b>

Schumpeter JA. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Editora Abril; 1982. Teoria do desenvolvimento econômico fundamentado no empreendedorismo e inovação por meio do Estado organizado comercialmente, com a propriedade privada, a divisão do trabalho e a livre concorrência. **(Citado em 6 artigos)**

Viana ALd'A, Elias P. Saúde e desenvolvimento. Ciênc Saúde Coletiva 2007; 12 Suppl:1765-77. Considerando, portanto, que os modernos sistemas de saúde são o resultado da complexa interação de processos econômicos, políticos e sociais, o objetivo deste artigo é discutir as relações entre saúde e desenvolvimento, entendido aqui como um processo dinâmico e virtuoso que combina, ao mesmo tempo, crescimento econômico, mudanças fundamentais na estrutura produtiva e melhora do padrão de vida da população. **(Citado em 6 artigos)**

Figura 2: Autores com maior número de citações

Dentre as bases teóricas sobre inovação se destaca o autor Joseph Alois Schumpeter cuja teoria sobre desenvolvimento é a base teórica para o artigo elaborado por “Gadelha CAG. Desenvolvimento, complexo industrial da saúde e política industrial” citado por todos os artigos. A teoria de Christopher Freeman sobre inovação é base teórica para artigo “Albuquerque E, Cassiolato J. As especificidades do sistema de inovação do setor saúde: uma resenha da literatura como introdução a uma discussão sobre o caso brasileiro” citado em 10 artigos. O que destaca a utilização da teoria econômica como um fundamento epistemológico para a teoria do desenvolvimento.

No periódico Pesquisa em Educação Ambiental foram localizados 11 artigos, Figura 3. Nos artigos publicados nesse periódico a teoria crítica é utilizada de forma direta em dois artigos e o materialismo histórico em um artigo. Os procedimentos metodológicos utilizados não são claramente descritos o que pode induzir que os demais estudos são ensaios teóricos. O levantamento dos artigos mais citados evidenciou que não há um autor preponderante.

#### Referência/Objetivo/Métodos/Base teórica

Chris Eames, Per Sund, Maria Inês Gasparetto Higuchi, Haydée Torres de Oliveira, Rob O'Donoghue. Exploring the constitution of environmental education as situated, critical processes of learning and change: a collaborative synthesis across diverse regional contexts. Pesquisa em Educação Ambiental, vol.13, Especial – pags. 42-60, 2018 DOI: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p42-60>. Objetivo: illustrate examples of critical approaches to environmental education (EE) in diverse contexts. Métodos: Relato de experiências. Base teórica: Critical Theory.

Phillip G Payne. Locations, translocal and transnational environmental education research in the anthropocene. Pesquisa em Educação Ambiental, vol.13, Especial – pags. 10-22, 2018 DOI: <http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p10-22>  
Objetivo: delinear alguns dos princípios e propósitos-chave da série de Seminários que ajudou a formatar o design, a conceitualização e a contextualização do 13th Invitational Seminar.  
Métodos: não definido. Base teórica: materialismo histórico.

<p>Luiz Marcelo de Carvalho, Marina Battistetti Festozo, Daniel Fonseca de Andrade, Flavia Torreão Thiemann. Trends in researchers' education for environmental education and education for sustainable development. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i>, vol.13, Especial – pags. 61-74, 2018 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p61-74">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p61-74</a>. Objetivo: evidenciar e colocar em circulação as possíveis relações entre as atuais tendências neoliberais que tem influenciado o processo de produção do conhecimento científico e, consequentemente, os processos de formação de futuros pesquisadores. Métodos: não definido. Base teórica: não definida.</p>
<p>Rob O'Donoghue. Critical theory in environmental education: a situated review of emerging critical processes for mediating learning-led change. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i>, vol.13, Especial – pags. 23-41, 2018 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p23-41">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p23-41</a>. Objetivo: explorar a teoria crítica, desde as origens, em uma teoria processual de desenvolvimento social a partir de Marx, e em uma diversidade de discursos que moldaram o trabalho crítico em educação nos dias atuais. Métodos: pesquisa ação participativa. Base teórica: teoria crítica.</p>
<p>Nilo Sérgio de Melo Diniz. Década da ONU da Educação para o Desenvolvimento Sustentável O dito e o não dito no caminho de mudanças. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i>, vol.11, n.2 – pags. 46-57,2016 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p46-57">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p46-57</a>. Objetivo: O foco numa educação para o Desenvolvimento Sustentável (DS), sem enfrentar controvérsias em torno do DS ou considerar o conceito de Educação Ambiental da própria Unesco, lançado na Conferência de Tbilisi (1977), deixa em aberto questões pertinentes à mudança na maneira de pensar e de agir. Apresentar algumas dessas questões, ausentes nesse processo, em contraste com ações e ideias em curso, incluindo a Encíclica <i>Laudato Si</i>, é o que se pretende com este breve artigo. Métodos: não definido. Base teórica: Encíclica, às ideias do economista Loske e a Tratado Internacional de Educação Ambiental.</p>
<p>Phillip Payne, Cae Rodrigues, Isabel Cristina de Moura Carvalho, Laísa Maria Freire dos Santos, Claudio Aguayo, Valeria Ghislotti Iared. Affectivity in environmental education research. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i>, vol.13, Especial – pags. 93-114, 2018 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p93-114">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p93-114</a>. Objetivo: autoestudo sobre estética e afetividade, realizado em pequena escala, reportamos sobre as deliberações de um workshop. Métodos: etnografia sensorial do caminhar nos ofereceu uma visão metodológica, na perspectiva da mobilidade em pesquisas interpretativas, para a produção de significado sobre o conceito de ecosomaesthetics (ecosomaestética), necessário em uma nova linguagem e imagem de educação ambiental. Base teórica: não definida.</p>
<p>Rosana Louro Ferreira Silva, José Artur Barroso Fernandes. Language and discourse in environmental education research in brazil: a study of the earte platform. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i>, vol.13, Especial – pags. 93-114, 2018 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p93-1">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol13.Especial.p93-1</a>. Objetivo: compreender as características das produções científicas de educação ambiental sobre linguagens e discursos. Métodos: estudo exploratório de análise documental, estudo qualitativo e interpretativo. Base teórica: não definida.</p>
<p>María Luisa Eschenhagen Durán. Algunas observaciones sobre la década de la educación para el desarrollo sostenible y la tarea pendiente de la educación ambiental superior. <i>Pesquisa em Educação Ambiental</i>, vol.11, n.2 – pags. 24-35,2016 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p24-35">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p24-35</a>. Objetivo: apresentar e discutir o contexto da Década da Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, conforme proposição das Nações Unidas, de las Naciones Unidas, assinalando as dificuldades relativas ao conceito de desenvolvimento sustentável, para demonstrar que a ênfase da educação ambiental em nível superior deve focar em outras perguntas, como: Em que há falhado a formação dos profissionais que não conseguem compreender ou assumir a responsabilidade referente à complexidade ambiental? Por que os profissionais universitários não reconhecem a fragilidade da vida em suas decisões de trabalho cotidianas. Métodos: não definido. Base teórica: epistemologia ambiental.</p>

<p>Carlos Frederico B. Loureiro. O dito e o não-dito na Década da educação para o desenvolvimento sustentável promovida pela UNESCO. Pesquisa em Educação Ambiental, vol.11, n.2 – pags. 58-71, 2016 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p58-71">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p58-71</a>.  Objetivo: Sintetizo a palestra proferida durante o VIII Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental, realizado no Rio de Janeiro em julho de 2015. O tema abordado foi a análise da década da educação para o desenvolvimento sustentável, nos moldes produzidos pela Unesco.  Métodos: não definido. Base teórica: não definida.</p>
<p>Rosa Maria Feiteiro Cavalari, Eunice Schilling Trein. Pesquisa em educação ambiental e questões epistemológicas: a necessidade da continuidade do debate. Pesquisa em Educação Ambiental, vol.11, n.2 – pags. 83-96, 2016 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p83-96">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol11.n2.p83-96</a>.  Objetivo: expomos as discussões ocorridas no âmbito do Grupo de Discussão de Pesquisa (GDP) Pesquisa em EA e Questões Epistemológicas. Métodos: não definidos: Base teórica: não definida.</p>
<p>Raimunda Kelly Silva Gomes, Luiza Nakayama. Saberes docente sobre meio ambiente em uma comunidade ribeirinha da amazônia amapaense. Pesquisa em Educação Ambiental, vol.12, n.2 – pags. 127-140, 2017 DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol12.n2.p127-140">http://dx.doi.org/10.18675/2177-580X.vol12.n2.p127-140</a>.  Objetivo: compreender a percepção dos professores da Escola Estadual Francisco Filho, na Amazônia amapaense, sobre a educação ambiental numa vertente holística. Métodos: entrevistas semiestruturadas e de grupo focal. Base teórica: não definida.</p>

Figura 3: Levantamento no periódico Pesquisa em Educação Ambiental

No extrato de periódicos Qualis B1 existem 1177 revistas nacionais e internacionais sendo selecionadas 13 periódicos nacionais de forma aleatória, Figura 4.

ISSN/Periódico/Portal de Pesquisa
1413-0580/ Estudos Sociedade e Agricultura (UFRRJ) / Scielo
0015-3826/ Floresta (UFPR. IMPRESSO) / Biblioteca digital de periódicos da Universidade Federal do Paraná
1809-4783/ Informação & Sociedade (UFPB. ONLINE) / Portal da revista
1413-7895/ Irriga (UNESP BOTUCATU) /Portal da revista
0103-6351/ Nova Economia (UFMG. IMPRESSO) / Scielo
1807-0191/ Opinião Pública / Scielo
1517-3879/ Organizações Rurais e Agroindustriais (UFLA) / Portal da revista
2177-2738/ RA'E GA: o espaço geográfico em análise / Biblioteca digital de periódicos UFPR

1678-6971/ RAM. Revista de Administração Mackenzie (ONLINE) / Scielo
1413-2311/ READ. Revista Eletrônica de Administração /Portal de periódicos científicos da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
1809-239X/ Revista Brasileira de Gestão E Desenvolvimento Regional /Portal da revista
1983-2125/ Revista Caatinga (ONLINE) / Scielo
1981-982X/ RGSA: Revista de Gestão Social e Ambiental (ONLINE) /Portal da revista
1413-9324/ Scientia Forestalis (IPEF) /Portal da revista

Figura 4: Periódicos Qualis B1 selecionados

Nos periódicos Scientia Forestalis, Estudos Sociedade e Agricultura, Floresta, Opinião Pública, RA'EGA, RAM e Revista Caatinga não foram localizados artigos. A Figura 5 apresenta os artigos encontrados nos demais periódicos.

Periódico	Artigos Localizados
Informação & Sociedade	03
Irriga	02
Nova Economia	01
Read. Revista Eletrônica De Administração	05
Revista Brasileira De Gestão E Desenvolvimento Regional	21
<i>Revista De Gestão Social E Ambiental (Rgsa)</i>	11
Total	43

Figura 5: Levantamento nos periódicos B1 selecionados

No total foram localizados 43 artigos e nenhum autor elaborou um segundo trabalho sobre o tema como autor principal. Esse fato demonstra que os pesquisadores brasileiros não têm dado continuidade em suas pesquisas sobre desenvolvimento sustentável. Os temas abordados nos artigos foram de ordem diversa como informação (2), desenvolvimento rural (5), uso da terra e irrigação (1), impactos ambientais (4), competitividade e inovação (3), gestão sustentável (02), desenvolvimento local, regional e territorial (7), barômetro da sustentabilidade (1), cidade inteligente (1), manejo florestal (1), cultura (3), índice de desenvolvimento sustentável para municípios (1), índice de responsabilidade socioambiental

empresarial (1), políticas públicas (1), logística reversa (1), comunicação e educação (1), movimentos sociais (1), reservas extrativistas (2), mudanças climáticas (1), agropecuária (1), consumo sustentável (1), tecnologia verde (1) e comércio justo (1).

Devido ao número elevado de artigos foram selecionados de forma aleatória 7 artigos nos quais foram identificados os autores referenciados com mais de uma obra, Figura 6.

<p>Abramovay, R. (2004) Entre Deus e o diabo: mercados e interação humana nas ciências sociais. <i>Tempo Social. Revista de Sociologia da USP</i>, 16(2), 1-19.</p> <p>Abramovay, R. (2009) Anticapitalismo e inserção social dos mercados. <i>Tempo Social. Revista de Sociologia da USP</i>, 21 (1), 65-87.</p> <p>Abramovay, R. (2012) Muito além da economia verde. São Paulo: Atlas.</p>
<p>Bellen, H. M. V. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. <i>Ambiente e Sociedade, Campinas/SP</i>, v. 7, n. 1, p. 67-88, jan/jun de 2004.</p> <p>Bellen, H. M. V. Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa. 2002.235f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2002.</p>
<p>Benko, G. (2001). A recomposição dos espaços. <i>Revista Internacional de Desenvolvimento Local</i>. 1(2), mar.</p> <p>Benko, G., Lipietz, A. (2000). La richesse des régions: la nouvelle géographie socio-économique. Paris: Économie en Liberté.</p>
<p>Berkes, F. et al.(2006) Gestão da pesca de pequena escala: diretrizes e métodos alternativos. Kalikoski, D. [org]. Rio Grande: Editora da Furg.</p> <p>Berkes, F.(2005) Sistemas sociais, sistemas ecológicos e direitos de apropriação de recursos naturais. In: Vieira, P. F., Berkes, F., Seixas, C. Gestão integrada e participativa de recursos naturais: conceitos, métodos e experiências. Florianópolis: Aped.</p>
<p>Courlet, C., Soulage, B. (2001) Territoires et régions, les grands oubliés du developpement économique. Paris: L'Harmattan.</p> <p>Courlet, C., Soulage, B. (1994) Industrie, territoires et politiques publiques. Paris: L'Harmattan.</p>
<p>Gonçalves-Dias, S. &amp; Teodósio, A. S. S. (2011). Perspectivas de análise do ambientalismo empresarial para além de demonizações e santificações. <i>Revista de Gestão Social e Ambiental</i>, 5 (2), 03-17.</p> <p>Gonçalves-Dias, S., Teodósio, A. S. S., &amp; Barbieri, J. C. (2007) Desafios e perspectivas da sustentabilidade: caminhos e descaminhos na gestão empresarial. <i>Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente</i>, 9, 1-12.</p>
<p>Habermas, J. (1984) Mudança estrutural da esfera pública. RJ <i>Tempo Brasileiro</i>.</p> <p>Habermas, J. (1987) Teoría de la acción comunicativa: racionalidad de la acción racionalización social. Madrid: Taurus.</p>
<p>Layrargues, P. P. (1997) Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: Evolução de um conceito? <i>Proposta</i>, 25 (71), 5-10.</p> <p>Layrargues, P. P. (1998) A cortina de fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica. São Paulo: Annablume.</p>

<p>Leff, E. (2006) Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.</p> <p>Leff, E. (2009) Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo dos saberes. Educação e Realidade, 34 (3), 17-24.</p> <p>Leff, E. (2009) Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental. Vozes: Petrópolis.</p>
<p>Leite, P. R. Direcionadores (DRIVERS) Estratégicos em Programas de Logística reversa no Brasil. In: IX Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações - IX SIMPOI, 2006, São Paulo.</p> <p>Leite, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.</p>
<p>Menezes, E. C. de O., Sperb, M. P., Tonet, R. S. (2011) Elementos de la economía social en las comunidades de pescadores litorales (caícaras): estudio de los municipios del Delta del Rio Itajaí, SC, Brasil. Congreso de Economía Social, 3. Valladolid, abr.</p> <p>Menezes, E. C. de O., Vieira, P.H. F. (2010) Aglomeração industrial e meio ambiente em debate: o caso do segmento têxtil-vestuarista da microrregião do Alto Vale do Itajaí – Santa Catarina. Revista Política &amp; Sociedade, 9(11), 225-255.</p>
<p>Morin, E. (1990) Introdução ao pensamento complexo. Lisboa: Instituto Piaget.</p> <p>Morin, E.; Kern, A. B. Terra-Pátria. Porto Alegre: Sulina, 1995.</p>
<p>Ostrom, E. (2010) Gouvernance des biens communs: pour une nouvelle approche des ressources naturelles. Paris: De Boeck.</p> <p>Ostrom, Elinor. (1990) Governing the commons: the evolution of institutions for collective action. New York: Cambridge University Press.</p>
<p>Pires, Jorge M. A.; Araújo, Elvira A. S.; SILVA, José L. G. A contribuição científica nos últimos cinco anos no ENEGEP para o Desenvolvimento sustentável: um Estudo bibliométrico. In: REVISTA CIENTÍFICA DA FATEC, v. 3, n. 1, 2014. São Paulo. ISSN: 2238-5819.</p> <p>Pires, Jorge M. A.; Carniello, Mônica F.; Silva, José L. G. Logística reversa: um olhar estratégico para o desenvolvimento sustentável. In: XVII Mostra de Iniciação Científica, 2013. UNIVAP, São Paulo. ISBN: 978-85-7586-097-7</p> <p>Pires, Jorge M. A.; Quinteiros, Paulo C. R.; Silva, José L. G. A Importância do Pólo Industrial Automotivo para o Desenvolvimento e o Crescimento da Região do Médio Paraíba do Rio de Janeiro. In: XVIII Mostra de Iniciação Científica, 2014. UNIVAP, São Paulo.</p> <p>PIRES, Jorge M. A.; Tadeucel, Marilsa S. R.; Silva, José L. G. A Contribuição Científica para a Logística reversa: um Estudo bibliométrico. In: XIII MOSTRA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2013. UNISAL, São Paulo. ISSN 2176-6770.</p> <p>Pires, Jorge M. A.; Vieira, Édson T.; Silva, José L. G. Interesses e Oportunidades Econômicas da Logística reversa para o Desenvolvimento sustentável. In: XIV Mostra Internacional de Pós-Graduação, 2013. UNITAU, São Paulo. ISSN 1981-8688.</p>
<p>Sachs, I. (1988) Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento. São Paulo: Vértice.</p> <p>Sachs, I. (1993) Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel e Fundap.</p> <p>SACHS, I. Caminhos para o Desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.</p> <p>SACHS, I. Das coisas e dos homens: Teoria do Desenvolvimento a espera de sua revolução copernicana. Jornal da Ciência - JC E-Mail, São Paulo, n. 1836, 23 jul. 2001. Notícias de C&amp;T - Serviço da SBPC.</p> <p>Sachs, I. (1986) Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. São Paulo: Vértice.</p> <p>Sachs, I. (2007) Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento. São Paulo: Cortez.</p> <p>Sachs, I. (1992) Ecodesenvolvimento: 1972-1992. In: Agricultura e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Ano 1(1).</p>

<p>Santos, M. (1999a) O território e o saber local: algumas categorias de análise. Cadernos IPPUR, 8(2), 15-26.</p> <p>Santos, M. (1999b) O dinheiro e o território. GEOgraphia, 1(1), 1-7. Sachs, I. (2007) Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento. Cortez.</p>
<p>Schmitz, H. (1997a). Collective efficiency and increasing returns. IDS Working, 50, Mar.</p> <p>Schmitz, H. (1997b) Eficiência coletiva: caminho para o crescimento da indústria de pequeno porte. Ensaio FEE. Porto Alegre: FEE, 18(2), 164-200.</p>
<p>Stock, J. R. Reverse Logistics in the Supply Chain. Transport and logistics. June, 2001.</p> <p>Stock, J. R.; Speh, T.; Shear, H. Many Happy (product) Returns. Harvard Business Review, July: 16, 2002.</p>

Tabela 6: Autores referenciados com mais de uma obra

O cruzamento dos dados demonstrou que somente o livro “Ostrom, E. Governing the Commons. Cambridge: Cambridge University Press, 1990”, foi citado em artigos Qualis A2 e B1. A economista Elinor Ostrom aborda a teoria os recursos comuns, ou seja, os recursos compartilhados por uma comunidade dentre os quais estão os recursos naturais. Os temas abordados nos artigos referenciados são diversos, mercado e interações humanas (1), anticapitalismo e inserção social dos mercados (1), economia verde (1), desenvolvimento sustentável (4), indicadores de sustentabilidade (1), pesca (1), sistemas sociais, ecológicos e recursos naturais (1), território (4), geografia socioeconômica (1), indústria, território e políticas públicas (1), ambientalismo/sustentabilidade empresarial (3), políticas públicas (3), ação comunicativa (1) racionalidade ambiental (1), complexidade e racionalidade ambiental (1), ecologia, capital e cultura (1), logística reversa (7), economia social (1), indústria e meio ambiente (2), pensamento complexo (1), terra-pátria (1), bens comuns (1), desenvolvimento (2), desenvolvimento e meio ambiente (1), ecodesenvolvimento (3), eficiência coletiva (2), fato que demonstra a interdisciplinaridade envolvida no tema desenvolvimento sustentável.

Por fim, foram levantados os documentos que abordam desenvolvimento sustentável ou desenvolvimento citados nos artigos selecionados nos extratos QUALIS A2 e B1. Devido ao grande número de documentos referenciados foi efetuado um recorte temporal a partir do ano 1990 sendo constatado o número expressivo de documentos elaborados pelas Organizações das Nações Unidas e Organização Mundial da Saúde.

## CONCLUSÕES

Por meio dos dados levantados foi observado que a pesquisa sobre o tema desenvolvimento sustentável no Brasil envolveu abordagens interdisciplinares, que o tema está sendo pesquisado de forma exploratória e que os autores não deram continuidade em seus estudos gerando lacunas na pesquisa diminuindo a possibilidade de se estabelecer

políticas e práticas de desenvolvimento sustentável fundamentadas em estudos científicos robustos. Essas conclusões são corroboradas por Sartori, Latrônico, & Campos (2014, p.11) que ao revisarem a literatura sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável concluíram que “o campo da sustentabilidade é emergente, caracterizado por uma grande variedade de assuntos, de diversas áreas e com diferentes enquadramentos”.

Pinsky et al. (2015) concluíram na pesquisa bibliométrica sobre “Inovação sustentável: uma perspectiva comparada da literatura internacional e nacional” na base de dados Thomson Reuters Web of Knowledge que a produção acadêmica sobre inovação sustentável é limitada no Brasil, não sendo identificado nenhum artigo originado de pesquisadores brasileiros, conforme parâmetros de refinamento adotados. Ao realizarem nova pesquisa na base Web of Knowledge em 2014 foram encontrados 74 artigos de autores brasileiros sem delimitação de período de publicação. Esse estudo também corrobora os achados deste artigo, ou seja, que a pesquisa brasileira sobre desenvolvimento sustentável se encontra em estágio inicial e que os pesquisadores não têm mantido suas pesquisas nesse tema. Nesse sentido, é preciso aprofundar a pesquisa bibliométrica sobre a produção brasileira em desenvolvimento sustentável em outros periódicos nacionais e internacionais nas demais áreas da Qualis, sejam esses exclusivos ou não sobre desenvolvimento.

Sartori, Latrônico, & Campos (2014) destacaram que os desafios para a pesquisa em sustentabilidade e desenvolvimento sustentável são diversos e devem focar em pesquisas aplicadas e que trazem resultados práticos, encontro do equilíbrio no Triple Bottom Line, em estudos sobre índices e/ou indicadores para avaliação da sustentabilidade de prazo maior e no alinhamento de objetivos com os indicadores identificados. Nesse contexto e corroborado pelos resultados obtidos neste artigo a pesquisa brasileira sobre desenvolvimento sustentável publicada em periódicos da área de Ciências Ambientais, mesmo que esta área represente somente uma parte da pesquisa sobre o tema no país, evidencia a que o assunto tem sido pouco explorado pela comunidade acadêmica, fato que precisa ser investigado.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, F. F., FRANCO NETTO, G., CORVALAN, C., FREITAS, C. M., & SALES, L. B. F. **Saúde ambiental e desigualdades: construindo indicadores para o desenvolvimento sustentável.** Ciência & Saúde Coletiva, v.17 (6), pp.1419-1425, 2012.

CORDEIRO, R. M. **Os projetos de desenvolvimento do Brasil contemporâneo.** Brazilian Journal of Political Economy, v. 34 (2), pp.230-248, 2014.

COUTINHO, D., & SCHAPIRO, M. **Economia Política e Direito Econômico: do desenvolvimento aos desafios da retomada do ativismo estatal.** In Costa, José A. (org.). Teoria e Experiência: estudos em homenagem a Eros Roberto Grau. Vol. 1, São Paulo: Malheiros, p. 581-617, 2013.

FURTADO, C. **O Mito do Desenvolvimento Econômico.** Círculo do Livro. São Paulo, 1974.

GUIMARÃES, S. M. K. **Desenvolvimento econômico-social e instituições no Brasil**. Civitas, v.16 (2), pp.259-284, 2016.

HID, D. S., NASCIMENTO, C., & OLIVEIRA, D. A. **Análise das publicações internacionais relacionadas ao desenvolvimento sustentável na área de Administração: Uma análise bibliométrica da produção científica**. Administração: Ensino e Pesquisa, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 653-671. DOI: <https://doi.org/10.13058/raep.2012.v13n4.77>, 2012.

ONUBR. 2018. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 20 Jan. 2019.

PINSKY, V. C., MORETTI, S. L. A., KRUGLIANSKAS, I., & PLONSKI, G. A. **Inovação sustentável: uma perspectiva comparada da literatura internacional e nacional**. Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 12, n.3 p. 226-250, 2015. DOI: 10.11606/rai.v12i3.101486

RAYNAUT, C., ZANONI, M., & LANA, P. C. **O desenvolvimento sustentável regional: o que proteger? Quem desenvolver?** Desenvolv. Meio Ambiente, v. 47, p. 275-289, 2018. DOI: 10.5380/dma.v47i0.62452

SARTORI, S., LATRÔNICO, F., & CAMPOS, L. M. S. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura**. Ambiente & Sociedade, v. XVII, n. 1, p. 1-22, 2014.

SILVA, C. N. P. **Estado e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Água, Biomassa e Petróleo (1992 - 2012)**. Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña, v.7 (2), 2018.. DOI: <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2017v7i2.p130-142>

SOARES, P. B., CARNEIRO, T. C. J., CALMON, J. L., & CASTRO, L. O. C. O. **Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science**. Ambient. Constr. [online], vol.16, n.1, pp.175-185, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067>

SOARES, S. V., PICOLLI, I. R. A., & CASAGRANDE, J. L. **Pesquisa bibliográfica, pesquisa bibliométrica, artigo de revisão e Ensaio teórico em administração e contabilidade**. Administração: Ensino e Pesquisa, v. 19, n. 2, p. 308–339, 2018.

WAAS, T., HUGÉ, J., BLOCK, T., WRIGHT, T., CAPISTROS-BENITES, F., & VERBRUGGEN, A. **Sustainability Assessment and Indicators: Tools in a Decision-Making Strategy for Sustainable Development**. Sustainability, v. 6, p. 5512-5534, 2014. DOI:10.3390/su6095512

# CAPÍTULO 2

## OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS): UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

*Data de submissão: 05/08/2020*

### **Eleandra Maria Prigol Meneghini**

Universidade do Vale do Itajaí  
Itapema – SC  
<http://lattes.cnpq.br/6928326493350996>

### **Matheus da Silveira Bento**

Universidade do Vale do Itajaí  
Florianópolis – SC  
<http://lattes.cnpq.br/9594764113579293>

### **Andre Munzlinger**

Universidade do Vale do Itajaí  
Rio do Sul – SC  
<http://lattes.cnpq.br/0381331625841375>

### **Alexandre de Avila Lerípio**

Universidade do Vale do Itajaí  
Itajaí – SC  
<http://lattes.cnpq.br/5330038705900274>

**RESUMO:** Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) podem ser considerados uma continuação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e integram a Agenda 2030 com um conjunto de 17 objetivos e 169 metas a serem alcançadas até 2030. Este artigo tem como objetivo identificar quais os rumos da pesquisa científica dentro das temáticas previstas nos 17 ODS, bem como apontar as principais lacunas de pesquisa. Por meio de levantamento bibliométrico encontrou-se 1.927 artigos e por meio deles, foi possível identificar que Estados

Unidos, Inglaterra, Alemanha, Austrália e Canadá possuem o maior número de publicações a respeito do tema, bem como identificou-se que o maior número de estudos concentra-se no ODS 3 - Saúde e Bem-Estar, enquanto existe carência de pesquisas nos ODS: 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável, 5 - Igualdade de Gênero, 10 - Redução das Desigualdades, 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, 12 - Consumo e Produção Responsável, 14 - Vida na Água, 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes e 17 - Parcerias e Meios de Implementação. A contribuição teórica e empírica pretendida com estes resultados é fomentar pesquisas futuras sobre a temática, por entender que, por meio de um maior número de estudos relacionados aos ODS, passa-se a compreender os desafios dos países quanto à implantação dos objetivos e cumprimento das metas propostas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), Agenda 2030, Levantamento Bibliométrico.

### **SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs): A BIBLIOMETRIC ANALYSIS**

**ABSTRACT:** The Sustainable Development Goals (SDGs) can be considered a continuation of the Millennium Development Goals (MDGs) and integrate the 2030 Agenda with a set of 17 objectives and 169 goals to be achieved by 2030. This article aims to identify which directions of scientific research within the themes foreseen in the 17 SDGs, as well as pointing out the main research gaps. Through a bibliometric survey, 1,927 articles were found and through them, it was possible to identify that the United States,

England, Germany, Australia and Canada have the largest number of publications on the subject, as well as that the largest number of studies focuses on SDG 3 - Health and Well-being, while there is a lack of research on SDGs: 2 - Zero Hunger and Sustainable Agriculture, 5 - Gender Equality, 10 - Reducing Inequalities, 11 - Sustainable Cities and Communities, 12 - Consumption and Responsible Production, 14 - Life in Water, 16 - Peace, Justice and Effective Institutions and 17 - Partnerships and Means of Implementation. The theoretical and empirical contribution intended with these results is to foster future research on the theme, as it understands that, through a greater number of studies related to the SDGs, it is possible to understand the challenges of the countries regarding the implementation of the objectives and compliance with the proposed goals.

**KEYWORDS:** Sustainable Development Goals (SDG), Agenda 2030, Bibliometric Survey.

## 1 | INTRODUÇÃO

Neste artigo, emprega-se a técnica bibliométrica para explorar a maneira pela qual a literatura acadêmica trata os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e como o campo tem evoluído e se formado. Os ODS são uma continuação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) que se encerraram em 2015 e pretendiam erradicar a miséria e criar melhores condições de saúde nos países em desenvolvimento (OSBORN, CUTTER, & ULLAH, 2015; SACHS, 2012). A Organização das Nações Unidas (ONU) na preparação da cúpula Rio + 20 em 2012, emitiu um relatório que recomendou que o mundo adotasse os ODS (SACHS, 2012). A ideia ganhou força devido à crescente necessidade mundial de desenvolvimento sustentável (SACHS, 2012) e em 2015 foi introduzido o quadro de 17 objetivos, 169 metas e 232 indicadores, que se baseou em parte no sucesso dos ODMs (HÁK, JANOUŠKOVÁ, & MOLDAN, 2016; MCARTHUR & RASMUSSEN, 2018), além de abordar os limitados progressos realizados nos principais acordos ambientais internacionais (TOLLEFSON & GILBERT, 2012).

Os ODS foram desenvolvidos para atuar na orientação do desenvolvimento social e na sustentabilidade ambiental global a fim de incorporar uma visão compartilhada de desenvolvimento seguro, justo e sustentável para todo o mundo, além de basearem-se no princípio de que todos os países devem ser responsáveis em seu papel, na concretização dessa visão, onde o foco não será apenas a cooperação internacional, mas também a eliminação da discriminação e das desigualdades (LEAL FILHO *ET AL.*, 2019). Depois de alguns anos da sua implantação, existem estudos sobre indicadores usados para medi-los, monitorar o progresso e avaliar o desempenho em diferentes regiões e sobre a importância do ensino e pesquisa para o desenvolvimento sustentável (DLOUHÁ, HENDERSON, KAPITULČINOVÁ, & MADER, 2018; HÁK *ET AL.*, 2016; SACHS, *ET AL.*, 2016). No entanto, existem poucas publicações científicas que foquem na extensão em que os ODS são alcançados em todo o mundo e os desafios vistos em regiões geográficas (SALVIA, *ET AL.*, 2019), além de não se saber de forma concreta quais ODS são priorizados pela academia.

Neste estudo bibliométrico, buscou-se entender quais os rumos da pesquisa

científica mundial na temática que engloba os ODS e seu conjunto de objetivos e metas a serem alcançados até 2030. A Agenda 2030 segue as 169 metas e vários indicadores de monitoramento, orientados pelos 17 ODS (DLOUHÁ *ET AL.*, 2018; UNITED NATIONS, 2016). As metas por sua vez, são consideradas relevantes para entender e alcançar ambições ambientais e de desenvolvimento humano até 2030, com pesquisas relacionadas a elas em várias disciplinas no mundo acadêmico (BEBBINGTON & UNERMAN, 2018; SALVIA *ET AL.*, 2019).

Uma vez que a teoria é uma reflexão de um sistema de produção de conhecimento (SUDDABY, 2014), esta pesquisa pretende contribuir ao identificar a quantidade de atenção que a literatura de todo o mundo tem dispensado aos ODS e listar questões emergentes relacionadas aos desafios em cada um deles. Enquanto no campo prático, análises são apresentadas sobre o andamento da implementação dos ODS, realizados pelas organizações internacionais que fornecem informações preliminares sobre o progresso, abordagens, desafios e lacunas de sua implementação (OECD, 2017), a área acadêmica está em desenvolvimento e pela temática ser considerada ampla, ainda há muito a ser estudado.

Os resultados, ao utilizar uma amostra de 301 artigos, mostram que foi a partir de 2015 que as publicações sobre os ODS tornaram-se mais significativas, ano que coincide com sua implementação por meio da ONU (HÁK *ET AL.*, 2016). Também é possível identificar que o ODS que mais possui pesquisas é o ODS 3 - Saúde e Bem-Estar, seguido pelo ODS 6 - Água Potável e Saneamento. Outro ponto que se pode observar são as lacunas existentes, com pouca discussão científica em alguns ODS, o que indica que seriam boas áreas para futuras pesquisas. Na seção a seguir, demonstra-se uma visão geral teórica do tema analisado. A seção 3 apresenta os métodos utilizados, seguido da seção 4 com os resultados encontrados e suas análises e finaliza-se com a seção 5, com as conclusões, comentários sobre as limitações e as sugestões futuras de pesquisa, obtidos com base nas investigações e identificadas nas implicações do estudo.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Essa seção tem como objetivo discutir e apresentar os rumos dos estudos sobre os ODS, que consistem no arcabouço teórico para alcançar o objetivo desta pesquisa. Os ODMs que antecederam os ODS, foram considerados um marco histórico e efetivo de mobilização global e tornaram-se um tipo de boletim para a luta contra a pobreza entre os anos de 2000 a 2015, além de terem sido incorporados ao trabalho de organizações não-governamentais e da sociedade civil em geral, e ensinados a estudantes em todos os níveis de ensino (SACHS, 2012). No entanto, os ODMs não eliminaram os problemas tratados, além do surgimento de novos e mais complexos desafios, em relação a uma ampla gama de questões (ORZES *ET AL.*, 2018).

Desta forma, em 2015 surgem os ODS com seus 17 objetivos e 169 metas (DLOUHÁ *ET AL.*, 2018; UNITED NATIONS, 2016) e desde sua implementação, há práticas internacionais emergentes e em revisão, diretrizes e publicações científicas relacionadas. No nível global e regional, a pesquisa e a implementação incluíram avaliações e benchmarking baseadas em indicadores (ALLEN *ET AL.*, 2017; CAMPAGNOLO, *ET AL.*, 2016; OECD, 2017; UNITED NATIONS, 2017), desenvolvimento e demonstração de abordagens e modelos de sistemas para analisar interligações entre metas (COLLSTE, PEDERCINI, & CORNELL, 2017; UNITED NATIONS, 2016) e o fornecimento de diretrizes e ferramentas para apoiar estágios iniciais de implementação e integração dos ODS (UNITED NATIONS, 2017).

Enquanto a comunidade de especialistas enfatiza claramente a necessidade de adotar abordagens baseadas em evidências e ciências para a implementação dos ODS, os formuladores de políticas enfrentam os desafios para implementá-los simultaneamente de maneira coerente e integrada. Revisões sistemáticas regulares do progresso nacional e abordagens para a implementação dos ODS são, portanto, aconselháveis para garantir que ciência e conhecimento emergentes informem efetivamente a prática (ALLEN, METTERNICHT, & WIEDMANN, 2018).

A revisão da literatura de especialistas sobre os ODS destaca que uma abordagem efetiva baseada na ciência para sua implementação, provavelmente exigirá vários elementos, como a priorização de objetivos e metas para focar um conjunto reduzido de alvos prioritários inter-relacionados e a dependência de um conjunto complementar de abordagens e ferramentas analíticas que ajudem os países a avaliar interações e interligações (ALLEN *ET AL.*, 2018). No entanto, a literatura científica existente negligencia as contribuições positivas para o desenvolvimento sustentável, embora alguns pesquisadores relacionem aspectos positivos à dimensão social (EKENER, HANSSON, & GUSTAVSSON, 2018), os possíveis aspectos econômicos e ambientais positivos são pouco abordados. Além disso, não há consenso sobre o que geralmente constitui uma contribuição positiva para o desenvolvimento sustentável (EKENER *ET AL.*, 2018). Sendo assim, os ODS surgem como uma estrutura de referência adequada e universal para captar as contribuições para o desenvolvimento sustentável (DI CESARE, *ET AL.*, 2018).

A abordagem utilizada para monitorar os objetivos e suas conquistas é publicada e acompanhada de várias formas, uma delas é por meio de relatórios, alguns relacionados ao desempenho dos países (SACHS *ET AL.*, 2016), enquanto outros estão relacionados a desempenhos de continentes ou regiões (OECD, 2017). Segundo Leal Filho *et al.*, (2018), os ODS são uma oportunidade para incentivar a pesquisa em sustentabilidade, sua importância interdisciplinar e transdisciplinar da pesquisa em sustentabilidade.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa visa contribuir para os estudos sobre os ODS por meio de uma metodologia sistemática aplicada para revisar a literatura desde 2012, parte-se portanto de uma pesquisa bibliométrica (SILVA, HAYASHI, & HAYASHI, 2011), na base *Web of Science*, ao associar os termos de Agenda 2030, *Sustainable Development Goals e Sustainable Development Objectives*. Os resumos dos artigos, palavras chaves e títulos recuperados foram analisados para verificar o atendimento aos critérios de inclusão e exclusão. Adotaram-se como critérios de inclusão: todas as áreas do conhecimento, artigos publicados em inglês, espanhol e português; artigos indexados na seguinte base de dados: *Web of Science*, revisado por pares e publicados em revistas científicas indexadas. A escolha pelo ano de 2012 foi definida pelo levantamento bibliométrico preliminar, que apontou este como o ano onde as publicações começaram a ser específicas no tema.

Diferentemente do trabalho de revisão feito por Pradhan, *et al.*, 2017 – que buscou similaridade e sinergias aplicadas nas comparações dos ODS em nível global, esse trabalho visa uma análise numérica e de identificação das publicações que os relacionam, nas revistas científicas indexadas. Há que se ressaltar que a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) está baseada em coletar e analisar informação científica e é reconhecida por ser metódica, transparente e replicável. Outro atributo da RBS é possuir caráter exploratório, o qual ajuda na identificação de lacunas que podem ser aprofundadas posteriormente. Dessa forma, a revisão bibliográfica é considerada um passo inicial para qualquer pesquisa científica (WEBSTER & WATSON, 2002).

Como limitação indica-se que existe uma definição mais restrita quanto às fontes de busca dos artigos no que tange a realidade brasileira, na qual há poucos artigos publicados em revistas de alto impacto. A definição dos periódicos usados nas bases de referência supracitadas, foi o impacto do periódico no campo de pesquisa definido pelos pesquisadores do presente artigo. Naturalmente, o rigor metodológico aqui empregado, pretende seguir o protocolo da revisão que, dentre outras coisas, estabelece uma sequência bem definida de passos cujos resultados estão empregados a seguir nas seções: bibliometria; evolução anual da produção científica sobre o tema; objetivos sustentáveis que possuem publicação e lacunas teóricas relevantes.

### 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

A figura 1 exhibe como foi o processo de pesquisa, onde inicialmente contou com a utilização de três termos: *Agenda 2030, Sustainable Development Goals e Sustainable Development Objectives* e o período foi de 2012 até 2019. Com isso foram encontrados 1.927 artigos que foram submetidos a um novo filtro com os termos *poverty, hunger, nutrition, health, education, gender equality, clean water, clean energy, economic growth, industry, inequalities, sustainable cities, consumption, production, climate action, below*

*water, ocean, river, on land, peace, justice, partnerships* que abrangem os ODS e palavras relacionadas.

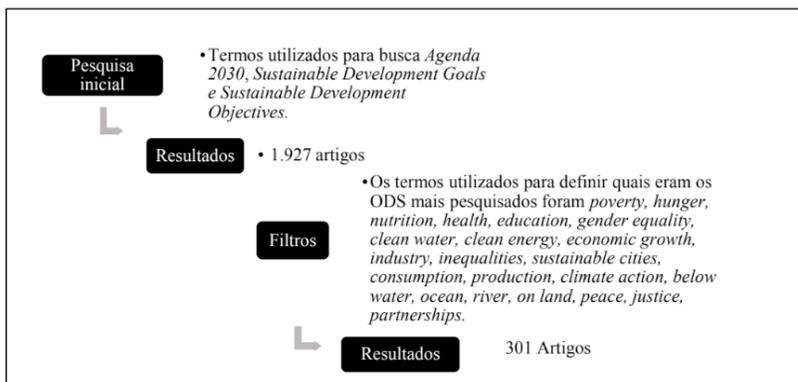


Figura 1. Processo de coleta de dados

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Na Tabela 1 demonstra-se os países, instituições e financiadores que mais publicam sobre os ODS. No quesito país, os Estados Unidos ficam em primeiro lugar, seguido de Inglaterra e Alemanha com grande número de publicações sobre o tema. É possível verificar nos financiadores dos projetos que a participação da iniciativa privada se destaca a Fundação Bill e Melinda Gates, porém, outras formas de financiamento de projetos estão concentradas em fundações governamentais e universidades.

Países	Pub.	Instituições	Pub.	Financiadores	Pub.
EUA	508	World Health Organization	50	Bill & Melinda Gates Foundation	30
Inglaterra	368	University of Oxford	38	National Natural Science Foundation of China	29
Alemanha	196	University of Queensland	38	World Health Organization	23
Austrália	187	London School of Hygiene & Tropical Medicine	35	Economic and Social Research Council (ESRC)	22
Canadá	145	UCL Energy Institute	34	European Union	26
Suíça	143	Utrecht University	24	Natural Environment Research Council NERC	18
Holanda	140	Columbia University	23	National Science Foundation	14
Suécia	117	University of Cape Town	22	European Commission	9
China	114	Australian National University	20	Fundamental Research Funds for the Central Universities	7
África do Sul	103	Stockholm University	20	UNICEF	7
Espanha	99	University of Cambridge	20	U.S Agency for International Development	7

Países	Pub.	Instituições	Pub.	Financiadores	Pub.
Itália	96	University of Edinburgh	20	Department for International Development	6
Índia	78	University of Washington	20	National Key Research and Development Program of China	6
França	74	UNICEF	19	Swedish Research Council	6
Brasil	74	University of Leeds	19	National Science Foundation	6
Japão	62	University of Sydney	19	USAID	6
Áustria	59	Michigan State University	18	Academy of Finland	2
Escócia	51	University of North Carolina	18	Chinese Academy of Engineering	2
Quênia	47	World Bank	18	4TU. Centre for Ethics and Technology	1
Noruega	45	Harvard School of Public Health	17	Baltspace Project from Bonus	1

Tabela 1: Quantidade de publicação em países, instituições e organizações financiadores

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os números de publicações anuais sobre a temática dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e Agenda 2030 demonstram que ainda há pouca publicação sobre os temas específicos, mesmo tendo se passado 8 anos do lançamento do programa nas Nações Unidas. Como pode ser observado, em 2012, quando iniciou, 45 publicações relacionadas à explicação da temática e seus eixos de atuação foram publicadas, mas como pode ser observado nas tabelas a seguir, ainda existem vários eixos que não foram explorados ou possuem pouca produção científica (Figura 2).



Figura 2 - Quantidade de publicação em números anuais

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Com relação aos países que mais possuem pesquisas da temática, (Figura 3), os Estados Unidos é o país que lidera os trabalhos, sendo 408 publicações relacionadas neste período da presente pesquisa. Em seguida aparecem Inglaterra (234), Espanha (159), Alemanha (155), China (153), Suíça (138) Canadá (132), Itália (130), Austrália (127) e Brasil (108) fecha a lista das nações que possuem mais de 100 publicações.

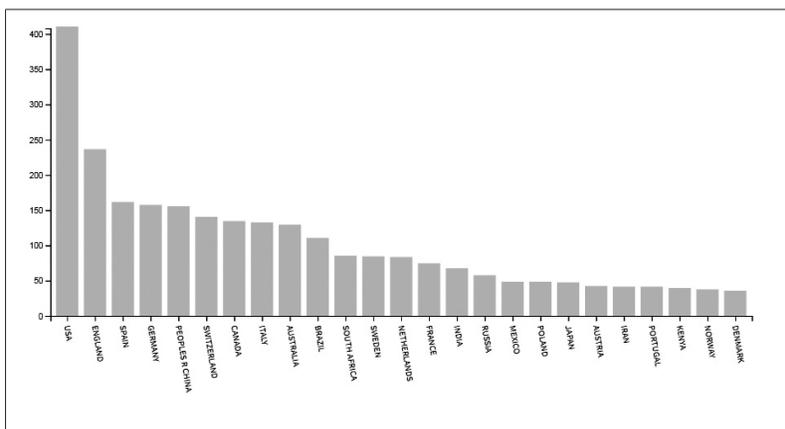


Figura 3 - Quantidade de publicação por países

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

A Tabela 2 apresenta os autores mais citados, sendo os mais referenciados quando se fala sobre o tema dos ODS. É importante ressaltar que os autores tratam de pesquisas específicas em diversas áreas que envolvem ODS, mas não necessariamente específicas sobre os objetivos. As publicações iniciam no ano de 2012, ano este em que a ONU sugere aos países membros a avaliação de se pôr em prática os ODS.

Autores/ano	Citações
Sachs (2012)	1.332
Le Blanc e David (2015)	679
Zhang <i>et. al.</i> , (2015)	598
Blencowe <i>et. al.</i> , (2016)	479
Sharifi e; Murayama (2013)	450
Hák, Janoušková e Moldan (2016)	444
Leach <i>et. al.</i> , (2012)	380
Schandl <i>et. al.</i> , (2016)	291
Costanza <i>et. al.</i> , (2016)	212

Tabela 2: Autores mais citados

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Ao buscar relacionar os artigos publicados com os dados referentes as áreas de conhecimento, com publicações relacionadas as ODS, surgem 25 subgrupos, apresentados na Tabela 3, sendo o mais representativo o que trata de Ciências Ambientais, que representa as áreas 1, 2, 3, 6, 11, 13, 17 e detém 65,6% de toda a produção científica sobre os temas relacionados. Destaca aqui também a produção em áreas das ciências administrativas, que possui 12,5% da produção e demonstra o interesse econômico dos estudos referentes a Agenda 2030 e suas relações de consumo.

Área	Áreas de conhecimento	Nº de registros
1	Ciências Ambientais	446
2	Estudos do Meio Ambiente	315
3	Tecnologia da Ciência Verde Sustentável	296
4	Saúde Ocupacional Ambiental Pública	184
5	Economia	134
6	Engenharia de Meio Ambiente	84
7	Estudos de Desenvolvimento	82
8	Relações Internacionais	72
9	Pesquisas em Educação	70
10	Administração	68
11	Recursos Hídricos	58
12	Ciências Sociais Interdisciplinar	57
13	Combustíveis Energéticos	55
14	Ciência Política	55
15	Planejamento Urbano	52
16	Direito	51
17	Ecologia	49
18	Multidisciplinar	44
19	Medicina Geral	42
20	Negócios	40
21	Engenharia Civil	39
22	Geografia	39
23	Estudos Urbanos	36
24	Psicologia	33
25	Serviços De Saúde	30

Tabela 3: Categorias do conhecimento com publicações na *Web of Science*

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Ao extrair as principais palavras e termos dos resumos, títulos e palavras-chave, dos artigos que tratavam de *Agenda 2030*, *Sustainable Development Goals* e *Sustainable Development Objectives* foi possível construir uma representação de nuvens e ligações destas palavras (Figura 4). As mais citadas proporcionalmente são as maiores na representação. O mapa de palavras também facilita o entendimento de termos recentemente incluídos nas publicações, encontrados nas bordas da nuvem. Os termos semeais - composto no núcleo - são as primeiras ligações realizadas pelas palavras identificadas.



O que chama a atenção, porém, é a carência de pesquisas publicadas em vários ODS, como o ODS 2, ODS 11 e ODS 16 com apenas 3 artigos publicados em cada tema. O ODS 5 e ODS 10 apresentam ínfimos 5 artigos publicados em cada tema, enquanto o ODS 17, ODS 14 e ODS 12 também são poucos estudados. Estes resultados permitem identificar as lacunas para estudos futuros que possam trazer contribuições aos países na implantação dos ODS.

## 5 | CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

Este artigo teve como objetivo evidenciar a importância das pesquisas acadêmicas sobre os ODS no mundo, por meio de uma pesquisa sistemática que identificou os rumos da pesquisa associada aos conceitos e aplicações. Na prática, identificou-se estudos que buscam apresentar quais os indicadores são usados pelos países membros, bem como monitorar o progresso da implantação dos ODS e avaliar o desempenho em diferentes regiões do mundo (DLOUHÁ, *ET AL.*, 2018; HÁK *ET AL.*, 2016; SACHS, *ET AL.*, 2016; SCHMIDT-TRAUB, *ET AL.*, 2017; UNITED NATIONS, 2017). Porém, são poucas as publicações científicas que focam na extensão em que os ODS são alcançados em todo o mundo, cita-se Salvia *et al.*, (2019). Ao comparar com os resultados da bibliometria, há que se destacar que a literatura tem se destinado a publicações a respeito de abordagens e definições, impactos, problemas e desafios, além de soluções a serem aplicadas nas organizações que buscam estarem vinculadas ao desenvolvimento sustentável. Neste aspecto identificou-se estudos específicos e amplamente difundidos em países, como Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, Austrália e Canadá, o que demonstra o interesse de países altamente desenvolvidos em auxiliar a disseminação dos temas ora estudados.

Esta pesquisa possibilitou concluir que existe carência de estudos que possam complementar as discussões sobre ODS, principalmente ao que tangem os temas dos objetivos Fome Zero e Agricultura sustentável (ODS 2), Igualdade de Gênero (ODS 5), Redução das Desigualdades (ODS 10), Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), Consumo e Produção Responsável (ODS 12), Vida na Água (ODS 14), e nos ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes) e ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação). Tais resultados refletem a importância de se ampliar os estudos nessas áreas específicas, que visem integrar os 17 objetivos definidos pelas Nações Unidas até 2030. Por fim, diante dos resultados discutidos neste contexto, se pode observar que os ODS, mesmo após vários anos desde o início das discussões de sustentabilidade, ainda possuem lacunas e desafios a serem priorizados pelas organizações e comunidade científica.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, C., METTERNICHT, G., & WIEDMANN, T. Initial progress in implementing the Sustainable Development Goals (SDGs): a review of evidence from countries. **Sustainability Science**, v. 13, n. 5, p. 1453–1467, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0572-3>.

ALLEN, C., *et al.* Indicator-based assessments of progress towards the sustainable development goals (SDGs): a case study from the Arab region. **Sustainability Science**, v. 12, n. 6), p. 975–989, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0437-1>.

BEBBINGTON, J., & UNERMAN, J. Achieving the United Nations Sustainable Development Goals. **Accounting, Auditing & Accountability Journal**, v. 31, n. 1, p. 2–24, 2018. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-05-2017-2929>.

BLENCOWE, H. *et al.* National, regional, and worldwide estimates of stillbirth rates in 2015, with trends from 2000: a systematic analysis. **The Lancet Global Health**, v. 4, n. 2, p. e98-e108, 2016. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(15\)00275-2](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(15)00275-2).

CAMPAGNOLO, L., *et al.* Assessing SDGs: A New Methodology to Measure Sustainability. **SSRN Electronic Journal**, 2016. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2715991>.

COLLSTE, D., PEDERCINI, M., & CORNELL, S. E. Policy coherence to achieve the SDGs: using integrated simulation models to assess effective policies. **Sustainability Science**, v. 12, n. 6, p. 921–931, 2017. <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0457-x>

COSTANZA, R. *et al.* Modelling and measuring sustainable wellbeing in connection with the UN Sustainable Development Goals. **Ecological Economics**, v. 130, p. 350-355, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.07.009>.

DI CESARE, S., *et al.* Positive impacts in social life cycle assessment: state of the art and the way forward. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 23, n. 3, p. 406–421, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1169-7>.

DLOUHÁ, J., *et al.* Sustainability-oriented higher education networks: Characteristics and achievements in the context of the UN DESD. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 4263–4276, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.239>.

EKENER, E., HANSSON, J., & GUSTAVSSON, M. Addressing positive impacts in social LCA—discussing current and new approaches exemplified by the case of vehicle fuels. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 23, n. 3, p. 556–568, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1058-0>.

HÁK, T., JANOUŠKOVÁ, S., & MOLDAN, B. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 565–573, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.003>.

LEACH, M. *et al.* Transforming innovation for sustainability. **Ecology and Society**, v. 17, n. 2, 2012. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04933-170211>.

LEAL FILHO, W., *et al.* Using the sustainable development goals towards a better understanding of sustainability challenges. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 26, n. 2, p. 179-190, 2019. <https://doi.org/10.1080/13504509.2018.1505674>.

LEAL FILHO, *et al.* Reinvigorating the sustainable development research agenda: the role of the sustainable development goals (SDG). **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 25, n. 2, p. 131-142, 2018. <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1342103>.

LE BLANC, D. Towards integration at last? The sustainable development goals as a network of targets. **Sustainable Development**, v. 23, n. 3, p. 176-187, 2015. <https://doi.org/10.1002/sd.1582>.

MCARTHUR, J. W., & RASMUSSEN, K. Change of pace: Accelerations and advances during the Millennium Development Goal era. **World Development**, v. 105, p. 132-143, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.12.030>.

OECD, Statistics; PARIS, May. Measuring distance to the SDG targets. An assessment of where OECD countries stand. 2017. Retrieved from <http://www.oecd.org/sdd/OECD-Measuring-Distance-to-SDG-Targets.pdf>

ORZES, G., *et al.* United Nations Global Compact: Literature review and theory-based research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 177, p. 633-654, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.230>.

OSBORN, D., CUTTER, A., & ULLAH, F. Universal Sustainable Development Goals: Understanding the transformational challenge for developed countries. In: **Report of a study by Stakeholder Forum**. 2015. p. 5-20. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=1684&menu=35>.

PRADHAN, P., *et al.* A systematic study of Sustainable Development Goal (SDG) interactions. **Earth's Future**, v. 5, n. 11, p. 1169-1179, 2017. <https://doi.org/10.1002/2017EF000632>.

SACHS, J. D. From Millennium Development Goals to Sustainable Development Goals. **The Lancet**, v. 379, n. 9832, p. 2206-2211, 2012. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60685-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60685-0).

SACHS, J., *et al.* **SDG index & dashboards: A global report**. Bertelsmann Stiftung, 2016. Retrieved from [https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2016/2016\\_sdg\\_index\\_and\\_dashboards\\_report.pdf](https://s3.amazonaws.com/sustainabledevelopment.report/2016/2016_sdg_index_and_dashboards_report.pdf).

SALVIA, A. L., *et al.* Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: Local and global issues. **Journal of cleaner production**, v. 208, p. 841-849, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>.

SCHANDL, H. *et al.* Decoupling global environmental pressure and economic growth: scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. **Journal of cleaner production**, v. 132, p. 45-56, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.100>.

SCHMIDT-TRAUB, G., *et al.* National baselines for the Sustainable Development Goals assessed in the SDG Index and Dashboards. **Nature Geoscience**, v. 10, n. 8, p. 547-555, 2017. <https://doi.org/10.1038/ngeo2985>.

SHARIFI, A.; MURAYAMA, A. A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools. **Environmental impact assessment review**, v. 38, p. 73-87, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.06.006>.

SILVA, M. R. DA, HAYASHI, C. R. M., & HAYASHI, M. C. P. I. (2011). Análise bibliométrica e cientométrica: desafios para especialistas que atuam no campo. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 2, n. 1, p. 110-129, 2011. <https://doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v2i1p110-129>.

SUDDABY, R. Editor's Comments: Why Theory? **Academy of Management Review**, v. 39, n. 4, p. 407-411, 2014. <https://doi.org/10.5465/amr.2014.0252>.

TOLLEFSON, J., & GILBERT, N. Rio report card: the world has failed to deliver on many of the promises it made 20 years ago at the Earth summit in Brazil. **Nature**, v. 486, n. 7401, p. 20-24, 2012. <https://doi.org/10.1038/486020a>.

UN (UNITED NATIONS). The sustainable development goals report 2016. 2016. [https://doi.org/10.29171/azu\\_acku\\_pamphlet\\_k3240\\_s878\\_2016](https://doi.org/10.29171/azu_acku_pamphlet_k3240_s878_2016).

UN (UNITED NATIONS). Mainstreaming the 2030 Agenda for Sustainable Development Reference Guide to UN Country Teams, 2017. Retrieved from <https://undg.org/wp-content/uploads/2017/03/UNDG-Mainstreaming-the-2030-Agenda-Reference-Guide-2017.pdf>.

WEBSTER, J., & WATSON, R. T. Analyzing the past to prepare the future: Writing a literature review. **MIS quarterly**, p. xiii-xxiii, 2002. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/4132319>.

ZHANG, X *et al.* Managing nitrogen for sustainable development. **Nature**, v. 528, n. 7580, p. 51-59, 2015. DOI <https://doi.org/10.1038/nature15743>.

# CAPÍTULO 3

## CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA DA RECICLAGEM EM UMA POPULAÇÃO CARENTE DE ARAGUARI – MG

Data de submissão: 05/08/2020

### **Karollyne Francisco Prado**

Instituto Master de Ensino Presidente Antônio  
Carlos  
Araguari – MG  
<http://lattes.cnpq.br/3527431732366028>

### **Bárbara Oliveira Rodrigues do Nascimento**

Instituto Master de Ensino Presidente Antônio  
Carlos  
Araguari – MG  
<http://lattes.cnpq.br/3841268930209287>

### **Marcus Japiassu Mendonça Rocha**

Instituto Master de Ensino Presidente Antônio  
Carlos  
Araguari – MG  
<http://lattes.cnpq.br/0140579388132544>

### **Bárbara Moura Medeiros**

Instituto Master de Ensino Presidente Antônio  
Carlos  
Araguari – MG  
<http://lattes.cnpq.br/9004417354889240>

### **Débora Alves Sícari**

Instituto Master de Ensino Presidente Antônio  
Carlos  
Araguari – MG  
<http://lattes.cnpq.br/7001260075082914>

### **Gabriela Pereira Batista**

Instituto Master de Ensino Presidente Antônio  
Carlos  
Araguari – MG  
<http://lattes.cnpq.br/8753596822184192>

**RESUMO:** Os objetos que derivam de atividades humanas são chamados de resíduos sólidos e muitos deles podem ser reutilizados através da reciclagem, que colabora para a redução da poluição do meio ambiente. **Objetivos:** Analisar como é feito o descarte de lixo pela população de bairros carentes de Araguari - Minas Gerais (MG) a fim de conscientizar a população local sobre a importância da reciclagem e preservação do meio ambiente. **Métodos:** O estudo fundamentou-se na metodologia da problematização baseada no Arco de Maguerez e foi dividido em dois momentos. No primeiro, foram realizadas 51 visitas domiciliares, com assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e aplicação de um questionário confeccionado pelos pesquisadores, no Bairro São Sebastião, na cidade de Araguari-MG. No segundo, foi realizada a intervenção na Creche Inês Vasconcelos de Paiva Neves. **Relato de Experiência:** Diante do contato com os entrevistados percebeu-se uma grande desinformação a respeito das possibilidades de descarte do lixo e das consequências que a atuação errada pode causar ao meio ambiente. Com base nisso, foi realizado uma ação de conscientização com as crianças de 2 a 5 anos da Creche Inês Vasconcelos de Paiva Neves, objetivando-se sensibilizá-las sobre a importância da coleta seletiva e do descarte correto de lixo e, conseqüentemente, ensiná-las sobre preservação do meio ambiente e a diminuição de doenças decorrentes do lixo. **Considerações Finais:** Iniciando a conscientização na infância acredita-se que os resultados serão mais positivos já que poderão levar os conhecimentos

durante toda a vida, além de transferi-los para as pessoas próximas.

**PALAVRAS - CHAVE:** Resíduos sólidos. Conscientização. Uso de resíduos sólidos.

## IMPORTANCE OF RECYCLING IN A DISADVANTAGED POPULATION OF ARAGUARI – MG

**ABSTRACT:** The objects that derive from human activities are called solid waste and many of them can be reused through recycling, which contributes to the reduction of environmental pollution. **Objectives:** To analyze what is done to the solid waste by the population of **disadvantaged** neighborhoods in Araguari - Minas Gerais (MG) in order to make them aware of the importance of recycling and preserving the environment. **Methods:** The study was based on the *problematization methodology* with *Maguerez' arch* and was divided into two moments: First, 51 home visits were carried out, with the signing of the Free and Informed Consent Form and application of a questionnaire elaborated by the researchers in the São Sebastião neighborhood, in the city of Araguari-MG. Posteriorly, the intervention was carried out at the Inês Vasconcelos de Paiva Neves Daycare Center. **Experience report:** During the questioning with the interviewees, it was noticed that there was a great lack of information regarding the possibilities of garbage disposal and the consequences that the wrong discard can cause to the environment. In this regard, an awareness-raising action was carried out with children aged 2 to 5 years at the Inês Vasconcelos de Paiva Neves Daycare Center, aiming to sensitize them about the importance of selective waste collection and the correct garbage disposal, and consequently, teach them about preserving the environment and reducing garbage-related diseases. **Final Considerations:** It is believed that encouraging awareness to children will cause positive results, since they can take knowledge throughout life, as well as transferring it to those close to them.

**KEYWORDS:** Solid Waste. Awareness. Solid Waste Use.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os objetos que derivam de atividades humanas são chamados de resíduos sólidos e, com aumento do contingente populacional, a globalização e o advento de inovações tecnológicas possibilitou-se a dispersão e acumulação desses resíduos em nível mundial (SILVA; SOUZA, 2018).

Muitos dos resíduos que vão para o lixo podem ser reutilizados através de um processo denominado reciclagem em que o lixo orgânico e inorgânico é reaproveitado, reduzindo a poluição do meio ambiente (LOMASSO et al, 2015).

Diante disso, as atividades de reciclagem do lixo são de grande importância e devem ser incentivadas e realizadas por toda a população. Dessa forma, objetivando-se analisar como é feito o descarte de lixo pela população de bairros carentes de Araguari - Minas Gerais (MG), o presente trabalho buscou informações por meio de coleta de dados em uma população específica, do bairro São Sebastião. Ademais, após análise dos dados obtidos pode-se intervir por meio da conscientização sobre a importância da reciclagem

dessa população em questão.

## **2 | METODOLOGIA**

O estudo fundamentou-se na metodologia da problematização baseada no Arco de Maguerez. Após observação da realidade sobre o descarte de lixo no Bairro São Sebastião na cidade de Araguari e levantamento dos pontos-chaves a serem pesquisados, foram realizadas 51 visitas domiciliares, com aplicação de um questionário confeccionado pelos próprios pesquisadores, contendo perguntas a respeito de como é feito o descarte de lixo. Além disso, foi entregue e assinado por todos os participantes um termo de consentimento livre e esclarecido, respeitando a privacidade por meio da coleta individual de dados, com o direito de desistir a qualquer momento da participação do estudo. Depois da análise dos dados, a intervenção foi realizada em uma creche que abrange a população do bairro São Sebastião, ensinando as crianças a realizar a separação e descarte correto dos resíduos sólidos. A intervenção com as crianças foi permitida pelos pais, que também assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido em 2 vias.

## **3 | RELATO DE EXPERIENCIA**

A partir da atuação no bairro São Sebastião, foi levantada a questão do descarte do lixo devido à grande quantidade de resíduos sólidos espalhados pelas ruas. Então, foram realizadas visitas domiciliares para obtenção das informações necessárias. Diante do contato com os entrevistados percebeu-se uma grande desinformação a respeito das possibilidades de descarte do lixo e das consequências que a atuação errada pode causar ao meio ambiente. Os dados obtidos evidenciaram que a maioria dos resíduos é descartado por meio da coleta municipal, mas não é separado para a coleta seletiva. Com base nisso, foi realizada uma ação de conscientização com as crianças de 2 a 5 anos da Creche Inês Vasconcelos de Paiva Neves, objetivando-se sensibilizá-las sobre a importância da coleta seletiva e do descarte correto de lixo e, conseqüentemente, ensiná-las sobre preservação do meio ambiente e a diminuição de doenças decorrentes do lixo. Optou-se pela encenação de uma peça de teatro, em que crianças descartam resíduos de forma irregular e, diante disso, há um professor que ensina qual é a lixeira correta para cada resíduo de acordo com os preceitos da coleta seletiva. Dessa forma, há a conscientização da população desde a infância com a conseqüente propagação das informações, contribuindo para a diminuição do volume dos resíduos, uma vez que, separados, poderão passar por processos de reutilização e reciclagem.

## **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após todas as pesquisas realizadas para compor esse trabalho, pode-se perceber

que campanhas de incentivo à separação dos resíduos sólidos são cada vez mais comuns. Entretanto, elas ainda deixam a desejar, posto que não existe uma adesão populacional significativa. Dessa forma, iniciando a conscientização na infância acredita-se que os resultados serão mais positivos já que poderão levar os conhecimentos durante toda a vida além de transferi-los para as pessoas próximas.

## REFERÊNCIAS

LOMASSO, Alexandre Lourenço, et al. **Benefícios e desafios na implementação da reciclagem: um estudo de caso no centro mineiro de referência em resíduos (CMRR)**. *Revista Pensar Gestão e Administração*, 2015, 3.2: 1-20.

SILVA, Eriane Almeida da; SOUZA, Taiane Oliveira de. **Resíduos sólidos urbanos: comportamento da população e gestão pública em Jacobina-Ba**. 2018.

# CAPÍTULO 4

## OS SIGNIFICADOS DE CAMPONÊS, AGRICULTOR FAMILIAR E DE SUBSISTÊNCIA E A APLICAÇÃO DO INSTITUTO EXIGIDO PELO INCISO XXVI DO ART. 5 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL

**Miron Biazus Leal**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
– Unioeste, Campos de Marechal Cândido  
Rondon – Pr.

**Clério Plein**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –  
Unioeste, Campos de Francisco Beltrão - Pr.

**RESUMO:** Este trabalho científico busca identificar o conceito moderno de camponês, além dos aspectos históricos e sociais do campesinato e seu conceito, seguido pelas regras e contornos da semiótica, signo, simbologia e significado, finalizando com o levantamento bibliográfico de pensadores, políticos, economistas etc, expoentes em sua época quanto a definição de camponês, sob viés simbólico, visando identificar entre estas múltiplas definições a noção de pequeno agricultor e propriedade familiar descrito no art.5, XXVI, Constituição Federal de 1988.

**PALAVRAS - CHAVE:** Conceito de Camponês e pequena propriedade. Constituição Federal. Sustentabilidade.

**ABSTRACT:** This scientific work seeks to identify the modern concept of peasantry, as well as the historical and social aspects of the peasantry and its concept, followed by the rules and outlines of semiotics, sign, symbology and meaning, ending with a bibliographical survey of thinkers,

politicians, economists etc, exponents in their time as the definition of Peasant, under symbolic bias, aiming to identify among these multiple, a notion of small farmer and a family property described in art.5, XXVI, Federal Constitution of 1988.

**KEYWORDS:** Concept of Peasant and small property. Federal Constitution. Sustainability.

### 1 | INTRODUÇÃO

O conceito de camponês, especialmente no Brasil, sempre remeteu a um grupo de pessoas que vivem em pequenas faixas de terra no meio rural, onde estes camponeses e sua família estabelecem suas residências, aliado ao fato de terem como único meio de subsistência o labor na terra, com plantio de multiculturas e criação de gado, frango, porco etc, em quantidades suficientes para a manutenção do núcleo familiar.

Cumpramos esclarecer que além da carga valorativa acima, o camponês é vinculado aos aspectos da rudimentariedade, ignorância, atraso, inferioridade e subordinação ao rei, senhor feudal, latifundiário, Estado, capitalismo etc, em face de uma distorção e estigmatização pela sociedade capitalista dominante da identidade do sujeito no campo.

Em simetria aos apontamentos acima, Darcy Ribeiro assim discorreu em seu livro:

As páginas de Monteiro Lobato que revelaram às camadas cultas do país a figura do Jeca Tatu, apesar de sua riqueza de observações, divulgam uma imagem verdadeira do caipira dentro de uma interpretação falsa. Nos primeiros retratos, Lobato o vê como um piolho da terra, espécie de praga incendiária que ataçava fogo à mata, destruindo enormes riquezas florestais para plantar seus pobres roçados. A caricatura só ressalta a preguiça, a verminose e o desalento que o faziam responder com um não paga a pena a qualquer proposta de trabalho. Descreve-o em sua postura característica, acocorado desajeitadamente sobre

Os calcanhares, a puxar fumaça do pito atirando cusparadas para os lados [...] O Sistema de fazendas, que se implantando e expandindo inexoravelmente para a produção de artigos de exportação, cria um novo mundo no qual não há mais lugar para as formas de vida não mercantis do caipira, nem para a manutenção de suas crenças tradicionais, de seus hábitos arcaicos e de sua economia familiar. (RIBEIRO, 1995, p.390)

**Todavia, os avanços agrários, as conquistas sociais, novas estruturas e inter-relações dos camponeses, acaba por ampliar as figuras do campesinato.**

**Neste viés, Ploeg descreve que o campesinato**

É uma expressão moderna para a luta por autonomia e sobrevivência em um contexto de privação e dependência. A condição camponesa não é, definitivamente, uma condição estática. Ela representa uma linha através do tempo, com movimentos ascendentes e descendentes. Isto é, assim como a agricultura capitalista está continuamente evoluindo (expandindo-se e ao mesmo tempo mudando no sentido qualitativo, ou seja, através de uma maior industrialização dos processos de produção e de trabalho), também a agricultura camponesa está mudando. Uma de suas muitas mudanças é a recampesinização. [...]. (PLOEG, 2008, p. 23.)

**O presente trabalho visa demonstrar a necessidade de apresentar as várias definições de camponês, agricultor familiar e de subsistência dentro de aspectos econômicos, históricos, políticos e sociais, com o fito de identificar o conceito jurídico exigido pelo inciso XXVI, do art.5, Constituição Federal de 1988.**

Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:

XXVI - a pequena propriedade rural, assim definida em lei, desde que trabalhada pela família, não será objeto de penhora para pagamento de débitos decorrentes de sua atividade produtiva, dispondo a lei sobre os meios de financiar o seu desenvolvimento. (CONSTITUIÇÃO, 1988). (grifos nossos)

**Como pode ser verificado acima, a Carta Maior apresenta que “a pequena propriedade rural” será considerada impenhorável. Contudo, o preceito normativo se mostra incompleto ou vazio, pois deixou ao legislativo a fixação de sua definição ao incluir**

a frase “assim definida em lei”.

Além, da definição de pequena propriedade, a Constituição Federal determina que o proprietário, agricultor, camponês exerça sozinho ou com sua família o labor na propriedade rural e que a dívida existente para fins de impenhorabilidade, seja decorrente da atividade agrícola.

A primeira noção e/ou definição legal de camponês e pequena propriedade nasceu com o Estatuto da Terra no ano de 1964 (Lei nº 22.631/64).

Desde 1964 até o presente no de 2017, a legislação brasileira instituiu mais 3 legislações que descrevem o conceito de agricultor/camponês e propriedade.

A existência de várias normas que em seu corpo de texto contém conceito similares de camponês e pequena propriedade, acaba por causar dúvidas e confusão, inclusive induz o judiciário a aplicar equivocadamente o instituto da impenhorabilidade constitucional do imóvel rural.

Com a existência de diversas acepções conceituais de pequena propriedade rural, proprietário, possuidor ou detentor nas leis agrárias, fez-se necessário neste trabalho científico, decompor histórico e socialmente a figura do agricultor de subsistência, confrontando ao espírito Constitucional que incluiu a proteção da impenhorabilidade rural em seu art.5, XXVI.

Que a utilização na década de 1990, da categoria de análise agricultura familiar para designar genericamente as unidades produtivas, nas quais a terra, os meios de produção e o trabalho encontram -se estreitamente vinculados ao grupo familiar, deve ser aprendida como um reflexo das alterações recentes ocorridas na agricultura brasileira e que, em última análise, levaram a valorização do segmento familiar. Nesse sentido, as categorias de análise até então utilizadas para caracterizarem essas unidades de produção, como campesinato, pequena produção, agricultura de subsistência, produção de baixa renda, entre outras, perderam seu poder explicativo, favorecendo à emergência de novas concepções teóricas consubstanciadas na categoria agricultura familiar. (HESPANHOL, 2000, p. 2).

Para tanto, se faz necessário decompor as multifacetadas da definição de camponês e agricultor, em especial quanto a influência da tecnologia e capitalismo no campo, afim de identificar a definição do sujeito definido no inciso XXVI do art.5, Constituição Federal.

Este artigo está fracionado em duas partes. Inicialmente será tratado sobre os aspectos gerais de campesinato e os conceitos de camponês, agricultor familiar e de subsistência e pequena propriedade na legislação brasileira. O segundo capítulo abrangerá os autores Lenin (1981), Kautsky (1980), Chayanov (1985), Abramovay (1992) e Lamarche (1993) com auxílio das técnicas da semiótica sobre o signo e símbolo, significado, significante e significação de Peirce (1990), somada a identificação do instituto exigido pelo inciso XXVI do art. 5, C.F. e sua decorrente sustentabilidade.

## 2 I ASPECTOS GERAIS DO CAMPESINATO E A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A origem do campesinato como estrutura relevante, remonta a idade média, especificamente no período feudal, onde o camponês e sua família se submetiam ao poder de um soberano, mediante a contraprestação de morar e laborar em uma pequena propriedade, fornecida a título de uso pelo senhor feudal. (OLIVEIRA et al, 2013, p.4)

Já no Brasil, os estudos do camponês tiveram força e expressão a partir das décadas de 1950 e 1960 diante do cenário político e social em que o Brasil vivia, porém, seu ápice ocorreu no início da década de 1970 com o fomento da mecanização das propriedades rurais e a entrada em vigor do Estatuto da Terra no ano de 1964 (Lei nº 22.631/64). (PRIORI et al, 2012, p.118-120)

Sob este enfoque social, no ano de 1964, foi instituído o Estatuto da Terra sob lei nº4.504/64, que passou a regular os direitos e deveres dos titulares e possuidores da propriedade rural, incluindo a familiar.

Sob este prisma, o inciso II e III do art. 4, da lei nº4.504/64 descreve:

Art. 4º Para os efeitos desta Lei, definem-se:

II - "Propriedade Familiar", o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros;

III - "Módulo Rural", a área fixada nos termos do inciso anterior; (BRASIL, 1964)

Com a mecanização das propriedades, novas formas e estruturas rurais e foram surgindo, contudo, o conceito tradicional permaneceu inalterado, vejamos:

[...] aquelas famílias que tendo acesso à terra e os recursos naturais que esta suporta resolvem seus problemas reprodutivos a partir da produção rural-extrativista, agrícola e não -agrícola - desenvolvida de tal modo que não se diferencia o universo dos que decidem sobre a alocação do trabalho dos que sobrevivem com o resultado dessa alocação. Essas famílias, no decorrer de suas vidas e nas interações sociais que estabelecem, desenvolvem hábitos de consumo e de trabalho e formas diferenciadas de apropriação da natureza que lhes caracteriza especificidades no modo de ser e de viver no âmbito complexo das sociedades capitalistas contemporâneas (VIA CAMPESINA, 2009, p. 1)

Após a Constituição Federal de 1988 os movimentos sociais da luta pela terra ganharam força, o que acabou por compelir ao Congresso Nacional a editar lei específica sobre a reforma agrária (Lei nº 8.629/93).

A norma acima se mostrou um avanço na conquista pela propriedade, contudo, um

atraso quando se fala no conceito e tamanho da pequena propriedade, vejamos:

Art. 4º Para os efeitos desta lei, conceituam-se:

II - Pequena Propriedade - o imóvel rural:

a) de área até quatro módulos fiscais, respeitada a fração mínima de parcelamento ;(BRASIL, 1993)

Além da celeuma jurídico-conceitual formado entre o Estatuto da Terra e a Lei de Reforma Agrária, entrou em vigor as leis nº 11.326/06 e lei nº 12.651/2012, que contemplam o conceito de propriedade rural familiar, agricultor e empreendedor familiar:

Lei nº 11.326/06

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;

[...] (grifos nossos)(BRASIL, 2006)

Lei nº12.651/2012

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

[...]

V - pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei no 11.326, de 24 de julho de 2006; (grifos nossos) (BRASIL, 2012)

Todavia, as leis colacionadas anteriormente, possuem definição análoga quanto ao pequeno proprietário de subsistência, contudo essencialmente, tais normas são totalmente diversas. Visando demonstrar a diferença entre elas, abaixo será colacionada tabela comparativa.

LEI	CONTEÚDO/OBJETO	ARTIGO 1º	CONCEITO LEGAL	MÓDULO
Lei nº 4.504/64	Mensagem de veto Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências.	Art. 1º Esta Lei regula os direitos e obrigações concernentes aos bens imóveis rurais, para os fins de execução da Reforma Agrária e promoção da Política Agrícola. <b>§ 2º Entende-se por Política Agrícola o conjunto de providências de amparo à propriedade da terra, que se destinem a orientar, no interesse da economia rural, as atividades agropecuárias, seja no sentido de garantir-lhes o pleno emprego, seja no de harmonizá-las com o processo de industrialização do país.</b> (grifos)	Art. 4º Para os efeitos desta Lei, definem-se: II - “Propriedade Familiar”, o imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros;	Art.4 [...]III - “Módulo Rural”, a área fixada nos termos do inciso anterior;
Lei nº 8.629/93	Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal.	Art. 1º Esta lei regulamenta e disciplina disposições relativas à reforma agrária, previstas no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal.	Art. 4º Para os efeitos desta lei, conceituam-se: II - Pequena Propriedade - o imóvel rural:	Art.4 [...] a) de área até quatro módulos fiscais, respeitada a fração mínima de parcelamento;
Lei nº 11.326/2006	Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.	Art. 1º Esta Lei estabelece os conceitos, princípios e instrumentos destinados à formulação das políticas públicas direcionadas à Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.	Art. 3o Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:	Art. 3o [...] I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;

<p><b>Lei nº 12.651/12</b></p>	<p>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.</p>	<p>Art. 1º-A. Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.</p> <p>Parágrafo único. Tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável, esta Lei atenderá aos seguintes princípios:</p>	<p>Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:[...] V - pequena propriedade ou posse rural familiar: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei no 11.326, de 24 de julho de 2006;</p>	<p>Idem ao módulo fiscal acima.</p>
--------------------------------	---	---	--	-------------------------------------

Fonte: Elaboração do Autor, 2017.

Neste sentido, por serem as leis nuclearmente diferentes entre si, o §2 do art. 2 do mesmo Decreto-lei nº4.657/42, prescreve que:

Art.2. [...]

§ 2º A lei nova, que estabeleça disposições gerais ou especiais a par das já existentes, não revoga nem modifica a lei anterior.

Com relação à solução de conflito entre as normas que coexistem no mesmo ordenamento jurídico, com textos análogos, mas fundamentos diferentes, a autora Maria Helena Diniz assim expõe:

A antinomia imprópria ramifica-se em três espécies: i) na antinomia de princípios, caracterizada pelo conflito entre as proposições mais basilares do ordenamento, que findam por tutelar valores opostos; ii) na antinomia valorativa, observada “no caso do legislador não ser fiel a uma valoração por ele próprio estabelecida”, graduando-se, ora para mais, ora para menos, uma mesma consequência ou sanção prescrita em duas diferentes normas que regulam casos idênticos e iii) na antinomia teleológica, “se se apresentar incompatibilidade entre os fins propostos por certa norma e os meios previstos por outra para a consecução daqueles fins”. (Diniz, 2011, p. 203)

Mesmo havendo clara similitude nas leis colacionada na tabela acima quanto aos conceitos de pequeno proprietário de subsistência, suas finalidades essenciais são diferentes, o que obsta que a lei especial moderna, revogue, total ou parcialmente, lei especial anterior.

Pela impossibilidade de revogação entre elas, estas leis continuam coexistindo dentro do mesmo ordenamento jurídico, inclusive, orbitando com conceitos aproximados de pequeno agricultor de subsistência, inclusive para fins de incidência do instituto do inciso XXVI, art.5º, C.F.

Em razão do conflito conceitual prescrita nas leis nº 4.504/64, nº8.629/93, nº11.326/06 e nº12.651/2012, os tribunais brasileiros passaram a divergir qual seria a legislação adequada a ser aplicada, quando da identificação da impenhorabilidade da pequena propriedade do inciso XXVI do art. 5 da Constituição Federal.

Quanto ao conflito, vejamos os seguintes julgados:

AGRAVO DE INSTRUMENTO. DIREITO TRIBUTÁRIO. EXECUÇÃO FISCAL. INCIDENTE DE IMPENHORABILIDADE. IMPENHORABILIDADE DO MÓDULO RURAL. PEQUENA PROPRIEDADE RURAL. ART. 5º, INCISO XXVI, DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL, ART. 649, INCISO VIII, DO CÓDIGO DE PROCESSO CIVIL, ART. 1º DA LEI Nº 8.009/90 E ART. 4º, INCISO II, DA LEI Nº 8.629/93. É IMPENHORÁVEL O IMÓVEL RURAL TRABALHADO PELO PRODUTOR DE ATÉ UM MÓDULO, DESIMPORTANDO A EXISTÊNCIA DE DOIS REGISTROS, SE A SOMA DAS ÁREAS NÃO ULTRAPASSAR O MÓDULO RURAL. À UNANIMIDADE, NEGARAM PROVIMENTO AO APELO.(Agravo de Instrumento Nº 70048816680, Vigésima Primeira Câmara Cível, Tribunal de Justiça do RS, Relator: Francisco José Moesch, Julgado em 15/05/2013)

RECURSO INOMINADO. CUMPRIMENTO DE SENTENÇA. PENHORA DE IMÓVEL RURAL. ÁREA INFERIOR A QUATRO MÓDULOS FISCAIS. PEQUENA PROPRIEDADE RURAL EXPLORADA PELA FAMÍLIA DO DEVEDOR. CONVERGÊNCIA DOS REQUISITOS ESTABELECIDOS NA LEI 8.629/93, ART. 4ª, II, a COM OS DO ARTIGO 649, VIII, do CPC, NA REDAÇÃO DA LEI N.º 11.382/06. DENECESSIDADE DE PERQUIRIR A RESPEITO DA ORIGEM DA DÍVIDA. PRECEDENTES. SENTENÇA MANTIDA. RECURSO DESPROVIDO. Por fim, apenas como reforço de argumento, tem-se que, ainda que não fossem considerados bens de família, a impenhorabilidade dos imóveis haveria de prevalecer ante o previsto no inciso VIII do art. 649 do Código de Processo Civil, diante da comprovação da pequena propriedade rural explorada no âmbito familiar (TJSC, AI n. 2014.066609-0, rel. Des. Sebastião César Evangelista, j. em 13.08.2015; AI n. 2014.088727-8, rel. Des. Monteiro Rocha, j. em 16.07.2015).

AGRAVO DE INSTRUMENTO. EXECUÇÃO DE TÍTULO EXTRAJUDICIAL. IMÓVEL PENHORADO. ENQUADRAMENTO COMO PEQUENA PROPRIEDADE RURAL, TRABALHO DESENVOLVIDO NO IMÓVEL RURAL PELA FAMÍLIA DO EXECUTADO E ORIGEM DO DÉBITO QUE MOTIVOU A PENHORA RELACIONADO COM A ATIVIDADE DE PECUÁRIA LEITEIRA DESENVOLVIDA PELA ENTIDADE FAMILIAR. DEVIDAMENTE COMPROVADOS. IMPENHORABILIDADE RECONHECIDA. DESCONSTITUIÇÃO DA PENHORA REALIZADA. NECESSIDADE. APLICAÇÃO DO ART. 5º, XXVI, DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL, DO ARTIGO 4º, INCISO II DA LEI Nº 8629/93 E DO ARTIGO 833, VIII, DO CÓDIGO DE PROCESSO CIVIL DE 2015.- Tendo sido comprovado que o imóvel rural penhorado se enquadra no conceito

de pequena propriedade rural, considerado o módulo rural da região, que é trabalhado pela família e que o débito que motivou a penhora do imóvel rural possui relação com a atividade de pecuária leiteira desenvolvida pela entidade familiar, deve ser reconhecida a sua impenhorabilidade e desconstituída a penhora realizada sobre o referido imóvel, nos termos do artigo 5º, XXVI, da Constituição Federal, do artigo 4º, inciso II da Lei nº 8629/93 e do artigo 833, VIII, do Código de Processo Civil de 2015.- Art. 5º, inciso XXVI, CF - “a pequena propriedade rural, assim definida em lei, desde que trabalhada pela família, não será objeto de penhora para pagamento de débitos decorrentes de sua atividade produtiva, dispondo a lei sobre os meios de financiar o seu desenvolvimento.” Agravo de Instrumento provido.(TJPR - 16ª C.Cível - AI - 1562640-1 - Laranjeiras do Sul - Rel.: Paulo Cezar Bellio - Unânime - - J. 21.09.2016)

Como as leis nº 4.504/64, nº8.629/93, nº11.326/06 e nº12.651/2012 apresentam conceitos jurídicos similares e que podem ser claramente aplicáveis ao inciso XXVI do art. 5, C.F., resta aos autores, demonstrarem as definições de camponês, agricultor familiar e de subsistência.

### **3 I CONCEITO E DIFERENCIAÇÃO DE CAMPONÊS, AGRICULTOR DE SUBSISTÊNCIA E FAMILIAR E A ADEQUADA DEFINIÇÃO EXIGIDA PELO INCISO XXVI DO ART. 5 DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL**

As mudanças culturais, políticas e econômicas ocorridas no Brasil e no mundo, causaram e ainda vem causando reflexos profundos nas estruturas sociais camponesa, suas configurações e arranjos.

Para Maria Wanderley,

É preciso insistir que, pela sua própria natureza, o campesinato tradicional não constitui um mundo à parte, isolado do conjunto da sociedade. Pelo contrário, as sociedades camponesas se definem, precisamente, pelo fato de manterem com a chamada “sociedade englobante” laços de integração, dentre os quais são fundamentais os vínculos mercantis. (2003, p.45)

O campesinato por realizar laços e relações com a sociedade, acabou por se reorganizar, formando novas estruturas rurais, além do camponês e o grande latifundiário.

Com relação a estes novos vínculos rurais, Jan Ploeg aduz que:

Trata-se, ao contrário, de uma ativa reconstituição de relações e elementos (velhos e novos, materiais e simbólicos) que ajudam a encarar o mundo moderno, mas em muitos aspectos grosseiro e cruel, de forma mais adequada e atrativa. Frente a isso, há uma grande responsabilidade por parte dos cientistas sociais no sentido de tirar este novo processo de emancipação (seja na Europa, na América Latina, em qualquer lugar) da invisibilidade em que frequentemente tem permanecido imerso e desdobrar sistematicamente seus potenciais e promessas. É igualmente importante interligar tal processo, mostrar seus pontos em comum e fazer suas experiências “trafegarem” de um lugar para outro. Neste empenho, uma reconceitualização do camponês e uma firme elaboração teórica do processo de recampesinização são tarefas

Como ponto de partida para estas configurações, faz-se necessário descobrir qual a significação do termo camponês na atualidade. Para isso, o trabalho entrará no plano da semiótica, ou seja, do signo até a significação de camponês.

A língua é um sistema de signos, e todo signo se estrutura pela união entre um significante (imagem acústica) e um significado (conceito). Assim, entendemos que o significado (conceito) da palavra cavalo está ligado a diversos significantes (imagens acústicas). As palavras cavalo, cheval ou horse (português, francês e inglês) são formas gráficas com diferentes imagens acústicas (significantes) que remetem a um mesmo conceito (significado). Dessa forma, existem diferentes significantes que remetem a um significado semelhante. Percebe-se que a teoria saussuriana de signo linguístico se aplica a todas as línguas conhecidas, pois compreendemos que toda língua é estruturada por meio da relação entre um significante e um significado. (BAQUIÃO, 2011, p.52)

Todavia, o signo per si, não teria o condão de conduzir a identificação do significado de camponês, pois, não comporta várias interpretações.

Já a o signo utilizado no aspecto do simbolismo, por possuir sua força de abrangência ampliada, possibilita a identificação do real conceito de palavras que possuem diversos significados.

Para Peirce,

Um símbolo, ao se constituir como tal, se dissemina entre as pessoas. Ao ser usado e experimentado, tem seu sentido ampliado. Palavras como força, lei, riqueza e casamento, para nós, remetem a significados bem diferentes daqueles a que elas remetiam para nossos antepassados (PEIRCE, 1990, p.302).

Quando a palavra camponês é analisada, o aspecto mental gráfico, reporta automaticamente a figura do jeca tatu, em situação de subordinação, pobreza e dependente da propriedade como único meio de subsistência.

Contudo, está grafia, não comporta apenas o significado acima descrito, mas ao contrário, traduz vários sentidos que já foram pensados e reproduzidos por vários pensadores, filósofos, políticos, economistas etc, conforme poderá ser identificado abaixo.

Para identificar o significado de camponês e as novas configurações das relações exercidas pelos atores sociais no campo, far-se-á necessária a somatória de fragmentos de vários signos. (RIBEIRO, 2010, p.48).

Os primeiros autores ao conceituarem estes sujeitos rurais, o fizeram sob os fundamentos da política e da ideologia.

Para Lenin,

[...]pequeno produtor, sua miséria, sua falta de cultura, a falta de comunicações, o analfabetismo [...] este é o preço que a classe operária deve pagar para libertar os camponeses deste atraso cultural (LENIN, 1981, p.659)

Já Kautsky, compreende que a questão camponesa estaria ameaçada, pois a progressão industrial delimitava as regras que envolviam a progressão agrícola.

Antes de empreender as pesquisas sobre a questão agrária [...] a minha concepção da evolução social era que a exploração camponesa se via ameaçada de um lado pela fragmentação, de outro, pela grande empresa [...] Os meus esforços me levaram, contra qualquer previsão, ao resultado de que [...] não deveríamos esperar, na agricultura, nem o fim da grande, nem o da pequena exploração. Tínhamos aqui, num dos pólos, a tendência universalmente justa para a proletarização. No outro pólo, verificávamos suma oscilação constante entre os progressos da pequena e os da grande exploração [...] Cheguei também ao resultado de que a agricultura não produz por si mesmo os elementos de que necessita para alcançar o socialismo, ao contrário, a agricultura independente da indústria, quer seja camponesa, quer seja capitalista, deixa cada vez mais de ter o seu papel na sociedade. A indústria subjuga a agricultura. Assim, a evolução industrial traça cada vez mais a lei da evolução agrícola. (KAUTSKY, 1980, p.16).

Diferente dos autores acima, Chayanov define estes atores sob um prisma econômico, diferenciando o trabalho rural elaborado pela família e com utilização de trabalho contratado.

Em la actualidad, la unidad económica campesina en casi todas partes está ligada al mercado capitalista de mercancías; en muchos países sufre la influencia del capital financiero, que la ha hecho empréstitos, y coexiste con la industria organizada al modo capitalista y, en algunos lugares, también con la agricultura capitalista. Las empresas campesinas tienen interrelaciones sociales demasiado complejas con todos estos elementos en la economía actual. Después de los trabajos del profesor Lyashenko sobre la evolución de la economía campesina rusa y los de Lenin sobre la americana, podemos ver con toda claridad que no hay que esperar necesariamente que el desarrollo de la influencia capitalista y la concentración en la agricultura desemboquem en la creación y el desarrollo de latifundios. Con mayor probabilidad habría que esperar que el capitalismo comercial y financiero establezca una dictadura económica sobre considerables sectores de la agricultura, la cual permanecería como antes en lo relativo a producción, compuesta de empresas familiares de explotación agrícola en pequeña escala, sujetas en su organización interna a las leyes del balance entre trabajo y consumo. (CHAYANOV, 1985, p. 42).

Já Abramovay e Lamarch conceituam o camponês sob uma ótica social, organizacional e econômica, vejamos:

[...] uma agricultura familiar altamente integrada ao mercado, capaz de incorporar os principais avanços técnicos e de responder às políticas governamentais não pode ser nem de longe caracterizada como

camponesa[...]

A própria racionalidade de organização familiar não depende... da família em si mesma, mas, ao contrário, da capacidade que esta tem de se adaptar e montar um comportamento adequado ao meio social e econômico em que se desenvolve. (ABRAMOVAY, 1992, 22/23)

### Complementando o conceito acima, Lamarch expõe que:

O estabelecimento familiar moderno define-se como uma unidade de produção menos intensiva, financeiramente pouco comprometida e, principalmente, muito retraída em relação ao mercado; com efeito, a maior parte de suas produções é parcialmente reutilizada para as necessidades da unidade de produção ou autoconsumidas pela família; nunca é totalmente comercializada. (...) Podemos admitir, no que diz respeito às variáveis consideradas, que o estabelecimento familiar moderno funciona sensivelmente como estabelecimento de tipo camponês, com mais técnica e mais necessidades. (LAMARCH, 1993, p. 314)

A existência de vários conceitos de atores rurais, somados as quatro legislações análogas e conflitantes, leva o judiciário a aplicar indistintamente, sem qualquer reflexão aprofundada de uma das legislações nº 4.504/64, nº8.629/93, nº11.326/06 e nº12.651/2012 quando da declaração ou não de impenhorabilidade da pequena propriedade rural.

Além das diferenças quanto as definições dos sujeitos no campo, as leis acima colacionadas, divergem quanto ao tamanho a ser considerado o imóvel rural, ou seja, se a definição de pequena propriedade será em módulos fiscais ou rurais.

O módulo fiscal, quando foi incluído na legislação, tinha a função essencial de vincular atos e situações que envolviam valores públicos, como por exemplo: a) desapropriação para fins de reforma agrária; b) Financiamento para plantio; c) Incidência, cobrança e colhimentos de tributos originados da propriedade rural etc.

Já o módulo rural, possui seu conceito e finalidade descrito nos arts.11 e 12 do Decreto nº 55.891/65

Art. 11. O módulo rural, definido no inciso III do art. 4º do Estatuto da Terra, tem como finalidade primordial estabelecer uma unidade de medida que exprima a interdependência entre a dimensão, a situação geográfica dos imóveis rurais e a forma e condições do seu aproveitamento econômico.

Parágrafo único. A fixação do dimensionamento econômico do imóvel que, para cada zona de características ecológicas e econômicas homogêneas e para os diversos tipos de exploração, representará o módulo, será feita em função:

a) da localização e dos meios de acesso do imóvel em relação aos grandes mercados;

b) das características ecológicas das áreas em que se situam;

c) dos tipos de exploração predominante na respectiva zona.

Art. 12. O dimensionamento do módulo define a área agricultável que deve ser considerada, em cada região e tipo de exploração, para os imóveis rurais isolados, os quais constituirão propriedades familiares se, nos termos do inciso II do art. 4º do Estatuto da Terra:

I - forem direta e pessoalmente explorados pelo agricultor e sua família, admitida a ajuda de terceiros em caráter eventual;

II - absorverem, na sua exploração, toda a força de trabalhos dos membros ativos do conjunto familiar;

III - garantirem à família a subsistência e o progresso social e econômico.  
(BRASIL, 1965)

Com a finalidade de demonstrar a diferença entre o módulo rural e fiscal, abaixo será fixada tabela comparativa.

<b>MÓDULO RURAL</b>	<b>MÓDULO FISCAL</b>	
<b>Finalidade</b>	<b>Determinar o enquadramento sindical rural</b>	<b>Determinar a classificação dos imóveis rurais em minifúndio, pequena, média e grande propriedade</b>
<b>Como é obtido</b>	<b>O número de módulos rurais do imóvel é obtido pelo somatório do número de módulos calculado para cada tipo de exploração mais o número de módulos calculado para a área agricultável mas não explorada do imóvel</b>	<b>O número de módulos fiscais é obtido dividindo-se a área total do imóvel rural pelo módulo fiscal do município</b>
<b>Onde é encontrado</b>	<b>No certificado de cadastro de imóvel rural emitido pelo INCRA com base em dados fornecidos pelo produtor rural na declaração cadastral</b>	<b>No certificado de cadastro de imóvel rural emitido pelo INCRA</b>

Tabela 1 – Síntese comparativa dos requisitos do cálculo do módulo rural e do módulo fiscal

Fonte: Quadro Adaptado pelo Senar, 2017.

Ademais, além do Estatuto da Terra ser a única legislação que possui sua medida em módulo rural, seus fundamentos são essencialmente voltados a proteção da propriedade, do agricultor e sua família, da atividade agrícola e atos no campo, além da proteção social deste núcleo social, enquanto as leis nº8.629/93, nº11.326/06 e nº12.651/2012, foram instituídas para regularem a reforma agrária no aspecto da desapropriação para fins sociais, agricultura e empresa familiar, financiamento destas, normas florestais e etc, com suas medidas fixadas em módulo fiscal.

Ao ponderar as normativas e seus fundamentos, tem-se que o conceito de definição mais adequado ao pequeno proprietário de subsistência seria o descrito no Estatuto da Terra, pois, seus parâmetros estão em sintonia com os estudos e definições das ciências agrárias, proteção ao camponês e sua família em detrimento de dívida contraídas em razão da exploração da terra que servia como meio principal de subsistência, levando a conferir maior proteção a este ator, sua família e propriedade.

O tema em voga, possui grande relevância social, pois, ao explanar sobre as conceituações legais de pequeno agricultor e propriedade, prima-se pela melhor aplicação da norma brasileira e conseqüentemente acaba por proteger estes atores vinculados a propriedade e seu único modo de subsistência individual e familiar, o que acaba por reconhecer como sustentável este ato normativo.

[...] a unidade camponesa é provida de mecanismos que podem promover o desenvolvimento sustentável, justamente por apresentarem uma racionalidade própria que difere da razão capitalista. O que diferencia a unidade camponesa da empresa capitalista é que a primeira acumula recursos de capital para garantir a reprodução da família, tendo este fator como a razão de existência; já a segunda supõe a centralidade no lucro como fundamento da racionalidade decisória de seus componentes. Diante disto, ao contrário dos empreendimentos que acumulam para maximizar lucro, a unidade camponesa acumula para tornar mais eficiente a reprodução familiar. (SANTOS, 2010, p. 132)

Caso o judiciário brasileiro viesse a definir equivocadamente o conceito dos atores agrários e concomitantemente reconhecer a pequena propriedade como sendo módulo fiscal ou invés do rural, acabaria por diminuir a incidência de camponeses no raio de proteção da impenhorabilidade, aumentando concomitantemente, cidadãos sem-terra ou casa, além da pobreza no campo e nas cidades, em razão da ocorrência dos êxodos rurais e da falta de emprego no meio urbano.

As cidades não mais absorvem toda massa que abandona o campo e que o sistema de grandes propriedades rurais não gera empregos suficientes para absorver a mão-de-obra rural, (...) (TEODORO, 2005, p, 09)

Proteger o agricultor, sua família e propriedade gera inegavelmente uma sustentabilidade para este núcleo, bem como a população urbana e rural, haja vista que a manutenção nestes além de contribuir para uma igualdade social conduz a segurança

alimentar da nação.

Leff (2002, 27)em sua obra expõe que:

O discurso da sustentabilidade busca reconciliar os contrários da dialética do desenvolvimento: o meio ambiente e o crescimento econômico. Este mecanismo ideológico não significa apenas uma volta de parafuso a mais da racionalidade econômica, mas opera uma volta e um torcimento da razão; seu intuito não é internalizar as condições ecológicas da produção, mas proclamar o crescimento econômico como um processo sustentável, firmado nos mecanismos de livre mercado como meio eficaz de assegurar o equilíbrio ecológico e a igualdade social.

Em sendo assim, aplicar a legislação conceitualmente correta para as exigências do inciso XXVI do art.5, C.F., gera e irradia as benesses da sustentabilidade aos atores protegidos e toda a coletividade, urbana ou rural.

#### **4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O campesinato vem sofrendo várias transformações durante os séculos, sendo sua maior incidência nas últimas décadas, especificamente entre meados dos anos 50 e 60, com a aplicação e expansão verde no Brasil, ou seja, com a tecnificação no campo.

Na sequência entrou em vigor o Estatuto da Terra que tinha função de regular as relações no campo, bem como apresentar mecanismos de proteção do camponês, sua família e propriedade.

No ano de 1988, com a promulgação da Constituição Federal, o camponês de subsistência foi beneficiado com cláusula de impenhorabilidade de sua propriedade, contanto que demonstrasse possuir os requisitos descritos em lei.

Art. 5º, inciso XXVI - a pequena propriedade rural, assim definida em lei, desde que trabalhada pela família, não será objeto de penhora para pagamento de débitos decorrentes de sua atividade produtiva, dispondo a lei sobre os meios de financiar o seu desenvolvimento. (BRASIL, 1988)

Todavia, após a entrada em vigor da Constituição Federal, existia apenas o Estatuto da Terra que apresentava o conceito e requisitos de pequeno agricultor de subsistência, sendo um dos elementos possuir metragem de imóvel em módulo rural.

Em 1993, 2006 e 2012, foi sancionada as leis leis nº8.629/93, nº11.326/06 e nº12.651/2012, que previam em seu texto normativo o conceito e requisitos da pequena propriedade.

Todavia, diverso do Estatuto da Terra, as legislações acima possuem seus fundamentos na reforma agrária no aspecto da desapropriação para fins sociais, agricultura e empresa familiar e normas florestais fixadas em módulo fiscal, e não na proteção do agricultor, família e suas relações com a propriedade e vizinhos.

[...] do ponto de vista conceitual a agricultura familiar não seja definida a partir do tamanho do estabelecimento, cuja extensão máxima é determinada pelo que a família pode explorar com base em seu próprio trabalho associado à tecnologia. (INCRA / FAO, 2000, p, 11)

A existência de diversas leis com definições análogas de pequena propriedade e agricultura de subsistência vem levando o judiciário a aplicar de forma equivocada o instituto da impenhorabilidade, pois, ao realizar a subsunção da legislação infralegal, acaba por utilizar de lei não adequada a exigência do inciso XXVI, do art.5, C.F.

Diante dos estudo realizado, o Estatuto da Terra se mostrou dentre as legislações existe, como sendo a de maior simetria aos quesitos impostos pela Constituição Federal, não somente por ter seus fundamentos na proteção do pequeno proprietário com um todo, mas também pela utilização do módulo rural que analisa a Zona Típica, forma de exploração, tipo de exploração, mão-de-obra e remuneração (conforme decreto n° 55.891/65 e Instrução especial 5-a/65), quando o restante das legislações apontam o módulo fiscal que apresenta valor pré-definido, sem maiores parâmetros de utilização da propriedade.

Insta esclarecer que o tamanho do módulo fiscal e rural se mostra discrepante, sendo que em casos idênticos, mais em tribunais diversos ou não, a incidência da legislação com módulo rural ou fiscal poderá conduzir a expropriação da única propriedade de subsistência do camponês e sua família ou em sua proteção absoluta.

[...] a unidade camponesa é provida de mecanismos que podem promover o desenvolvimento sustentável, justamente por apresentarem uma racionalidade própria que difere da razão capitalista. O que diferencia a unidade camponesa da empresa capitalista é que a primeira acumula recursos de capital para garantir a reprodução da família, tendo este fator como a razão de existência; já a segunda supõe a centralidade no lucro como fundamento da racionalidade decisória de seus componentes. Diante disto, ao contrário dos empreendimentos que acumulam para maximizar lucro, a unidade camponesa acumula para tornar mais eficiente a reprodução familiar. (SANTOS, 2010, p. 132).

Portanto, expulsar a família camponesa de seu único imóvel por equívoco conceitual jurídico destes atores e da definição de pequena propriedade familiar, além de injusto se mostra contrário as premissas da sustentabilidade, pois, ao invés de resolver os problemas do meio rural, acabará por criar mais um problema social.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. Estudos Rurais. Editoria Hucitec/ Anpocs, Editoria da UNICAMP; São Paulo: Campinas,1992.

BAQUIÃO, Rubens César. **Signo, significação e discurso**. Disponível em: < [http://www.fflch.usp.br/dl/semiotica/es/eSSe72/2011esse72\\_rbaquiao.pdf](http://www.fflch.usp.br/dl/semiotica/es/eSSe72/2011esse72_rbaquiao.pdf)> Revista Estudos Semióticos, v.7, n. 2, 2011, p. 52-62. Acesso em 13/07/2017.

BRASIL. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988.

BRASIL. Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. **Dispõe sobre o Estatuto da Terra.**

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. **Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII**, da Constituição Federal.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. **Institui o Código Civil.**

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. **Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais.**

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.**

CHAYANOV, Alexander. **La organización de la unidad económica campesina**. Buenos Aires: Nueva Visión, 1985.

HESPANHOL, Rosângela Aparecida de Medeiros. **A produção familiar**: perspectivas de análise e inserção na microrregião geográfica de Presidente Prudente. Rio Claro, 2000. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós – Graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em <<http://ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. acesso em 03 Set. 2017.

KAUTSKI, Karl. **A questão agrária**. São Paulo: Proposta Editorial, 3ª edição, 1980.

KAUTSKY, Karl. **Socialização da Agricultura** – prólogo à primeira edição. In: SILVA, José Graziano da, STOLCKE, Verena. **A questão agrária**. (Weber, Engels, Lenin, Kautsky, Chayanov, Stalin). Editora Brasiliense, São Paulo, 1981.

LAMARCHE, Hugues (Coord.) **A Agricultura Familiar**: uma realidade multiforme. Campinas: Editora da Unicamp, 1993.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental**: sustentabilidade racionalidade, complexidade, poder. 2ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

LENIN, V. I. **O capitalismo na agricultura** (o livro de Kautsky e o artigo do senhor Bulgákov). In: SILVA, José Graziano da, STOLCKE, Verena. **A questão agrária**. (Weber, Engels, Lenin, Kautsky, Chayanov, Stalin). Editora Brasiliense, São Paulo, 1981.

MIGUELNETO, Sulaiman. **Questão Agrária**. Campinas- SP: Bookseller, 1997.

OLIVEIRA, Alberlene Ribeiro; PINTO, Josefa Eliane Santana de Siqueira. **As transformações no campo e o modo de vida camponês**: (des) territorialidade no município de Poço Verde/SE - DOI. Disponível em: < <https://www.revistas.ufg.br/ateliê/article/view/18775>> Revista Ateliê Geográfico, v.7, n. 1, 2013, p.?. Acesso em 10/07/2017.

PEIRCE, Charles S. **Semiótica**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1990.

PLOEG, J. D. V. D. **Camponeses e Impérios Alimentares Lutas por Autonomia e Sustentabilidade na Era da Globalização**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2008.

PLOEG, J. D. V. D. **O modo de produção camponês revisitado**. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL2012074924>>. 2006. Acesso em 10/07/2017.

PRIORI, A., et al. **História do Paraná: séculos XIX e XX** [online]. Maringá: Eduem, 2012. A modernização do campo e o êxodo rural. pp. 115-127. ISBN 978-85-7628-587-8. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>. Acesso em 10/07/2017.

RIBEIRO, Darcy. **O povo brasileiro: a formação e o sentido do Brasil**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

RIBEIRO, EMÍLIO SOARES. **Um estudo sobre o símbolo, com base na semiótica de Peirce**. Disponível em: <<http://revistas.usp.br/esse/article/view/49258/53340>> Revista Estudos Semióticos, v.6, n. 1, 2010, p. 46-53 Acesso em 13/07/2017.

SANTOS, Edilene de Jesus. **Economia camponesa e políticas de desenvolvimento: o programa nacional de fortalecimento de agricultura familiar (PRONAF) no Estado da Bahia**. Belém, 2011

SIMONETTI, Mirian Claudia L. (1999). **A longa caminhada: (re)construção do território camponês em Promissão**. São Paulo, Depto. de Geografia da USP. (tese de doutorado).

TEODORO, Paulo Alberto Vilas Boas; NAZZARI, Rosana Katia; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor e outros. **Agricultura familiar: uma alternativa para o desenvolvimento sustentável**. 2º seminário nacional estado políticas sociais no Brasil, UNIOESTE-Campos de Cascavel, out. 2005.

VIA CAMPESINA. **Agricultura Familiar ou Agricultura Camponesa?** Material para debate. Apresentação Oral no Curso de Residência Agrária UFSM. Janeiro de 2009. VINHAS, V. Polany e a Nova sociologia Econômica: Uma Aplicação Contemporânea do Conceito de Enraizamento Social. Disponível em: <<http://www.uff.br/revistaeconomica/v3n2/4-valeriavinha.pdf>> Revista Econômica, v.3, n. 2, 2001. Acesso em 13/07/2017.

ZIBETTI, Darcy Walmor. **TEORIA TRIDIMENSIONAL DA FUNÇÃO DA TERRA NO ESPAÇO RURAL: Econômica, Social e Ecológica**. Curitiba: Juruá. 2010.

WANDERLEY, Maria de Nazareth Baudel. **Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade**. In: Estudos Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, 21, Outubro, 2003, p.42-61. Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/esa/art/200310-042-061.pdf>>. Acesso em 13/07/2017.

## A COMUNICAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E A RELAÇÃO COM AS COMUNIDADES ATINGIDAS

**Cristiane Holanda Moraes Paschoin**

São Bernardo do Campo – SP

<http://lattes.cnpq.br/7517532603100152>

**RESUMO:** A comunicação socioambiental trata-se de medida mitigadora de impactos socioambientais, que prevê ações diversas no sentido de informar e comunicar a população sobre os impactos de um projeto. Esta orientação está vinculada diretamente ao processo de licenciamento ambiental, instituída para garantir a qualidade socioambiental de um empreendimento, e parte do Princípio da Informação, que está diretamente ligada ao Direito Ambiental. Este Princípio, preconiza que todo cidadão tem o direito a ter informação sobre ações e danos que possam causar prejuízos a ele, a sociedade e ao meio ambiente. Portanto, o grande destinatário das informações, no caso da implementação de um empreendimento considerado poluidor, são os chamados *stakeholders* (partes interessadas), e mais diretamente às comunidades atingidas. Qualquer empreendimento, gera impactos no meio ambiente e na vida das pessoas, e a comunicação socioambiental, torna-se imprescindível para a construção de um relacionamento sólido entre os empreendedores e seus públicos de interesse. Comunicar vai muito além do que informar, faz-se necessário priorizar espaços de diálogo e interação, com as comunidades e os

demais públicos. Este artigo pretende analisar a importância da comunicação socioambiental na promoção de um relacionamento interativo, holístico e participativo com as comunidades atingidas. Como metodologia adotada, foram realizadas análises documentais com aplicação de questionários com perguntas semi-estruturadas, tendo como objetivo conhecer a opinião das lideranças representativas das comunidades do Rodoanel Trecho Leste. No que se refere aos resultados consolidados da pesquisa, foi possível apresentar dados demonstrando que a informação é fundamental para o bom andamento do projeto, assim como prevê o cumprimento das exigências socioambientais, além do gerenciamento de riscos. Informar sobre os impactos, as ações de mitigação e outros benefícios que o projeto possa trazer, além de serem requisitos dos Programas de Comunicação Social previstos nos Planos Básicos Ambientais, quando bem desenvolvidos, agregam valor ao empreendimento e promovem o bom relacionamento com as comunidades atingidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comunicação; Socioambiental; Comunidades.

### SOCIAL AND ENVIRONMENTAL COMMUNICATION AND THE RELATIONSHIP WITH THE AFFECTED COMMUNITIES

**ABSTRACT:** The environmental communication it is mitigation measure social and environmental impacts, which provides several actions to inform and communicate the public about the

impacts of a project. This orientation is directly linked to the environmental licensing process, established to ensure the environmental quality of a project, and part of the Information Principle, which is directly linked to environmental law. This principle, provides that every citizen has the right to have information about actions and damages that may cause damage to it, society and the environment. Therefore, the great recipient of the information in the case of implementation of a project considered polluter, are called stakeholders (interested parties), and more directly to the affected communities. Any enterprise, generates impacts on the environment and on people's lives, and environmental communication, it is essential to build a solid relationship between entrepreneurs and their stakeholders. Report goes far beyond that report, it is necessary to prioritize dialogue and interaction with communities and other stakeholders. This article aims to analyze the importance of environmental communication in promoting an interactive, holistic and participative relationship with the affected communities. As methodology, it was carried out with documentary analysis of questionnaires with semi-structured questions, aiming to know the opinion of the representative leaders of Ring Road East Section of communities. With regard to the consolidated results of the survey, it was possible to present data demonstrating that the information is critical to the smooth progress of the project as well as provide for compliance with environmental requirements, in addition to risk management. Report impacts, mitigation and other benefits the project can bring, in addition to being requirements of social communication programs provided for in the Plans Basic Environmental, when well developed, add value to the enterprise and promote good relationship with the affected communities .

**KEYWORDS:** Communication; Socio-Environmental; Communities.

## INTRODUÇÃO

O Brasil, nos últimos anos, atravessou uma fase de grande desenvolvimento industrial e conseqüente crescimento econômico, com a implementação de projetos de infraestrutura e logística para melhorar o atendimento das demandas comerciais.

Distribuídas por todo o país, a maior parte destas obras está concentrada nas regiões sul e sudeste, em áreas densamente povoadas que precisam conviver com a realidade dos projetos de grande porte em seu dia a dia.

Desafiada por esse crescimento, e com a perspectiva de exercer o controle prévio do uso dos recursos naturais, a legislação ambiental no Brasil especializou-se em organizar o licenciamento ambiental de empreendimentos com potencial poluidor.

O crescimento econômico no Brasil trouxe muitos benefícios, mas em contrapartida gerou impactos significativos no meio ambiente e na sociedade. Somente após a criação e a aplicação da legislação ambiental, esses impactos puderam ser avaliados e mitigados, buscando compensar os públicos atingidos. De acordo com os autores a seguir:

Foi uma resposta às pressões crescentes da sociedade organizada para que os aspectos ambientais passassem a ser considerados na tomada de decisão sobre a implantação de projetos capazes de causar significativa degradação ambiental (DIAS; SÀNCHEZ, 2001, p.165).

Por essas características, empreendimentos rodoviários são projetos licenciados pelos órgãos ambientais por causarem grandes impactos, tais como: alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas; aumento da carga de sedimentos e assoreamento de corpos d'água; poluição do solo e da água com substâncias químicas; alteração na biodiversidade da fauna e flora na faixa de domínio e áreas limítrofes; desmatamento; efeitos do ruído sobre a população humana e fauna; adensamento da ocupação humana nas margens das rodovias e áreas de influência. Nas palavras dos autores a seguir:

As obras rodoviárias constituem uma categoria de empreendimento comumente de grande porte que modifica intensamente o desenvolvimento e ordenamento territorial regional, causando significativos impactos ambientais, positivos ou negativos, que podem afetar diretamente ou indiretamente a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as

condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais. (CUNHA & GUERRA, 2001).

É nesta perspectiva que são construídos os componentes de um Plano de Gestão Ambiental ou Plano Básico Ambiental, é para planejar ações mitigadoras e compensatórias e estabelecer medidas que reduzam a magnitude do impacto. Em geral, os Planos Básicos Ambientais preveem a realização de Programas de Comunicação Social (PCS), como medida de mitigação de impacto durante a execução de grandes obras. Diante dos fatos, e para compreender as questões de comunicação socioambiental e relacionamento com as comunidades afetadas, foi feita esta pesquisa para conhecer e verificar como foram construídos estes processos no projeto Rodoanel Mário Covas Trecho Leste, a fim de refletir sobre a eficácia e efetividade junto às comunidades.

## **METODOLOGIA**

Para compreender estes processos comunicacionais, foi feita pesquisa bibliográfica (livros e artigos) e documental (estudo de impacto ambiental, relatório de atendimento às condicionantes de comunicação social, e plano básico ambiental), além de pesquisas de campo, realizadas por meio de entrevistas com lideranças representativas dos municípios de Ribeirão Pires, Suzano, Poá e Itaquaquetuba. No município de Mauá, não foi identificada liderança representativa, conforme menciona o relatório da empresa *Communitá*, que forneceu subsídios ao Estudo de Impacto Ambiental, e serviu de base para este estudo. Dados do município de Arujá, não constaram neste mesmo relatório, por isso, não foi possível estudar.

Optou-se por um modelo de entrevista semiestruturada, justamente por permitir a liberdade de expressão dos sujeitos da pesquisa, sem que houvesse interferência em suas respostas, além de controlar a influência do pesquisador e permitir ao pesquisado a

expressão de suas ideias de forma livre durante a investigação.

As entrevistas aconteceram no período de 13 de abril a 6 de junho de 2016. Das 20 lideranças mapeadas, foram respondidos 13 questionários, e especificamente no caso da Sociedade Amigos de Bairro – Planalto Bela Vista e Associação de Moradores da Vila Belmiro de Ribeirão Pires, em que a liderança era a mesma pessoa.

## **DESENVOLVIMENTO (OU RESULTADOS E DISCUSSÃO)**

Do latim *communicare*, comunicação significa tornar comum, compartilhar, trocar opiniões, associar e conferenciar. A comunicação provoca significados, sendo interpretada e mediada por signos e símbolos; é a forma como recebemos o que foi compartilhado e compartilhamos, ou não, a informação.

Comunicação pressupõe intenção de algo e, principalmente quando esta se processa nas organizações, como é o caso de uma comunicação socioambiental, ligada ao licenciamento ambiental de um empreendimento.

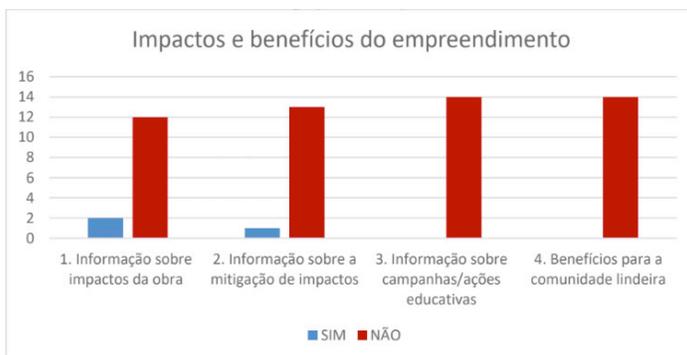
Neste sentido, o programa de Comunicação Social do Rodoanel Trecho Leste, diante do que foi proposto em seu Plano Básico Ambiental, por meio dos relatórios apresentados à Cetesb e diante das pesquisas de campo, demonstra insucesso em suas ações. A maioria das lideranças entrevistadas, quase unanimidade, fizeram duras críticas à comunicação socioambiental do empreendimento, relatando que não houve comunicação do empreendimento com as partes interessadas do projeto.

Diante disso, foi possível observar que o “não” foi significativo em quase todas as respostas à pesquisa. Seja a “não” informação sobre o início da obra, a “não” informação sobre as suas fases de construção e a “não” informação sobre os impactos e benefícios da obra, e outros não. Conforme será apresentado nos gráficos 01, 02 e 03, separados apenas por categorias.

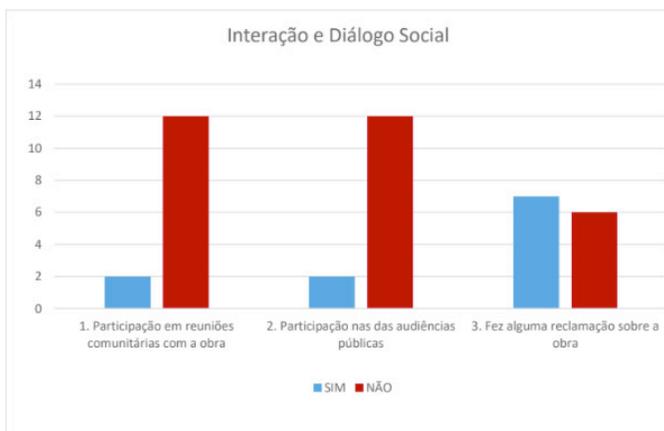
A seguir apresenta-se a tabulação dos dados da pesquisa e seus resultados gerais com um olhar global sobre as dinâmicas apresentadas.



**Gráfico 01 – Comunicação**  
 Fonte: Elaborado pela autora



**Gráfico 02 – Divulgação de impactos e benefícios**  
 Fonte: Elaborado pela autora



**Gráfico 03 – Interação e diálogo social**  
 Fonte: Elaborado pela autora

As ações existentes de comunicação e relacionamento com as comunidades, em geral, foram insuficientes para as populações afetadas pelo Rodoanel Trecho Leste. Não houve preocupação com a imagem e reputação do empreendedor, assim como não houve preocupação em gerenciar os riscos das comunidades. A imagem e reputação negativa do empreendimento e das empresas que executaram os trabalhos permanece a mesma até os dias de hoje.

De acordo com Bueno (2012, p. 24):

Será sempre importante questionar o papel (condenável sob o ponto de vista ético) que a comunicação corporativa destas organizações exerceu (com a cumplicidade de profissionais, agências de comunicação e de propaganda e da própria mídia) no sentido de mascarar a realidade, de que resultou, nestes casos, prejuízos para o cidadão.

Pode-se entender que até a elaboração dos estudos ambientais, em que os profissionais de comunicação, nem sempre são envolvidos, estes não podem se comprometer com a elaboração dos programas de comunicação social, que são os norteadores das ações na prática. Porém, durante a execução do PCS, estes profissionais são os responsáveis diretos por elaborar e desenvolver as ações de comunicação. Em razão disso, devem fazer com que esse processo se constitua da forma mais transparente e comunicativa possível.

Desse ponto de vista, é preciso cultivar um relacionamento mais longo e duradouro que uma organização já possui ou ainda estabelecer outros iguais com seus públicos de interesse. Bueno (2012, p. 25) reforça dizendo que “posso modificar mais facilmente a imagem de uma organização (de negativa para positiva, ou vice-versa) do que sua reputação”. Os canais de comunicação utilizados pelo empreendimento Rodoanel Trecho Leste não foram capazes de gerar compartilhamento de informações, assim como não promoveram nenhuma interação com os públicos de interesse, e mais, afastaram esses públicos e geraram incomunicação.

## CONCLUSÃO

A informação é fundamental para o bom andamento do projeto, bem como do gerenciamento dos riscos socioambientais. Informar sobre os impactos, ações de mitigação e outros benefícios que o projeto possa trazer, quando bem desenvolvidos, agregam valor ao empreendimento.

A comunicação socioambiental é fundamental para o relacionamento com os públicos de interesse, não deve apenas se utilizar de ferramentas meramente informativas, e sim promover interação e diálogo social.

## REFERÊNCIAS

BUENO, W. **Comunicação Empresarial: tendências e perspectivas**. São Paulo: All Print Editora, 2012.

CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416p.

DERSA. Desenvolvimento Rodoviário SA. **Rodoanel – legados do Trecho Sul**. São Paulo. Bbox Design, 2010.

**DICIONÁRIO AURÉLIO DE LÍNGUA PORTUGUESA**. Versão on line. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com>. Acesso em: 24 de abr. 2016.

GEOTEC. **Plano Básico Ambiental**. 2011.

SANCHES, L. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.

SPMAR. Concessionária. **1º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Out. 2011.

\_\_\_\_\_. **3º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Fev. à Abr. 2012.

\_\_\_\_\_. **4º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Mai à Jul. 2012.

\_\_\_\_\_. **7º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Fev. à Abr. 2013.

\_\_\_\_\_. **8º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Mai. à Jul. 2013.

\_\_\_\_\_. **9º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Ago. à Set. 2013.

\_\_\_\_\_. **10º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Nov. e Dez 2013 e Jan 2014.

\_\_\_\_\_. **11º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Fev. à Abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **12º Relatório do Programa de Comunicação Social**. Mai. à Jul. 2014.

\_\_\_\_\_. **13º Relatório Final do Programa de Comunicação Social**. Ago. à Out. 2014.

# CAPÍTULO 6

## LINEAMENTOS PARA UMA REORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS AUDIÊNCIAS PÚBLICAS AMBIENTAIS A PARTIR DE APORTES DO PENSAMENTO COMPLEXO

*Data de submissão: 16/09/2020*

**Augusto Henrique Lio Horta**

Multiversidad Mundo Real Edgar Morin  
(México) – Fundação Estadual do Meio  
Ambiente – FEAM/MG  
<http://lattes.cnpq.br/6932990106001174>

**RESUMO:** Após mais de trinta anos de aplicação no Brasil, o licenciamento ambiental tem sido objeto de críticas de diversos campos de conhecimento. Por sua vez, a audiência pública, incorporada ao licenciamento ambiental como o principal meio de validação social, é reputada como ineficiente na internalização de percepções sociais. Nesse sentido, aportar novas abordagens analíticas para ampliar a compreensão das críticas direcionadas a ambos os processos e propor mudanças estruturais é contribuição esperada no momento em que o licenciamento ambiental está em vias de mudanças legislativas. A partir de uma reflexão mais ampla sobre o paradigma da simplificação que organiza a teorização no direito ambiental, promove-se uma descrição do licenciamento ambiental e do padrão atual das audiências públicas conforme os aportes do Pensamento Complexo desenvolvido por Edgar Morin. A análise, partindo da proposição de que a audiência pública se converteu em um sistema comunicacional pseudodiálogo, explora o potencial de incorporação de processos dialogais, tais como a mediação, à audiência

pública e ao licenciamento ambiental, dado o esperado incremento de complexidade requerida para uma regulação ambiental eficiente que tal alteração estrutural pode provocar.

**PALAVRAS-CHAVE:** pensamento complexo, audiência pública ambiental, diálogo socioambiental, conflito socioambiental

### REMARKS FOR A STRUCTURAL REORGANIZATION OF ENVIRONMENTAL PUBLIC HEARINGS BASED ON THE CONTRIBUTIONS OF COMPLEX THINKING

**ABSTRACT:** After more than thirty years of application in Brazil, environmental licensing has been criticized by several fields of knowledge. In turn, environmental public hearing, incorporated within the environmental licensing process as the main way of promoting social validation, is considered to be inefficient in internalizing social perceptions. In this sense, providing new analytical approaches to broaden the understanding of the criticisms addressed to both processes and proposing structural changes is an expected contribution, especially when environmental licensing is in the focus of legislative changes. Out of a broader reflection on the simplification paradigm that organizes theoretic operations in environmental law, a description of environmental licensing and the current standard of public hearings is promoted according to the contributions of Complex Thinking developed by Edgar Morin. The analysis, based on the proposition that the public hearing has become a pseudo dialogic communication system, explores the potential for incorporating

dialogical processes, such as mediation, within public hearing and environmental licensing processes, given the expected increase in complexity required for an efficient environmental regulation.

**KEYWORDS:** complex thinking; environmental public hearing, socioenvironmental dialogue, socioenvironmental conflict.

## 1 | INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental costuma ser objeto de estudos sob duas perspectivas: a) a técnica, com foco em aspectos relacionados à avaliação de impactos trazidos ao debate da comunidade científica e b) a jurídica, como foco na interpretação adequada das normas que estruturam permissões, obrigações e proibições relacionadas àquele procedimento. Ambas representam análises cujo aprofundamento por parte de pesquisadores é imprescindível diante do desejo de aumentar a eficiência dos agentes reguladores integrantes do SISNAMA.

Contudo, esse estudo pretendeu adicionar uma nova perspectiva de análise ao considerar o licenciamento ambiental e a audiência pública como sistemas sociais formados por interações comunicacionais. A vantagem dessa abordagem está no fato de que ela permite refletir sobre potencialidades e limites da validação social do licenciamento ambiental e, em especial, apontar como se podem desenhar novos mecanismos que garantam que a regulação ambiental seja realizada a partir de ampla participação.

De modo específico, a intenção do estudo foi a de descrever a estrutura da audiência pública como um processo de (falta de) comunicação entre atores sociais, em especial as agências reguladoras, os agentes econômicos e a sociedade civil organizada. Outro objetivo importante foi a exploração da utilização de mecanismos dialogais capazes de auxiliar a que as audiências públicas, enquanto espaços conflituos e dialogais, possam cumprir de modo mais eficiente sua função de internalizar percepções sociais no curso do licenciamento ambiental.

A partir dessa mudança de perspectiva teórica, procurou-se trazer possibilidades de alteração na estruturação normativa do licenciamento ambiental e das audiências públicas, promovendo, com efeito, uma realimentação das normas de direito ambiental aplicáveis, de modo a revitalizar institutos que já podem ser considerados como obsoletos, em face da realidade socioambiental hipercomplexa contemporânea.

Quanto ao referencial teórico, a análise foi desenvolvida integralmente como uma aplicação ao direito ambiental do paradigma do Pensamento Complexo, formulado pelo filósofo, educador e sociólogo francês, Edgar Morin, delineado em seus aspectos principiológicos na primeira parte desta reflexão, dada a grande importância que uma viragem epistemológica tem a cumprir no debate e na produção científica no entorno dos conflitos socioambientais e da efetividade das normas de direito ambiental. Secundariamente, foram utilizados aportes da Teoria dos Sistemas Sociais desenvolvida pelo sociólogo alemão

Niklas Luhmann, em especial no que se refere ao seu modelo de comunicação (PIGNULLI-OCAMPO, 2014), mas é importante advertir que buscou-se ressignificar as contribuições luhmannianas recolocando-as sob uma perspectiva moriniana complexa e humanizante.

## **21 O PENSAMENTO COMPLEXO E SEU POTENCIAL DE REORGANIZAÇÃO EPISTÊMICA DO DIREITO AMBIENTAL**

Como é sobejamente reconhecido pela epistemologia jurídica, a Teoria Pura do Direito (TPD) desenvolvida por Hans Kelsen na primeira metade do Século XX transformou-se no paradigma científico hegemônico e representou um verdadeiro momento revolucionário, a partir do qual um grande número de pesquisadores aderiu aos pressupostos, delimitações, práticas e prescrições por ela estabelecidas. A partir do quase incalculável impacto e prestígio da TPD, o Direito se consolida como um campo científico maduro, ou seja, organizado a partir de uma teoria do conhecimento que permitiu, paradoxalmente, que outros modelos o desafiassem, permitindo, assim, que a dinâmica científica observada em outros campos do conhecimento pudesse ser apropriada pelos juristas.

Uma caracterização geral das contribuições trazidas por Kelsen faz-se, importante, pois o Direito Ambiental não escapou da influência positivista kelseniana, em que pese ser um ramo, por assim dizer, “tardio” da ciência do Direito, se comparado ao Direito Civil, Penal ou mesmo Constitucional.

A nomenclatura escolhida por Kelsen para denominar o projeto de construção de seu sistema epistemológico e conceitual é reveladora: Teoria Pura do Direito. Essa formação sintática deixa claro que o adjetivo “pura” se refere ao substantivo “teoria”, ou seja, o que deve ser puro é a abordagem epistêmica do jurista e não a própria norma que Kelsen sabia muito bem ser impura, no sentido de ser resultado de escolhas políticas sujeitas às mais variáveis influências, como por exemplo as de ordem sociológica, ideológica, econômica, moral e até mesmo psicológicas. Daí a necessidade de excluir todos e cada um desses elementos estranhos à estrita dimensão normativa, especialmente os julgamentos morais. É Kelsen quem declara, sem meias palavras, nas primeiras linhas de sua obra central que a Teoria Pura do Direito:

quiere mantenerse como teoría, y limitarse a conocer única y exclusivamente su objeto. Procura determinar qué es y cómo se forma el derecho, sin preguntarse cómo debería ser o cómo debería formarse. Es una ciencia del derecho y no una política jurídica. Al calificarse como teoría “pura” indica que entiende constituir una ciencia que tenga por único objeto al derecho e ignore todo lo que no responda estrictamente a su definición. (KELSEN, 2009, p. 19)

Esse drástico corte epistêmico que fez competir ao jurista o discurso sobre a norma positivada pelo Estado, permitiu que o Direito constituísse seu objeto autônomo, diante do qual o jurista se entenderá como sujeito do conhecimento. Em outras palavras, entender a norma positivada passou a ser o alvo exclusivo da atividade do jurista. Nesse quadro,

caberia ao pesquisador jurídico, fundamentalmente, avaliar a dimensão da validade da norma jurídica com base em aspectos formais, ou seja, no que diz respeito à relação estrutural com outras normas, sendo totalmente excluído qualquer julgamento sobre os impactos sociais e mesmo a efetividade. É muito importante observar que, ao lado desse corte epistêmico, Kelsen, sob o pressuposto do relativismo moral, enfatizou a necessidade de outro corte: o axiológico. Em síntese, ao jurista não caberia fazer nenhum julgamento sobre a justiça ou injustiça da norma instituída.

Não cabe nos limites dessa reflexão aprofundar sobre os motivos que conduziram à superação da TPD como paradigma hegemônico da ciência do Direito, mas é relevante frisar que, desde uma perspectiva complexa, o reducionismo e simplificação por ela prescritos findaram por impedir que esse paradigma fosse convocado para colmatar a lacuna entre as análises do jurista e a sua consciência dos (indesejáveis) efeitos de ordenamentos jurídicos totalitários, tais como os experimentados na Europa (e na União Soviética) na primeira metade do Século XX, o que foi origem de um profundo mal-estar na comunidade jurídica no período. Em resumo, pode-se dizer que o reducionismo (lei = norma positivada emanada pelo estado) paradoxalmente cobrou o alto preço de criar, ao mesmo tempo, tanto as condições para a estruturação científica do direito quanto aquelas para sua superação paradigmática.<sup>1</sup>

Nesse contexto, a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, a pesquisa jurídica busca encontrar novas referências capazes de reconectar as dimensões fáticas e valorativas à dimensão normativa e é nessa ambiência epistêmica que o Direito Ambiental surge, dado que as normas de proteção ambiental começaram ingressar nos ordenamentos jurídicos a partir dos anos 70 do século passado.

A pesquisa em Direito Ambiental tem nos ensinado que não ter uma visão suficientemente complexa capaz de observar diferentes aspectos da norma e sua aplicação concreta em um determinado meio social empobrece a reflexão a ponto de torná-la incoerente, senão inútil. Assim, a consciência das inter-relações não apenas entre ramos especializados do Direito, mas também entre o conhecimento jurídico e o produzido pela ciência política, economia, filosofia, sociologia e até mesmo a biologia tornou-se uma obrigação inescapável.

Com efeito, o desafio que se impôs ao Direito Ambiental, dado o seu caráter nitidamente transdisciplinar, foi ajudar a promover uma reorganização paradigmática na própria ciência do Direito. Parafraseando o famoso epistemólogo norte-americano Thomas

---

<sup>1</sup> Aproveito esta oportunidade para esclarecer que não me mantenho refém da "lenda negra" que cerca o TPD. Segundo Andrés Botero Bernal, apoiado por Juan Antonio García Amado, tal lenda consistiria em quatro falsidades sobre a TPD, assim identificadas: 1) que é uma extensão do positivismo oitocentista, razão pela qual afirma que o juiz subsume, aplica mecanicamente a regra; 2) que confunde o direito com a moralidade, por isso convida à obediência ao direito válido porque é bom, questão que indicava o positivismo ideológico já discutido; 3) que a pureza metodológica implica a defesa do direito injusto; 4) que é uma teoria típica do autoritarismo estatista, razão pela qual se prestou facilmente aos desígnios nazistas (e, acrescentamos, aos estalinistas). (Bernal, 2015, p. 126). Estou perfeitamente ciente da sofisticação do TPD e da convicção democrática, tolerante, plural e parlamentar de Kelsen.

Kuhn, pode-se dizer que o Direito Ambiental auxiliou na promoção de uma verdadeira revolução científica.

Em síntese, a partir da obra “*A estrutura das revoluções científicas*” proporá que um paradigma seria um referencial teórico que fornece os modelos a partir dos quais tradições coerentes de práticas de investigação científica são construídas. (KUHN, 1971)

De modo mais amplo, Edgar Morin dirá que um paradigma:

“contém, para todos os discursos realizados sob a sua influência, os conceitos fundamentais ou as categorias-chave de inteligibilidade, ao mesmo tempo que o tipo de relações lógicas de atração/repulsão (conjunção, disjunção, implicação e outras) entre os conceitos e categoria.” (MORIN, 2012, p.335)

Dessa forma, o pesquisador vai pensar, agir e, por fim, conhecer, de acordo com o paradigma que lhe tenha sido culturalmente inscrito. Por isso, pode-se dizer que a ciência trabalha a partir de uma norma ou padrão cujo descumprimento implicará em uma espécie de sanção acadêmica. O pesquisador que ousar pensar diferente começará a ser ridicularizado pelos colegas e, se insistir em usar outras categorias de inteligibilidade, verá seus artigos rejeitados ao ponto de ser banido da comunidade científica. Ele se tornará um “marginal” no sentido de que terá cruzado os limites rígidos de pensamento aceitos como válidos por uma comunidade e cultura.

Em geral, a ciência clássica e a moderna foram fundadas sob o paradigma da simplificação, prescrevendo procedimentos de redução, exclusão e disjunção. Como referenciado anteriormente, o positivismo jurídico, e especialmente a TPD, evidenciam o alinhamento da epistemologia jurídica tradicional com este superparadigma da ciência ocidental: a norma é tomada como a unidade de análise do Direito; a previsibilidade na descrição das condições de validade é tomada como intenção basilar; o Direito é reduzido a regulações estatais (monismo); a moralidade, dada a sua relatividade, é excluída da reflexão científica, etc.

No entanto, a pergunta que se pode fazer a partir das pesquisas na área do direito ambiental é: como pensar o fenômeno da normatividade de forma simples e reducionista diante de algo que é essencialmente complexo, como o meio ambiente?

Ora, dado que o objeto de proteção jurídica ambiental é um fenômeno que surge da interação entre elementos bióticos, abióticos (segundo o conceito tradicional de ecossistema) e sociais (em um conceito mais amplo), as práticas de pesquisa em direito ambiental conduzem, quase de modo natural, à busca de uma epistemologia capaz de gerar um tipo de conhecimento que aproxime a análise das normas de proteção ambiental da complexidade do próprio objeto de tutela.

Tomando, desde já de empréstimo a Lei da Variabilidade Requerida que será tratada no tópico seguinte desta reflexão, é possível perceber que, para cumprir o propósito de refletir devidamente sobre as normas jurídicas que medeiam a relação da sociedade com o seu meio biofísico, a investigação em direito ambiental deve ser capaz de produzir



Sistemas Sociais (TSS) desenvolvida por Niklas LUHMANN (1998 e 2007), que propõe a comunicação e, não os agentes sociais, como a unidade a partir da qual se constitui a sociedade. A descrição do processo de comunicação, por sua vez na teoria luhmanianna, envolve uma tripla seleção por parte dos agentes comunicantes, quanto à informação, à emissão e à compreensão (PIGNOULI-OCAMPO, 2014). Nesse modelo, não se transmite um sentido, mas ele é constantemente selecionado e resselecionado pelos comunicantes que interagem com base naquilo que a TSS denomina "dupla contingência", ou seja, a cada um dos agentes está disponível a possibilidade de aceitar ou rejeitar um sentido selecionado a partir da ação/reação do outro agente.

No caso de um conflito socioambiental, por exemplo, cada um dos comunicantes pode afirmá-lo ou rejeitá-lo ou, em outras palavras, dizer sim ou não àquilo que entende como proposição do outro comunicante. É de se destacar que para que o processo de comunicação se desenvolva, esse modelo pressupõe que cada um dos comunicantes decida o conteúdo/forma de sua comunicação com base na retroalimentação (feedback) gerada a partir da observação da ação do outro agente.

A sociedade é descrita, assim, um sistema de observação. Uma vez que todas essas seleções e retroalimentações se estabeleçam, ter-se-á comunicação gerando (mais) comunicação numa "teia", tão bem materializada pelas redes sociais contemporâneas.

Segundo a TSS, todo sistema social se constituiu para a tomada de decisão e, para tanto, ativa ou desativa formas de conexão entre os agentes e suas comunicações, capazes de reduzir a complexidade do entorno que sempre será maior que a do interior do sistema. O sistema jurídico, por exemplo, decide os conflitos que lhe são trazidos com base num código binário que diferencia o lícito do ilícito a partir da prescrições comunicadas pela legislação e pelos tribunais, cuja forma de relacionamento são as estruturas (ou formas de conexão) nas quais os agentes desse sistema operam.

Nesse enquadre, pode-se afirmar que o propósito do licenciamento ambiental nos termos propostos pela TSS é o de decidir sobre o grau de internalização dos custos de externalidades negativas a ser legalmente exigível de atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (art. 1º, I, da Lei Complementar 140/2011).

Tal processo decisório é o cerne do que se denomina regulação ambiental, metaforicamente ilustrável por uma "régua" (daí regulação) que mede as diferenças entre as externalidades geradas pelos agentes econômicos e distribui a carga de internalização conforme as diferenças percebidas. É nesse sentido de distribuição proporcional da carga de internalização que o licenciamento ambiental pode ser caracterizado como um mecanismo promotor de justiça distributiva. Um ponto, entretanto, precisa ser esclarecido. O próprio grau de redução da complexidade e da internalização de externalidades não são dados objetivos do mundo, mas sim escolhas (decisões) dos agentes comunicantes como resultado de sua interação. Um sistema social reduz a complexidade até o ponto em que

lhe seja útil para tomada de decisão. Ele constrói mapas com complexidade reduzida e, por definição, mapas não reproduzem a realidade em escala 1:1.

Dado que o licenciamento ambiental está legalmente a cargo de agentes reguladores integrantes do Poder Público, dois fenômenos complementares se desenvolvem. Por um lado, tais agentes tomam suas decisões em clausura operacional, ou seja, a partir de suas próprias estruturas que são mantidas ou alteradas a partir de si mesmas, conforme o conceito de “autopoiese” transportado dos aportes de Francisco Varela e Humberto Maturana (2001, p. 52-60) à sociologia por Luhmann (1998 e 2007). Por outro, o código que estrutura as decisões regulatórias é formado pela diferença poder/não-poder (poder para gerar mais poder, nunca menos), dado que os agentes reguladores operam no sistema político<sup>3</sup>. Da mesma forma, no que se refere aos agentes regulados que se orientam segundo o código lucro-prejuízo.

Ora, se o grau de redução de complexidade e, conseqüentemente, de internalização de externalidades negativas é resultado de uma decisão e se as decisões do agente regulador e do regulado são autopoieticas, tem-se o risco de que se dê uma redução de complexidade apenas até o ponto em que o agente regulador não perca demasiado poder e o agente regulado não perca demasiado dinheiro<sup>4</sup>.

Quanto à audiência pública, ela pode ser caracterizada como um mecanismo desenhado para absorver esse risco por meio da amplificação da complexidade que ingressa no licenciamento ambiental, ao possibilitar que outros comunicantes com lógicas, códigos, estruturas e produções de sentido diversos do agente regulador e do regulado comuniquem suas narrativas.

Nessa perspectiva, pode-se afirmar que o objetivo da audiência pública é o de levar a conhecimento de interessados informações sobre um dado projeto e, em sentido contrário, conhecer percepções de agentes sociais, sejam provenientes de outros agentes econômicos, agentes do sistema moral, como por exemplo as organizações não governamentais que cumprem um papel de defender e promover certos valores ou, ainda, do que se pode denominar de agentes locais (cujo código seria a diferença entre território/não-território, entendido “território” de modo mais amplo do que apenas os elementos físicos, envolvendo também os modos tradicionais de sua ocupação).

Com base na descrição proporcionada pela TSS, pode-se avaliar que, do ponto de vista de sua estrutura comunicacional, a audiência pública tal como praticada no Brasil pode ser comparada a um “diálogo entre estrangeiros” que não dominam um código linguístico comum. Essa é a afirmação central desta reflexão.

Nesse pseudodiálogo os agentes interessados expõem os respectivos pontos de vista para si mesmos e não dialogam ou debatem com vistas à tomada de decisão conjunta informada. Tal estrutura comunicacional diminui a possibilidade de alteração

<sup>3</sup> Luhmann menciona a oposição superiores/inferiores ou ainda governo e oposição (CORSI, 1996 p. 128)

<sup>4</sup> Para uma análise dessa situação conforme a Teoria dos Jogos, veja-se (HORTA, 2014)

das decisões uns dos outros, já que no espaço da audiência pública não são tomadas decisões de regulação, o que é realizado pelo órgão regulador em fase posterior no curso do licenciamento ambiental.

Como apontado anteriormente, o diálogo que conduzirá à concessão da licença (ato de regulação) será travado entre o agente regulador e o regulado, em separado, o que implica redução da complexidade aos códigos do sistema político e econômico. Ao fim e ao cabo, a decisão será monológica, atribuída ao agente regulador.

É preciso fazer uma observação, no entanto. O modelo proposto representa, ele mesmo, uma redução de complexidade já que agentes de outros sistemas sociais intervêm no licenciamento, como, por exemplo, o Ministério Público e grupos de pressão cujas comunicações findam por amplificar novamente a complexidade percebida. Por outro lado, os técnicos dos órgãos reguladores também são responsáveis em muitos casos pelo ingresso de novas perspectivas, mas tanto num caso como noutro, não são os agentes sociais diretamente interessados os que comunicam suas perspectivas que ficam sujeitas às seleções de outros agentes que funcionam como “porta-vozes”.

Os efeitos de tal estrutura comunicacional são observáveis na prática do licenciamento ambiental na forma de desconsideração de certos elementos socioambientais, como dá exemplo o caso do “desaparecimento” de uma floresta<sup>5</sup> ou da invisibilização de comunidades tradicionais afetadas por empreendimentos.

Nessa perspectiva, é preciso aclarar que a TSS aponta para o fato de que a redução de complexidade é inescapável, ou seja, qualquer sistema social para tomar decisões e manter a cadeia de suas operações internas precisa necessariamente reduzir complexidade, mas tal redução não significa que o mundo circundante (entendido como o conjunto de outros sistemas sociais) tenha efetivamente se tornado menos complexo. Assim, apesar dos mapas, a “realidade” resiste e quer se comunicar.

Como se vê, abordagem da TSS permite lançar uma hipótese explicativa para a crise dos institutos do licenciamento ambiental e da audiência pública. Em primeiro plano, só se regula o que se percebe e só se percebe o que se comunica. Como a estrutura de comunicação do licenciamento ambiental e da audiência pública reduz os agentes comunicantes no momento da tomada de decisão, tem-se como consequência uma redução de percepções de tal modo que o licenciamento ambiental segue operando com complexidade menor que a requerida para regular interações sociais hipercomplexas, o que poderá conduzir a um déficit regulatório.

Tal conclusão deriva da Lei da Variabilidade Requerida proposta pelo psiquiatra britânico, pioneiro da cibernética e da teoria dos sistemas, William Ross ASHBY (1957, p. 207) que, descrevendo a atuação de mecanismos de regulação (como o cérebro), propõe um axioma: “*variety can destroy variety*.”<sup>6</sup> Desse axioma decorre que, para que um

<sup>5</sup> Trata-se do caso da Hidrelétrica de Barra Grande descrito em PROCHNOW (2005).

<sup>6</sup> Para efeitos dessa análise, variedade equivale a complexidade.

sistema se estabilize ou produza estabilidade, o número de estados (ou variabilidade) de seu mecanismo de controle deve ser maior ou igual ao número de estados do sistema a ser controlado. Ou em termos informais: para que se possa lidar adequadamente com a complexidade dos problemas que o mundo apresenta é preciso um repertório de respostas que tenha, pelo menos, tantas nuances quanto os problemas apresentados.

Calha uma advertência: a complexidade não absorvida tende a se transformar em conflito, daí a necessidade de se promoverem alterações estruturais no licenciamento e, em especial, na audiência pública que possibilitem que ambos os processos se tornem mecanismos de absorção de conflitos por meio da amplificação de complexidade.

## 4 | A AUDIÊNCIA PÚBLICA COMO ESPAÇO DIALÓGICO DE GESTÃO AMBIENTAL PARTICIPATIVA

A proposta de alteração estrutural que se delineia nessa análise funda-se no potencial de utilização de processos dialógicos como meios de transformação de conflitos surgidos nas audiências públicas no curso e após os processos de licenciamento ambiental.

Parte-se aqui da hipótese (que ainda merece comprovação a partir da análise de casos práticos) de que os processos dialogais são capazes de dotar as audiências públicas da variabilidade requerida para atuar como mecanismo regulador de conflitos socioambientais surgidos no curso ou mesmo após os processos de licenciamento.

Em síntese, e indo além da caracterização feita por Luhmann, o que aqui se denomina processo dialogal pode ser descrito como um sistema adaptativo complexo de interações comunicacionais entre pelo menos dois atores sociais que permitam a expressão de divergência e/ou convergências, com o objetivo de distanciar-se de padrões violentos de resposta.<sup>7</sup>

ROJAS (2018, p. 31-32) apresenta uma definição e descrição muito úteis para os efeitos dessa análise sobre os sistemas adaptativos complexos:

“Los sistemas adaptativos complejos son conjuntos que están constituído (sic) por diversos, múltiples y heterogéneos elementos (tangibles y no tangibles) articulados entre sí de manera orgánica que dan cuenta de cómo los sistemas enfrentan los constantes procesos de cambio y transformación a través de las interacciones entre materia/masa, energía, información y sentido. Como tal estos sistemas presentan comportamientos colectivos no atribuibles a los comportamientos de las partes. La articulación de los elementos alude al hecho que los elementos están interrelacionados, son interdependientes y son interdefinibles y presentan capacidad de autoorganización y de generación de comportamientos o propiedades emergentes. La capacidad de aprendizaje hace que estos sistemas puedan adaptarse y evolucionar. Estos sistemas son no lineales porque no existe proporcionalidad entre las causas y los efectos pues pequeñas perturbaciones pueden causar grandes cambios o grandes cambios pueden producir pequeños efectos. También

<sup>7</sup> O termo sistema aqui amplia o conceito luhmanniano, no sentido de considerar um sistema como “uma unidade global organizada de interações entre elementos ações ou indivíduos” (MORIN, 2008, p.132)

es posible que pueda haber irrupciones súbitas que son comportamientos sin explicación real o aparente. Aquí se explica el hecho que las causas pueden ser efectos o viceversa o que exista posibilidad de alternancia entre el fenómeno productor y el producto. En este campo se ubican también las retroacciones y retroalimentaciones que permiten que se presente las fluctuaciones o la dinamicidad no lineal del sistema. Lo interesante de estos comportamientos es que estos sistemas son acéntricos o policéntricos por lo que no se necesita un ente central o líder que dirija el proceso.

Nesse enquadre, é importante frisar que eventuais conflitos podem e inevitavelmente surgirão a partir das interações, da mesma forma que eventuais acordos sobre alguma questão controversa, embora esses últimos não sejam necessários.

A figura abaixo representa a posição de um processo dialogal no contexto das interações sociais:



Figura 1: Diálogo socioambiental no contexto das relações sociais

Fonte: próprio autor

O que se pretende expressar com a representação esquemática é que os processos dialogais não adotam apenas o padrão consensual, representado na Figura 1 pela convergência consensual de posições entre os dialogantes. O padrão conflitivo, representado na mesma Figura 1 pela divergência conflitual de posicionamentos é tão aceitável quanto o primeiro, sob a condição de não cruzar a linha que separa a vida em sociedade e a barbárie da guerra de todos contra todos hobbesiana. Em outras palavras: consenso e dissenso são manifestações antagônicas e complementares essenciais para a organização de sistemas sociais comunicacionais decisórios.

Apenas como uma evidência da importância do papel do conflito em uma sociedade, vale trazer - ainda que brevemente e sem que seja promovida a análise devida, dados os limites dessa reflexão - o ponto de vista de Georg Simmel e sua Teoria do Conflito como

## Sociação, para quem:

“os fenômenos sociais aparecem sob uma nova luz quando vistos sob o ângulo do caráter sociologicamente positivo do conflito. O indivíduo não atinge a unidade de sua personalidade exclusivamente por uma harmonização exaustiva, de acordo com as normas da lógica, objetivas, religiosas ou éticas, do conteúdo de sua personalidade. Ao contrário, contradição e o conflito não apenas precedem esta unidade, mas são nela operativos a cada momento de sua existência. Da mesma forma, não existe provavelmente nenhuma unidade social onde as correntes convergentes e divergentes entre os seus membros não estejam inseparavelmente entrelaçadas. Um grupo absolutamente centrípeto e harmonioso, uma pura “unificação”(“Vereinigung”), não só se apresenta como empiricamente irreal, como não representa nenhum processo concreto da vida.” SIMMEL (2011, p. 570)

Partindo do duplo marco teórico do conflito como sociação e como sistema adaptativo complexo, pode-se propor que processos dialogais são capazes de, a um só tempo, representar: a) o espaço e o procedimento adequados para a contínua adaptação de atores, ora convergindo, ora divergindo a partir da apresentação livre de ações comunicacionais, b) promover a interação entre múltiplos pontos de vista e, assim alcançar, a variabilidade requerida para permitir que os conflitos socioambientais transitem da polaridade negativa (agressão, desrespeito e violência) para a positiva (criação de novas institucionalidade e formas de interação mais equitativas).<sup>8</sup>

Apenas com o intuito de exemplificar um tipo de processo dialogal, apresenta-se os contrornos básicos da mediação. Esse processo é disciplinado no Brasil pela Lei Federal nº Lei nº 13.140, de 26 de junho de 2015 e estrutura-se de acordo com as seguintes características:

“a) alto grau de atribuição de poder de decisão diretamente aos envolvidos. Nesse sentido, a mediação é um mecanismo de regulação de conflitos que oferece respostas que atendem a diferentes lógicas e interesses envolvidos, sem que o atendimento a um implique desatendimento a outro. A mediação é um processo de decisão essencialmente autônoma;

b) grande pluralidade de atores diretamente envolvidos na decisão do conflito dispondo das mesmas garantias discursivas e possibilidades de influência na decisão final. A mediação é um mecanismo de regulação de conflitos inclusivo, no sentido de comportar grande número de centros de interesse, sem que necessariamente se verifique polarização;

c) alto grau de credibilidade e de expertise técnica do condutor do processo. Na mediação a combinação de expertise técnica e de facilitação de processos comunicacionais auxilia no mapeamento dos termos do conflito e de potenciais soluções correspondentes.

Os partícipes podem escolher e destituir o mediador do processo;

---

8 Como sustentação conceitual das afirmações feitas, cabe trazer o conceito de “dialogica”, assim definido por Edgar MORIN ( 2012, p. 300) :“unidade complexa entre duas lógicas, entidades ou instâncias complementares, concorrentes e antagonistas, que se nutrem uma da outra, completam-se, mas também se opõem e se combatem. (...) Na dialogica, os antagonismos persistem e são constitutivos das entidades ou fenômenos complexos”.

d) alto grau de informalidade. Na mediação, partícipes e o mediador atuam de modo flexível, sem fases processuais estanques e com a possibilidade de retorno a questões relevantes, o que permite que soluções consensuais sejam mais facilmente alcançadas.

e) alto grau de flexibilidade quanto ao objeto (ou baixa adstrição), uma vez que na mediação não há limitações quanto ao pedido dos partícipes. A rigor, não existe um pedido, mas antes propostas de resolução que podem alterar-se constantemente no processo de interação, muitas vezes até mesmo por causa do tipo de comunicação desenvolvida”. (HORTA, 2019)

Como se pode perceber, a mediação é um procedimento com caráter nitidamente negocial e, portanto, dialogal, de modo que os distintos pontos de vista podem comunicar-se, dispondo das mesmas garantias discursivas<sup>9</sup>. No que se refere ao mediador, ele é alguém livremente escolhido ou aceito pelos partícipes por sua reconhecida competência na construção e manutenção de um espaço-tempo discursivo que possa favorecer a negociação.

Por ser um procedimento informal, sem a definição rigorosa de fases, os mediadores têm liberdade para contatar os partícipes isolada ou separadamente, testar soluções e oferecê-las à avaliação sem compromisso com a tomada de decisão ou com a formalização do passo-a-passo desse processo criativo em documentos, salvo em um termo final, no caso em que se a tenha produzido um acordo sobre a solução da disputa.

Com efeito, como se pode perceber, o processo de mediação permite, em função de suas características estruturais basilares, a construção de uma “política pública *ad hoc*” para um determinado empreendimento sujeito ao licenciamento ambiental.<sup>10</sup>

Uma conclusão possível é a de que processos dialogais capazes de aplicar princípios e lógicas de políticas públicas gerais, como as de proteção ambiental e de desenvolvimento econômico, representam um avanço importante rumo a um desenvolvimento sustentável que leve a sério a participação social e a tomada de decisão política livre e informada.

Em decorrência da conclusão, parece sustentar-se a proposta de que processos dialogais estruturados nas mesmas bases que a mediação possam ser conduzidos não apenas em audiências públicas para a concessão de licenças prévias, mas durante todo o processo de licenciamento, inclusive após a concessão da licença final.

## CONCLUSÃO

Da análise desenvolvida podem derivar-se três conclusões: 1) o licenciamento ambiental tem operado com complexidade menor que a requerida para regular interações sociais altamente complexas, disso resultando sua ineficiência; 2) o déficit de variabilidade (ou complexidade) requerida emerge da restrição de agentes comunicantes e do modo

<sup>9</sup> Para um importante estudo de caso de mediação policêntrica em que interagiram diversos atores, vide Zamir (2016)  
<sup>10</sup> ERNANDORENA (2015), em pesquisa para doutoramento, também conclui pela potencialidade da utilização da mediação na audiência pública

como eles se relacionam; 3) a incorporação de processos dialogais, tais como a mediação à audiência pública é uma evolução que parece ser viável, dado seu potencial para aumentar a variabilidade requerida para uma regulação ambiental eficiente por meio da interação de diferentes perspectivas comunicacionais no contexto de sociedades hipercomplexas.

## REFERÊNCIAS

ASHBY, William Ross. *An Introduction to Cybernetics*, Londres: Chapman & Hall, 1957.

BERNAL, Andrés Botero. *El positivismo jurídico en la historia. In: Enciclopedia de filosofía y teoría del derecho*. México, DF: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

CORSI, Giancarlo. et al. *Glosario sobre la teoría social de Niklas Luhmann*. México: Anthropos Editorial, 1996

ERNANDORENA, Paulo Renato. A mediação emancipatória nas audiências públicas e a gestão do conhecimento. Disponível em: <http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/01/Paulo-Renato-Ernandorena.pdf>. Acesso: 4 set. 2015

HORTA, Augusto Henrique Lio . Potencialidades da utilização da mediação de conflitos como instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente: uma abordagem sistêmica.. In: 2º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, 2014, Ouro Preto. Anais do 2o Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, 2014.

HORTA, Augusto Henrique Lio . Jurisdição Contenciosa e Mediação: comparação estrutural entre meios de resolução de conflitos socioambientais. In: Frederico Oliveira Freitas; Vladimir Pinto Coelho Feijó. (Org.). *Compilação de Estudos do Direito Contemporâneo*. 1ed. Porto Alegre: Editora Simplíssimo, 2019, v. 1, p. 336-386.

KELSEN, Hans. *Teoría pura del derecho*. Buenos Aires: Eudeba, 2009.

KHUN, Thomas. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo Cultura Económica, 1971.

LUHMANN, Niklas. *Sistemas sociales: lineamientos para una teoría general*. México: Anthropos Editorial, 1998

LUHMANN, Niklas. *La Sociedad de la Sociedad*, Mexico: Herder, 2007

MATURANA, Humberto R. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Atena, 2001.

MORIN, Edgar. *Ciência com Consciência*. trad. Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - Ed. revista e modificada pelo autor. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORIN, Edgar. *O método 1: a natureza da natureza*. trad. Ilana Heinemberg. Porto Alegre: Sulina, 2008.

MORIN, Edgar. *O método 5: a humanidade da humanidade*. trad. Juremir Machado da Silva. Porto

Alegre: Sulina, 2012

PIGNUOLI-OCAMPO, Sergio. El modelo sintético de comunicación de Niklas Luhmann. Disponível em: <<http://facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/47/pignuoli.html>>. Acesso: 20 abr. 2014

PROCHNOW, Miriam (org.) Barra Grande - A hidrelétrica que não viu a floresta. Rio do Sul-SC:: APREMAVI, 2005

ROJAS, Rodrigo Severa Arce. Aportes del pensamiento complejo a los enfoques, metodologías y la práctica de facilitación de procesos sociales. 2018. 245.f. Tese (Doutorado em Pensamento Complexo). Multiversidad Mundo Real Edgar Morin. México DF, 2018.

SIMMEL, Georg. O conflito como sociação. trad. Mauro Guilherme Pinheiro Koury). RBSE – Revista Brasileira de Sociologia da Emoção, v. 10, n. 30, 2011.

ZAMIR, Ronit. Can mediation enable the empowerment of disadvantaged groups? A narrative analysis of consensus-building in Israel. Harvard Negotiation Law Review, n°193, 2011. Disponível em: <<https://litigation-essentials.lexisnexis.com/webcd/p?action=DocumentDisplay&crawlid=1&doctype=cite&docid=16+Harv.+Negotiation+L.+Rev.+193&srctype=smi&srcid=3B15&key=cbf79898dbe0d12c3bd8b93a1f72f9e9>>. Acesso: 15 mar. 2016

ZAMIR, Ronit. Can mediation enable the empowerment of disadvantaged groups? A narrative analysis of consensus-building in Israel. Harvard Negotiation Law Review, n°193, 2011. Disponível em: <<https://litigation-essentials.lexisnexis.com/webcd/p?action=DocumentDisplay&crawlid=1&doctype=cite&docid=16+Harv.+Negotiation+L.+Rev.+193&srctype=smi&srcid=3B15&key=cbf79898dbe0d12c3bd8b93a1f72f9e9>>. Acesso: 15 mar. 2016

# CAPÍTULO 7

## ENTRE O DESENVOLVIMENTO E A SUSTENTABILIDADE: A EFETIVIDADE DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE BARRA DO GARÇAS

Data de submissão: 03/08/2020

### **Rosana Gomes da Rosa**

FURG.  
UFPel.  
UCAM.

Fundação Trompowsky/DECEX/UCB.  
<http://lattes.cnpq.br/5115455396393216>.  
<https://orcid.org/0000-0003-1077-7756>.  
Barra do Garças-MT.

### **Raquel Nabarrete Garcia**

PUCRS. Bacharel em Direito – UFMT.  
Barra do Garças-MT.  
<http://lattes.cnpq.br/6320967523486663>.

### **Franciele Silva Maciel**

Universitário do Araguaia.  
Barra do Garças-MT.  
<http://lattes.cnpq.br/1819546084899279>.

### **Gisele Rebouças Monteiro**

Universitário do Araguaia.  
Barra do Garças-MT.  
<https://orcid.org/0000-0003-2556-5465>.

### **João Victor Medeiros**

Universitário do Araguaia.  
Barra do Garças-MT.  
<https://orcid.org/0000-0002-2749-8684>.

### **Silvana Barros de Oliveira**

Universitário do Araguaia.  
Barra do Garças-MT.  
<http://lattes.cnpq.br/5172511764029851>.

**RESUMO:** O mundo moderno vislumbra cada dia mais a necessidade de construir e se reconstruir sob a égide dos princípios sustentáveis. Após longo período de descaso governamental, no início do século XXI o Brasil acolheu a Lei nº 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que prescreve diretrizes gerais da política urbana, a mesma é célebre, pois conforme o parágrafo único do seu art. 1º “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”. Urge, portanto, a obrigatoriedade de averiguação analítica do aproveitamento do meio urbano moldado aos ensejos da sustentabilidade, em especificidade, a presente pesquisa se propõe analisar a realidade fática do município de Barra do Garças/MT frente ao estabelecido no Plano Diretor municipal, bem como nos seus preceitos de zoneamento e parcelamento do solo. Com o trabalho, pode-se constatar que o Estado ao não destinar a devida atenção ao meio ambiente, colabora massivamente com a redução da cobertura vegetal da cidade de Barra do Garças/MT, o que a médio e longo prazo acarretará no aumento da temperatura e redução do conforto ambiental.

**PALAVRAS - CHAVE:** Direito Urbanístico; Estatuto da Cidade; Gestão Pública; Planejamento Urbano.

## BETWEEN DEVELOPMENT AND SUSTAINABILITY: THE EFFECTIVENESS OF THE DIRECTOR'S PLAN OF THE MUNICIPALITY OF BARRA DO GARÇAS

**ABSTRACT:** The modern world increasingly sees the need to build and rebuild under the aegis of sustainable principles. After a long period of government neglect, in the beginning of the 21st century, Brazil adopted Law No. 257/2001, known as the City Statute, which prescribes general guidelines for urban policy, it is famous, as according to the sole paragraph of its art. 1 “establishes rules of public order and social interest that regulate the use of urban property for the benefit of the collective good, security and welfare of citizens, as well as environmental balance”. Therefore, there is an urgent need for analytical investigation of the use of the urban environment molded to the opportunities for sustainability, in specificity, the present research proposes to analyze the factual reality of the municipality of Barra do Garças / MT in face of the established in the municipal Master Plan, as well as in its precepts of zoning and land parceling. With the work, it can be seen that the State, by failing to devote due attention to the environment, collaborates massively with the reduction of the vegetal cover in the city of Barra do Garças / MT, which in the medium and long term will result in an increase in temperature and reduction of environmental comfort.

**KEYWORDS:** Urban Law; City Statute; Public Management; Urban planning.

### 1 | INTRODUÇÃO

A análise do ambiente urbano e o efetivo planejamento de sua expansão e desenvolvimento é uma necessidade crescente nas sociedades atuais. O crescimento populacional nos centros urbanizados, aliado à falta de planejamento territorial possui efeitos que impactam diretamente o ecossistema urbano (ROSA, 2016). Ressaltam Odum & Barrett que a atual sociedade urbana, com características industriais, “não só afeta os ecossistemas de suporte à vida como também cria acordos inteiramente novos, chamados tecnoecossistemas” (2014, p. 71).

O problema está no fato de que tais tecnoecossistemas passam a competir e parasitar os ecossistemas naturais. A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu artigo 170<sup>1</sup>, os fundamentos da ordem econômica brasileira, onde aduz que a mesma deve se voltar aos anseios da sociedade e reforça em seu inciso VI a necessidade da defesa do meio ambiente, que como todos os outros fatores, possui como escopo principal o alcance do bem-estar social.

No entanto, em tempos em que as transformações sociais ocorrem de maneira rápida e as relações interpessoais se dão de modo cada vez mais individualistas, a conceituação de modernidade líquida, cunhada por Bauman, surge para clarear, além dos aspectos relacionados às áreas de ciências humanas, o modo como o ser se relaciona com a natureza.

1 Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios: [...] VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação. Fonte: Planalto. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 01 de ago. 2019.

O tema desenvolvimento sustentável deve ser visto e considerado também em relação ao desenvolvimento das sociedades e das cidades. Ademais, importa ressaltar que “a sustentabilidade no tempo das civilizações humanas vai depender da sua capacidade de se submeter aos preceitos de prudência ecológica e de fazer um bom uso da natureza” (SACHS, 2004, p. 214). Essa ideia de bom uso da natureza é que deve conduzir ao desenvolvimento sustentável ou, como afirma Sachs, desenvolvimento socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado no tempo.

Nesse sentido Monte-Mor (2006) traz uma reflexão acerca da reprodução ampliada da vida e destaca a necessidade das preocupações sobre a qualidade de vida cotidiana e o meio ambiente frente à politização do espaço urbano. E tal qual, afirma Martine e Alves (p. 9, 2015) o “sistema de produção e consumo hegemônico” (capitalista ou socialista) não consegue ser, ao mesmo tempo, socialmente justo e ambientalmente sustentável.

Desse modo, as maiores dificuldades enfrentadas nos dias correntes, é conseguir aliar o progresso urbano com o desenvolvimento sustentável, termo que de acordo com Silva (2000), apesar de estar em constante processo de definição, defende a ideia da necessária gestão correlata entre os esforços de cunho político, econômico e social.

Assim, este trabalho propõe-se analisar o Plano Diretor da cidade de Barra do Garças (Lei Complementar 102, de 02 de janeiro de 2007), urbe localizada no centro-oeste brasileiro, interior do estado de Mato Grosso, com o fim de verificar como se dá a aplicação do arcabouço legislativo em prol do meio ambiente na realidade fática do município, para dessa maneira alcançar o bem-estar social.

## **2 | IMPACTOS AMBIENTAIS E PLANEJAMENTO URBANO**

A Revolução Industrial sucedida entre os séculos XVIII e XIX deu início a períodos de intensas mudanças tecnológicas e sociais, como a criação de máquinas a vapor, da locomotiva, o uso intenso do carvão mineral, do ferro e do aço, proporcionando uma modificação radical no modo de organização do espaço urbano (VICENTINO, DORIGO, 2010).

Consoante Ascher (2010), as transformações trazidas pela revolução industrial, as quais foram amparadas pelo desenvolvimento capitalista incidiram diretamente no êxodo rural, mudando a partir daí o modo de se enxergar o conceito de cidade e urbanismo.

Ferreira (p. 39, 2014) afirma que “o progresso é sempre o produto de uma construção social, mas o caminho para ele não é nem pacífico, nem linear”, ou seja, conseguir atingir os objetivos sustentáveis com primazia na efetivação da tríade economia, sociedade e meio ambiente ocorre de modo dificultoso, porém não impossível.

Nessa perspectiva, os entes governamentais devem articular medidas que impulsionem o crescimento das cidades sem se olvidarem de resguardar o meio ambiente, pois, a sociedade atual se compõe por centros urbanos com manchas de vegetação

escassa, a qual após ter sido tomada pelo concreto é deflagrada por desconfortos ambientais, (SILVA, 2015).

Tais incômodos, portanto, são decorrentes, de acordo com o art. 1º CONAMA/1986<sup>2</sup>, de alterações resultantes de atividades humanas no meio ambiente, a exemplo, o IPEA (2011) registra a existência de altos níveis de concentração de gases de efeito estufa, o que acarreta no aumento da temperatura média do planeta.

O desequilíbrio climático ocasionado pelo aquecimento global é colocado como obstáculo no alcance do bem-estar social nas urbes brasileiras, e fator decisivo para o aumento do mesmo, é o desmatamento desenfreado relacionado à falta de planejamento urbano (SILVA et al 2019).

Assim, Silva et al (2019) anuncia que existe uma grande perda da qualidade ambiental trazida pela urbanização, principalmente quando relacionada a ausência de cobertura arbórea e ao péssimo zoneamento das cidades.

Entretanto, tais condições podem ser evitadas, conforme Milano (1987), em texto seminal, pela “legislação em controle das atividades urbanas em parte amenizadas pelo planejamento urbano, ampliando-se quali-quantitativamente as áreas verdes e a arborização de ruas”, e enfatiza a imprescindibilidade do pensamento sustentável.

### **3 I DAS BASES NORMATIVAS APLICÁVEIS AO PLANEJAMENTO URBANO**

Coadunando com o disposto na Constituição Federal, a perquirição do bem-estar social está também regulamentada pelo Estatuto da Cidade (Lei 10.257 de 2001), cuja importância é aferida por Pereira (2001), a qual entende o meio ambiente urbano como um lugar construído, uma vez que o meio natural está desaparecendo das cidades devido à forma de uso e ocupação do solo, e por isso deve ser controlada pelo Estatuto da Cidade e demais aparatos legislativos.

Sob essa ótica, cabe salientar que em âmbito municipal o que gere o desenvolvimento e a expansão urbana de acordo com o artigo 40 do Estatuto da Cidade<sup>3</sup>, é o Plano Diretor, o qual é permeado por estratégias de zoneamento, que conforme Dorneles (2015) sua “implantação garante um controle por parte dos gestores municipais, no que diz respeito às atividades econômicas, sociais, turísticas, de lazer [...]” o que incidirá diretamente na prosperidade da região, colaborando dessa maneira, para a redução das desigualdades sociais e econômicas.

2 Artigo 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais. Fonte: IBAMA. Disponível em:< <http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>. Acesso em: 01 de ago. 2019.

3 Art. 40. O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Fonte: Planalto. 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: 01 de ago. 2019.

Os princípios basilares que norteiam a política urbana circulam em 4 bases, sendo elas erigidas sob o princípio da função social da cidade, pela função social da propriedade, bem como pela sustentabilidade e pelo princípio da gestão democrática e participativa. Dados princípios são designados a instituir mecanismos que possam suprir as carências sociais, de modo a proporcionar o desenvolvimento sustentável, pensando nisto, a CF outorgou deveres ao poder público municipal.

Em conjunto com os demais entes federativos, o município possui função institucional que visa dar efetividade aos normativos que se referem à construção de uma sociedade urbana ecologicamente desenvolvida e equilibrada.

Não obstante, apesar de ter sido instituído tardiamente, o Plano Diretor de Barra do Garças/MT - Lei Complementar 102 de 02 de janeiro de 2007 (BARRA DO GARÇAS, 2007) denota preocupação com o progresso da urbe em termos sustentáveis, afirmativa corroborada pelo artigo 6º da supracitada lei<sup>4</sup>, onde a mesma dispõe sobre o vocábulo sustentabilidade, arguindo-o como meio de se atingir melhores condições de qualidade de vida.

A finalidade da referida lei é integrar a categoria básica do desenvolvimento sustentável da região, onde deverá desenvolver diretrizes concernentes ao desenvolvimento econômico, saneamento integrado, mobilidade urbana, patrimônio cultural, e dentre outros preceitos está o dever de cumprir a efetivação de ajustes a demanda social urbana, tendo como base o uso do macrozoneamento.

#### 4 | DADOS AMBIENTAIS LOCAIS E PLANEJAMENTO URBANO

O homem em busca de satisfazer suas necessidades básicas modifica o meio em que vive, e, dado o crescimento das cidades, começa a produzir espaços para se aloquem cada vez mais pessoas, assim, fazendo surgir problemas ambientais em virtude do mau aproveitamento dos mesmos. Sob essa premissa, ressalta-se que a população de Barra do Garças-MT aumentou consideravelmente nos últimos anos, conforme registros do IBGE (2010), ela se encontra no 8º lugar no ranking que classifica as maiores cidades do Estado de Mato Grosso.

<b>POPULAÇÃO</b>	<b>NUMERO DE PESSOAS</b>
<i>População estimada [2018]</i>	60.601
<i>População no último censo [2010]</i>	56.560

Tabela 1. Estimativa do aumento populacional de Barra do Garças/MT. Elaborado pelos autores com dados de IBGE (2019).

4 O Plano Direito de Barra do Garças define Sustentabilidade como “o desenvolvimento local socialmente justo, ambientalmente equilibrado e economicamente viável, visando garantir qualidade de vida para as presentes e futuras gerações” (BARRA DO GARÇAS, 2007).

Apesar do Plano Diretor do município registrar áreas específicas para que ocorra o zoneamento, devido o crescimento populacional, a mesma têm se tornando cada vez mais modificada, assim como demonstra as representações tridimensionais do município a seguir, as quais são construídas a partir de mosaico de imagens de satélites, onde ilustra o senso de declínio da mata verde vegetativa da cidade. Desse modo, vislumbra-se na Figura 1:



Figura 1: Cobertura Vegetal existente no ano de 2009 (Google Earth Pro, 2019)

A Figura 2 denota que no decorrer dos anos a vegetação barragarcense foi substituída por loteamentos e construções, resultando numa evidente degradação do solo, que ao ser cumulado com a ausência de medidas compensatórias, incidem em vários problemas como, o aquecimento global, enchentes e em mudanças climáticas.



Figura 2: Cobertura Vegetal existente no ano de 2019 (Google Earth Pro, 2019)

Isso tem levado ao aumento da vulnerabilidade das comunidades urbanas em relação aos perigos naturais e aos efeitos das mudanças climáticas, com decorrência, a indisponibilidade de água, energia e alimentos. Desse modo, Ojima e Jr (p. 17, 2010) salientam que “a intensificação dos extremos climáticos e do ritmo da mudança ambiental é um componente a mais na equação desequilibrada entre os espaços construídos urbanos e o ajuste ao ambiente”, ou seja, as derivações ambientais ao qual são processadas pelo homem, geram desconforto, provocando assim uma alteração devido à exagerada exploração dos ecossistemas.

Em análise acerca da importância da vegetação para a manutenção da qualidade ambiental, em especial temperatura e umidade, é possível concluir que “as florestas refletem menos luz solar e têm maior evapotranspiração (perda de água da vegetação para a atmosfera) do que a vegetação aberta, mantendo o ambiente do clima ameno” (WINCK, 2019), o desmatamento acarreta, portanto, no aumento da temperatura, o que causa desconforto térmico e dessa maneira, se torna um obstáculo na efetivação do perquirido na legislação, qual seja, a busca pelo bem-estar social.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), utilizando como base os dados do município de Aragarças/GO que faz divisa com Barra do Garças/MT, constatou-se que ao longo dos anos de 2009 a 2017, especificamente entre os meses de agosto, setembro e outubro houve um acréscimo relevante em relação à temperatura, como se vislumbra na tabela abaixo (Tab. 02):

	<i>Temperatura Máxima</i>	<i>Temperatura Mínima</i>
2009	35,190°	21,030°
2010	37,086°	19,832°
2011	36,032°	20,426°
2012	36,385°	20,569°
2013	35,576°	19,867°
2014	36,538°	18,660°
2015	37,174°	20,347°
2016	36,291°	20,627°
2017	37,141°	20,240°

Tabela 2: Média trimestral dos meses de agosto, setembro e outubro dos anos de 2009 à 2017.  
Elaborado pelos autores com dados do INMET (2019).

Conforme cálculo do desvio padrão das referências foi apresentado uma dissonância de 0,6145° na temperatura máxima/média da urbe, já em relação à temperatura mínima/média encontrou-se uma discrepância de 0,6407°, logo, torna-se notória a urgência de medidas compensatórias e mitigadoras que visem não somente a reestruturação das áreas verdes do município, como também a inserção de ações de planejamento urbano sustentável.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo ora empreendido teve como escopo mostrar a realidade do município de Barra do Garças/MT frente à aplicabilidade fática do Plano Diretor como instrumento de planejamento urbano sustentável. Embora o Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257/01 - uma realidade normativa destinada a nortear o planejamento urbano – esteja vigente há quase duas décadas, seus efeitos ainda são mínimos. Os instrumentos previstos no Estatuto das Cidades ainda estão longe de ser uma realidade na massiva maioria dos municípios brasileiros.

Em Barra do Garças/MT não é diferente. Apesar da existência de um plano diretor para normatizar o desenvolvimento/expansão territorial, o que se vê é um crescimento sem planejamento, desordenado, e que nada possui de sustentável. Ao contrário, através da comparação entre as imagens via satélite e da tabela apresentada, constatou-se a necessidade da tomada de medidas compensatórias e mitigatórias em relação ao espaço degradado.

Assim, propõe-se um repensar do meio urbano, o qual somente atingirá o bem estar-social quando considerados princípios basilares para tornar as cidades mais sustentáveis, sendo eles: compreender que a sustentabilidade deve ser almejada de modo indistinto,

incluindo, além dos entes governamentais, a sociedade civil, bem como, fomentar o diálogo e a troca de experiências entre os municípios, para que dessa maneira, possa se alcançar uma urbe que seja ambientalmente-economicamente e socialmente viável.

## REFERÊNCIAS

ASCHER, François. **Os novos princípios do urbanismo**. Livros Horizonte: Lisboa, 2010.

BARRA DO GARÇAS. **Lei Complementar 102 de 02 de janeiro de 2007**. Disponível em: <https://www.barradogarcas.mt.leg.br/leis/plano-diretor>. Acesso em: 01 de ago. 2019.

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade líquida**. Trad. De Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BORGES, Leonardo. **Cidades sustentáveis e planejamento urbano**. 05 de maio de 2018. Disponível em: <http://autossustentavel.com/2018/05/cidades-sustentaveis-planejamentourbano.html>? >. Acesso em: 01 de ago. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Estatuto da Cidade. Lei no 10.257** – Brasília, Distrito Federal, 2001.

DORNELES, Ana Cláudia Bertoglio. O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano. **Direito**, v. 2, n. 13, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico** – Rio de Janeiro, 2010. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/>. Acesso em: 01 ago. de 2019.

MARTINE, George; ALVES, José Eustáquio Diniz. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 433-460, 2015.

MILANO, Miguel Serediuk. O planejamento da arborização, as necessidade de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba-PR. **Floresta**, v. 17, n. 1/2, 1987.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. O que é o urbano, no mundo contemporâneo. **Revista Paranaense De Desenvolvimento**, Curitiba, n.111, p.09-18, jul./dez. 2006.

ODUM, Eugene P.; BARRETT, Gary W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

PEREIRA, Gislene. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e meio ambiente**, v. 3, 2001.

PEREIRA, Luiz Carlos Bresser. Desenvolvimento, progresso e crescimento econômico. **Lua Nova**, n. 93, p. 33-60, 2014.

ROSA, Rosana Gomes da. **Prevenção de acidentes e desastres ambientais urbanos com causa tecnológica**: o sistema de informações territoriais como instrumento para a efetividade da segurança socioambiental. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rio Grande. Rio Grande: FURG, 2016.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. **Ambiente & sociedade**, v. 7, n. 2, p. 214-216, 2004.

SILVA, Isadora Mendes da; GONZALEZ, Luciana Ruggiero; DA SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 4, p. 35-50, 2019.

SILVA, Sandra Regina Mota. **Indicadores de sustentabilidade urbana: as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável**. 2000. 260 f. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)–Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SILVA, Carlos Magno Lima Fernandes. **Mudanças climáticas e ambientais: contextos educacionais e históricos**. Natal: IFRN. 2015.

VICENTINO, Cláudio; DORIGO, Gianpaolo. **História geral e do Brasil**. São Paulo: Scipione, 2010.

WINCK, Gisele. **Desmatamento brasileiro pode elevar temperaturas em até 1,45°C até 2050**. Correio Braziliense, Rio de Janeiro, 21 de mar. 2019. Disponível em [https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cienciaesauade/2019/03/21/interna\\_ciencia\\_saude,744313](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cienciaesauade/2019/03/21/interna_ciencia_saude,744313)>. Acesso em: 01 de ago. 2019.

# CAPÍTULO 8

## MATRIZ DE ATIVIDADES X RESPONSABILIDADES COMO FERRAMENTA DE GESTÃO - PLANO VERÃO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Data de submissão: 10/09/2020

### **Emilene Faria Mesquita**

Centro Universitário IBMR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4930290995975692>

### **Marcelo Abranches Abelheira**

Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da

Prefeitura do Rio de Janeiro,

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7628303227986201>

### **Pedro Reis Martins**

Centro de Operações e Resiliência da  
Prefeitura do Rio de Janeiro - COR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0858470929479772>

### **Orlando Sodré Gomes**

Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da

Prefeitura do Rio de Janeiro e

Centro Universitário Celso Lisboa,

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5197006270528336>

### **Alexander de Araújo Lima**

Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da

Prefeitura do Rio de Janeiro e

Centro Universitário Unicarioca

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2429551137349395>

### **Kátia Regina Alves Nunes**

Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da

Prefeitura do Rio de Janeiro e

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3785349617238396>

### **Leandro Vianna Chagas**

Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da

Prefeitura do Rio de Janeiro,

### **Ana Lucia Nogueira Camacho**

Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil da

Prefeitura do Rio de Janeiro,

### **Luiza Dudenhoefter Braga**

Centro de Operações e Resiliência da

Prefeitura do Rio de Janeiro - COR

### **Elizabeth Cunha Gonçalves**

Faculdade São Camilo - Voluntária no Projeto

Voluntariado da Defesa Civil Municipal do Rio

de Janeiro

**RESUMO:** A Matriz de Atividades x Responsabilidades é uma excelente ferramenta de organização das ações integradas para inúmeras situações, seja um evento programado ou para eventos inesperados e/ou emergenciais que podem ser previstos anteriormente. Essa ferramenta de gestão que define: “Quem faz, O Que”, é fundamental para a eficiência e o sucesso em qualquer ocasião que precise da organização de pessoas e/ou instituições, com diferentes graus de responsabilidade para cada atribuição específica, no planejamento e/ou operação. Esse trabalho teve como objetivo apresentar a Matriz de Atividades X Responsabilidades idealizada pela Defesa Civil Municipal do Rio Janeiro em 2010, visando definir e ilustrar de forma clara e objetiva seu funcionamento e aplicação para a coordenação das ações integradas das mais diversas instituições. Este artigo se propõe, ainda, a mostrar como foi a elaboração e utilização desta metodologia durante o Plano Verão 2017/2018, que utilizou esta ferramenta na organização das atribuições das instituições nos problemas

causados pelas chuvas fortes e/ou prolongadas, bem como destacar sua importância na mobilização, ilustração e organização das atribuições das instituições envolvidas, desde as reuniões de planejamento do Plano até, principalmente, a utilização prática, nas ações na iminência, durante e depois das chuvas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Chuvas, Matriz de Atividades x Responsabilidades, Gestão de Riscos de Desastres.

## ACTIVITIES X RESPONSIBILITIES MATRIX AS A MANAGEMENT TOOL - SUMMER PLAN OF THE RIO DE JANEIRO CITY

**ABSTRACT:** The Activities x Responsibilities Matrix is an excellent tool for organizing integrated actions for numerous situations, be it a scheduled event or for unexpected and / or emergency events that can be predicted earlier. This management tool that defines: “Who does what” is essential for efficiency and success at any time that requires the organization of people and / or institutions, with different degrees of responsibility for each specific assignment, in planning and / or operation. This work aimed to present the Activities x Responsibilities Matrix idealized by the Municipal Civil Defense of Rio Janeiro in 2010, aiming to define and illustrate in a clear and objective way its operation and application for the coordination of the integrated actions of the most diverse institutions. This article also intends to show how the methodology was elaborated and used during the 2017/2018 Summer Plan, which used this tool in the organization of the institutions’ attributions in the problems caused by heavy and / or prolonged rains, as well as highlighting its importance in the mobilization, illustration and organization of the attributions of the institutions involved, from the planning meetings of the Plan to, mainly, the practical use, in the imminent actions, during and after the rains.

**KEYWORDS:** Rains, Risks management, Activities x Responsibilities Matrix

## 1 | INTRODUÇÃO

O município do Rio de Janeiro, com cerca de 6,7 milhões de habitantes (IBGE, 2019), apresenta problemas dos mais variados tipos como qualquer outra metrópole brasileira. O município possui características geomorfológicas bastante singulares, devido ao seu crescimento urbano ter ocorrido entre mar, morros e florestas. Além disso, nos últimos 30 anos, a população residente em favelas quase duplicou e, em 2010, ultrapassou a marca de um quinto da população total do Rio de Janeiro, segundo dados do Censo de 2010.

Cabe destacar também que a cidade possui milhares de construções antigas, inadequadas e/ou sem manutenção. Portanto, há inúmeras edificações que apresentam risco de desabamento, incêndio e/ou explosão.

Em busca de aprimoramento em seu processo de planejamento de apoio as demanda do município, a Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro (DCMRJ) conheceu em 2010 uma ferramenta de Plano de Emergência, desenvolvida por uma universidade da Colômbia e adaptou a metodologia para a sua realidade, criando a Matriz de Atividades X Responsabilidades, que tem como base os conceitos da matriz 5W2H, ferramenta da gestão da qualidade, que conforme Meireles (2011), é utilizada como um plano de ação.

Na Matriz de Atividades X Responsabilidades (MAR), o foco fundamental está em definir “Quem faz, O Que”, assim como identificar as atribuições compartilhadas que não devem se sobrepor, mas se complementar, de forma integrada. Para eventos não programados, mas que podem ser previstos, um evento pluviométrico extremo, por exemplo, faz-se ainda mais importante a definição prévia das atividades e responsabilidades de cada instituição.

Assim sendo, a MAR desenvolvida pela Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro com a participação direta do Centro de Operações Rio, contando com representantes de outros órgãos, visa definir, entre as mais diversas instituições, “Quem faz” identificando a responsabilidade e “O que”, para a atividade, seja na iminência, durante e depois das chuvas fortes e/ou prolongadas, bem como a mesma metodologia também pode ser utilizada (em MAR específica) para situações de desabamento, incêndios ou explosões.

Para alcançar o produto final foram necessárias reuniões de entendimento das atribuições de cada órgão, planejamento e organização de técnicos da Defesa Civil na elaboração da ferramenta. As versões iniciais, foram enviadas aos representantes das instituições participantes visando o aprimoramento por meio de uma construção compartilhada. Esta metodologia vem sendo utilizada por algumas instituições, inclusive por outras defesas civis como anexos de Planos de Contingência.

## **2 | ÓRGÃOS DA PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro (PCRJ) conta com diversos órgãos e instituições que possuem atuação específica em questões relacionadas às chuvas na cidade. Além da Defesa Civil municipal, instituição presente em praticamente toda cidade brasileira de grande porte, a PCRJ possui a Fundação Instituto de Geotécnica (Geo-Rio) e a Fundação Instituto das Águas (Rio-Águas), bem como o Centro de Operações Rio (COR), um moderno e tecnológico centro de integração das agências, entre muitas outras instituições com atuação e/ou atribuição indireta com a prevenção ou mitigação dos impactos das chuvas.

A Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, atualmente Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil (SUBPDEC), criada em 06 de abril de 1978, tem o objetivo de reduzir o risco de desastres na cidade. Entre diversas outras ações técnicas e operacionais cotidianas, tanto na resposta como na prevenção, a SUBPDEC vem desenvolvendo, desde 2009 o Programa de Proteção Comunitária (PPC), MOTTA (2014), que engloba: o Sistema de Alerta e Alarme Comunitário; a Capacitação de Agentes Comunitários de Saúde e o Projeto Defesa Civil nas Escolas, este último inclusive apresentado em evento global da ONU (UNISDR, 2017). Além disso, conforme preconiza a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, por meio da Lei Federal 12.608 (BRASIL, 2012) a SUBPDEC atua, rotineiramente, em diversas outras ações e projetos de Prevenção, Mitigação e/ou Preparação de Desastres,

em especial na área de instrução, conscientização, estudo, pesquisa e capacitação (LIMA, et al., 2020), por meio do seu Centro de Treinamento (CT) e do seu Centro de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED).

A Geo-Rio foi fundada após os graves eventos chuvosos que castigaram a cidade em 1966 para tratar da contenção de encostas na CRJ. Além da constante elaboração de projetos técnicos e obras de engenharia (antes e depois dos movimentos de massa), o órgão coordenou em 2010 um importante mapeamento geológico-geotécnico de 196 favelas. Este trabalho embasou a instalação de sirenes de alarme, projeto inovador no Brasil abrangendo 103 favelas cariocas (ABELHEIRA et al., 2019a).

A Rio-Águas, criada em 1998, tem como finalidade gerir e supervisionar as atividades referentes ao manejo de águas pluviais, bem como da prevenção e controle de enchentes. Além da manutenção dos corpos hídricos (serviços de conservação e desobstrução de canais e rios), realiza grandes obras ou intervenções, como por exemplo o Programa de Controle de Enchentes da Grande Tijuca englobando a construção de três grandes reservatórios de amortecimento (conhecidos como “piscinões”) e o desvio do Rio Joana diretamente para a Baía de Guanabara (RIO DE JANEIRO, 2020).

O COR foi criado em 31 de dezembro de 2010 (RIO DE JANEIRO, 2010a) com a finalidade de coordenar de forma integrada as operações diárias no município, bem como gerenciar crises em casos de catástrofes ou episódios graves. Também atua, juntamente com a Defesa Civil Municipal, no planejamento e elaboração de planos e protocolos de atuação integrada no enfrentamento dos eventos meteorológicos e teve contribuição relevante na idealização do produto deste trabalho (ABELHEIRA et al., 2019b).

A PCRJ possui também um sistema de previsão e monitoramento de chuvas (o Sistema Alerta Rio), que foi criado em 1996 e é vinculado à Fundação Geo-Rio. O sistema possui um radar meteorológico próprio e conta com 33 estações pluviométricas espalhadas pela cidade que enviam dados em tempo real, a cada 15 minutos, para a central do Alerta Rio. Estes dados são disponibilizados gratuitamente a toda a população via site e/ou aplicativo de smartphone. O Sistema Alerta Rio está instalado no COR, assim sendo, a informação e interação com os demais órgãos e com a população é constantemente realizada pelos gestores, coordenadores e Assessoria de Comunicação.

Outras instituições, como a Companhia Municipal de Limpeza Urbana (COMLURB), a Secretaria Assistência Social, a Guarda Municipal, a Subsecretaria de Conservação, a Companhia de Engenharia de Tráfego, a Companhia de Iluminação Pública, bem como o Corpo de Bombeiros (este um órgão estadual) e as concessionárias: de serviços públicos (de energia, de água e esgoto e de gás canalizado) e de transportes (trem, metrô e BRT), possuem atribuições e/ou ações de relevância antes, durante e/ou depois das chuvas.

Cabe destacar que os mais diversos órgãos do poder público municipal desenvolveram, principalmente após o desastre de abril de 2010 (RIO DE JANEIRO, 2010b), diversas ações e projetos que tornaram a cidade do Rio de Janeiro mais resiliente

às chuvas fortes e/ou prolongadas (ABELHEIRA et al., 2020).

## 3 I PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DA FERRAMENTA

O processo de análise, planejamento e implementação de uma ferramenta estratégica deve se preocupar com todas as variáveis que poderão ser afetadas. PADOVEZE (2003), afirma que esse processo deve se apoiar em três elementos essenciais: i. Percepção, que está baseada no conhecimento da situação; ii. Formulação, escolha das estratégias apropriadas e iii. Implementação, colocar em prática a estratégia escolhida.

### 3.1 Percepção

Após conhecer, em 2010, a ferramenta de um Plano de Emergência elaborado por instituição de outro país, a DCMRJ verificou a utilidade da ferramenta e a necessidade de adequar a metodologia para as necessidades do órgão.

Assim sendo, técnicos da Defesa Civil, entre conceituados oficiais bombeiros e servidores qualificados de carreira do quadro da Prefeitura, trataram a construção desta ferramenta como um projeto a ser desenvolvido.

### 3.2 Formulação

No momento da formulação, onde diversas possibilidades devem ser levantadas para a escolha da melhor estratégia, uma das ferramentas de apoio utilizada é a técnica *Brainstorming*, conhecida também como “tempestade de ideias”.

Trindade et al. (2007), explica que no *brainstorming* todos os membros envolvidos no processo apresentavam suas ideias e o grupo chega a suas conclusões e que assim como as demais ferramentas da qualidade, ela é utilizada para auxiliar e dinamizar as reuniões, elaborar projetos, padronizar atividades.

Essa técnica foi utilizada e contribuiu na formulação da Matriz idealizada pela Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro. Segundo os relatos dos técnicos, foram realizados diversos encontros com os envolvidos no processo de elaboração. A princípio, reuniões internas para identificar as organizações a serem contempladas e algumas definições iniciais.

Com base na experiência de outras importantes e consolidadas metodologias, inspirado no Sistema de Comando de Incidentes (ICS na sigla em inglês) as instituições envolvidas foram divididas em 4 ramos (Segurança, Serviços Essenciais, Assistencial, Concessionárias). Em uma reunião geral, para nivelar conhecimento e esclarecer os objetivos e daí para frente foram realizadas reuniões específicas por ramo, visando estimular discussão, criar hipóteses, ouvir opiniões.

	PLANO DE EMERGÊNCIA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO <b>PEM-Rio</b>	Nome da Instituição: <b>XXX</b>
	<b>PROTOCOLO DE AÇÕES E RESPOSTA</b>	
1. <u>EVENTO:</u> Chuvas		
2. <u>CENÁRIOS CONSIDERADOS PELA INSTITUIÇÃO:</u>		
3. <u>ATRIBUIÇÕES DO ÓRGÃO:</u>		
4. <u>ÓRGÃOS DE APOIO CONSIDERADOS PELA INSTITUIÇÃO:</u>		ATRIBUIÇÕES DE CADA ÓRGÃO
5. <u>CONTATOS:</u>		
Titular:	Tel:	E-mail:
Suplente:	Tel:	E-mail:

Figura 1 - Formulário padrão para preenchimento dos órgãos

Fonte: Arquivo próprio da SUBPDEC, 2010

Com base nisso, definimos um formulário padrão, conforme figura 1, a ser preenchido pelos órgãos envolvidos. Os órgãos responderam os formulários descrevendo suas atribuições dentro dos cenários considerados, assim como colocando as instituições que atuam no apoio de suas atividades.

### 3.3 Resultado (Matriz de Atividades x Responsabilidades pronta)

As informações obtidas pelos formulários, foram analisadas e condensados em 34 atividades, divididos em 11 (onze) áreas (Mobilização, Condição das Chuvas, Drenagem, Tráfego, Segurança Global, Resgate, Auxílio Operacional, Imprensa, Assistência Social, Saúde e Meio Ambiente). Segundo os técnicos da Defesa Civil, as atividades buscavam contemplar, direta ou indiretamente, as colocações dos órgãos no formulário padrão, assim como envolver as instituições consideradas como apoio e o resultado foi mapeado na matriz, conforme apresentado na figura 2.

		MATRIZ DE ATIVIDADES x RESPONSABILIDADES																																		
Nome da Matriz		Atualização	Responsável		Páginas																															
 <b>CHUVAS (Área 1 - Função 1.1)</b>		VER/SB03-19M02/11	DEFESA CIVIL MUNICIPAL		1																															
		ORGANIZAÇÕES RESPONSÁVEIS E PARTICIPANTES																																		
ATIVIDADES		PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES														SISTEMAS DE DEFESA CIVIL										APOIO OPERACIONAL										
		SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA	SECRETARIA
INSTITUIÇÃO	S.5.1 Manter o equipamento em condições de funcionamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.2 Manter disponível e atualizado no quadro de comunicação com o Sistema de Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro, bem como manter disponível o telefone de emergência 152/153	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.3 Atuar, quando da identificação de uma ocorrência, no dever de prestar socorro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.4 Manter em condições de funcionamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
INTERESSADO	S.5.5 Atualizar o Sistema de Alerta e Atenuar e Informar o Diretor do Sistema de Defesa Civil e população	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.6 Manter e avaliar a rede de comunicação de emergência de ocorrência	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TERCEIRO	S.5.7 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.8 Manter e avaliar a rede de comunicação de planejamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
TERCEIRO	S.5.9 Elaborar plano de distribuição de rede de trabalho	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.10 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.11 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.12 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.13 Solicitar as informações necessárias para a elaboração do plano de distribuição de trabalho	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.14 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.15 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.16 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.17 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.18 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.19 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.20 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.21 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.22 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.23 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.24 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.25 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.26 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.27 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.28 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CONDIÇÃO DE CUMPRIMENTO	S.5.29 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S.5.30 Manter e avaliar a rede de comunicação de trabalho dentro da rede de comando	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura 2 - Matriz de Atividades x Responsabilidades para Chuvas Fortes

Fonte: Arquivo próprio da SUBPDEC, 2010

Cada uma das 34 atividades possui Responsável Principal (RP), Responsável (R) e Participante (X), diferenciando os graus de hierarquia e responsabilidade para cada atribuição:

- Responsável Principal: “Dono” - todas as atividades devem possuir um que define Onde, Quando e Como deve ser a atuação.
- Responsáveis: Instituições que possuem ação complementar importante, atuam de forma integrada com o responsável principal, sem ferir a hierarquia e atribuição primária do RP.
- Participantes: Também denominados “Apoio” ou “Acompanha”, são as instituições que não atuam diretamente na atribuição, mas que podem possuir alguma ação indireta ou correlacionada.

## 4 | DIVULGAÇÃO DA METODOLOGIA E USO PRÁTICO

Muito embora esta ferramenta não tenha sido oficializada para uso da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro na época da elaboração (em 2010), a mesma serviu de base para outras instituições.

Desde então, a Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro apresenta a metodologia

em alguns eventos. Em setembro de 2012, durante uma aula do curso de Pós Graduação Lato Sensu em Gestão do Conhecimento e Inteligência Empresarial – DEFESA CIVIL, a construção desta ferramenta foi apresentada para os participantes, representantes de renome de várias instituições, em especial de órgãos de Defesa Civil.

Atualmente, a Defesa Civil Estadual do Rio de Janeiro não apenas utiliza como estimula o uso da Matriz de Atividades x Responsabilidades pelas outras Defesas Cíveis Municipais nos seus respectivos Planos de Emergência e/ou Planos de Contingência (foi constatado que a Defesa Civil de Petrópolis utiliza sistematicamente). O poder público municipal do Rio de Janeiro também utilizou esta metodologia no Plano Verão 2017/2018, cujas ações foram coordenadas pelo Centro de Operações Rio, conforme será detalhado a seguir.

#### 4.1 Planejamento do Plano de Ação frente as chuvas com uso da Matriz de Atividades x Responsabilidades

O planejamento teve início em meados de outubro de 2017 com a participação de representantes das principais instituições públicas municipais envolvidas na atuação, com base no seguinte esquema de organização de documentos:

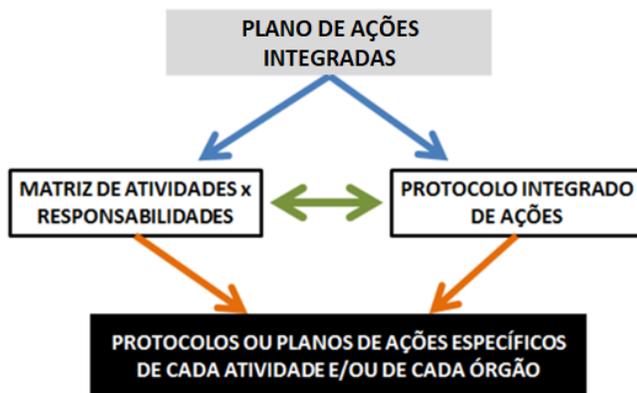


Figura 3 - Organização dos documentos para o Plano Verão 2017/2018

Fonte: Elaboração própria, 2017

A Matriz de Atividades x Responsabilidades foi parte primordial da elaboração do Plano Verão 2017 x 2018 em todas as fases. Cabe destacar que teve algumas adaptações e adequações em relação ao produto desenvolvido em 2010.

A Figura 4 a seguir mostra uma parte desta Matriz atualizada para o referido Plano, ilustrando as dez primeiras atividades e os respectivos órgãos envolvidos, seja como Responsável Principal (RP), como Responsável (R) ou como órgão de Apoio e/

ou Participação/Acompanhamento (A). As demais atividades, no total são 31, englobam outras frentes de atuação e estão divididas em áreas como: Tráfego; Segurança Global; Resgate; Auxílio Operacional; Saúde e Assistência Social; Integração (além das áreas de Mobilização; Condição das Chuvas e Drenagem - que já aparecem na figura a seguir).

Nome da Matriz		Versão		Estágio Operacional												
<b>CHUVAS FORTES E/OU PROLONGADAS NA CIDADE</b> <b>AÇÕES DOS PRINCIPAIS ÓRGÃOS COM ATRIBUIÇÕES DIRETAS</b> <b>NA IMINÊNCIA E DURANTE A CHUVA</b>		14/11/17 (versão 1.0)		<b>NORMALIDADE</b>												
		ORGANIZAÇÕES RESPONSÁVEIS E PARTICIPANTES														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>ATIVIDADES E RESPECTIVOS RESPONSÁVEIS OU PARTICIPANTES</b>		<b>DEFESA CIVIL</b>	<b>COR</b>	<b>COMENI</b>	<b>GM</b>	<b>CEF-RIO</b>	<b>COMLURB</b>	<b>RIOLUZ</b>	<b>CONSERVAÇÃO</b>	<b>ALERTA RIO</b>	<b>GEO RIO</b>	<b>RIO ÁGUAS</b>	<b>SMS</b>	<b>CONC. SERVIÇOS PÚBLICOS</b>	<b>CONC. TRANSPORTE</b>	<b>SAÚDE</b>
MOBILIZAÇÃO	1 Manter equipe emergencial de sobreaviso / prontidão	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	2 Manter disponíveis e atualizados os canais de comunicação com o Sistema de Defesa Civil da Cidade do Rio de Janeiro, bem como enviar (quando solicitado) representante para o COR	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	3 Acionar (informar e mobilizar), conforme protocolo de mudanças de Estágios Operacionais, os órgãos responsáveis	R	RP	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
CONDIÇÃO DAS CHUVAS	4 Monitorar as condições meteorológicas e atualizar o Sistema Alerta Rio	A	A							SP						
	5 Ativar o Sistema de Alerta e Alarme Comunitário (envio de SMS e acionamento de Sirenes), informar os órgãos do Sistema de Defesa Civil e a população	RP	A							R						
	6 Avaliar o risco e/ou ocorrência de deslizamentos de encostas	R	A							R	RP					
DRENAGEM	7 Monitorar e avaliar o risco e/ou ocorrência de transbordamento de rios e lagoas, inclusive, se necessário, participar da operação de comportas	A	R							A				RP		
	8 Monitorar e avaliar a ocorrência de alagamentos	A	R		A	A				R	A			RP		
	9 Efetuar limpeza e desobstrução de ralos e bueiros							RP	R			A				
	10 Efetuar a desobstrução do sistema de micro drenagem							A	RP			A				

Figura 4 - Matriz de Atividades x Responsabilidades (em parte)

Fonte: Acervo próprio do autor, 2017

Convém destacar que a utilização desta ferramenta não significa apenas a atuação na fase da resposta (após o desastre), mas, engloba, de uma forma mais ampla, em especial na elaboração e divulgação da mesma, a mobilização, o envolvimento e o estudo, visando a discussão e o entendimento, das ameaças e das vulnerabilidades da cidade e a RRD. Portanto, segue o preconizado na já citada Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDC), Lei Federal 12.608.

O Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres, documento norteador das ações de RRD à nível global, destaca, na sua “Prioridade 4”, a importância de ações integradas na preparação para a resposta (UNISDR, 2015).

Assim sendo, a Matriz de Atividades x Responsabilidades – Plano Verão 2017/2018, foi incorporada, de forma inédita, na operação integrada do Centro de Operações Rio na vigência do Plano, como ilustra a Figura 5 com as fotos a seguir:



Figura 5. Exemplos de divulgação da Matriz de Atividades x Responsabilidades na Sala de Controle do COR

Fonte: Acervo próprio do autor, 2017

## 5 | CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos observados durante os estudos sobre a matriz de Atividade X Responsabilidade, ferramenta idealizada pela Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro em 2010, constatou-se sua fundamental importância na utilização para a coordenação das ações integradas de tomada de decisão. Também foi possível identificar o seu funcionamento aplicado em situações que integram atribuições de diversos setores e como auxilia a definir “Quem faz”, no caso o responsável e “O que” identificando qual atividade será realizada por cada um.

A utilização da Matriz de Atividades x Responsabilidades para Chuvas Fortes e/ou Prolongadas no Plano Verão 2017/2018 da Cidade do Rio de Janeiro, foi de fundamental importância na mobilização, ilustração e organização das atribuições das instituições envolvidas nas ações na iminência, durante e depois das chuvas.

Foi, ainda, relevante ao potencializar a idealização e desenvolvimento de outras inovações na gestão das ocorrências, como por exemplo, a implantação do grupo Equipe Gestão de Crise (EGC), que possibilitou a troca de informações, por meio de uma comunicação adequada e em tempo real, de todos os acontecimentos relacionados às chuvas.

UNFCCC (2015) destaca que aumentar a capacidade adaptativa, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas é um objetivo global. Portanto, o uso desta ferramenta busca tornar a cidade mais preparada para os impactos atuais e futuros.

Além disso, a utilização da Matriz de Responsabilidades possibilitou que objetivos preconizados pela Lei 12.608/12, fossem alcançados, sendo assim, mostrou mais uma vez, sua eficácia, como um mecanismo organizador de ações e responsabilidades a serem implementado de forma clara e objetiva pelos Órgãos atuantes do sistema.

Diante disso, e principalmente por já ter sido aderida e testada pela Defesa Civil Estadual do Rio de Janeiro, pela Prefeitura Municipal de Petrópolis e, principalmente, pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, entendemos que a implantação e utilização, oficial e em larga escala, contribuiria aos planos de emergência e contingência para maior eficiência nos seus processos durante e depois das chuvas fortes e/ou prolongadas, assim como para outros tipos de desastres.

## REFERÊNCIAS

- ABELHEIRA, M.; LIMA, A. A.; GOMES, O. S.; NUNES, K. R. A.; DOMINGUES, J. L. P.; CAMACHO, A. L. N.; OLIVEIRA, A. L. M.; CHAGAS, L. V.; SILVA, S. C. R.; ARAÚJO, D. G. M.; COSTA, S. M.; PAES, N. M. (2020). **Resiliência para os mais vulneráveis frente às chuvas fortes e/ou prolongadas: estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro**. In: Ensido da Geografia e a Formação de Professores, capítulo 9. Atena Editora 2020. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3471>. Acesso em: 02/09/2020.
- ABELHEIRA, M.; GOMES, O. S.; AGUIAR, I. S.; FILHO, S. G. R. S. (2019a). **Sirenes de Alarme para Deslizamentos de Encostas: A Experiência Precursora da Cidade do Rio de Janeiro**. Revista Mosaicos: Estudos em Governança, Sustentabilidade e Inovação, Curitiba, v.1, n.1, p 48-63, ago. 2019. Disponível em: <http://revistamosaicos.isaebrasil.com.br/index.php/EGS>. Acesso em: 02/09/2020.
- ABELHEIRA, M.; AGUIAR, I. S.; NUNES, K. R. A.; GOMES, O. S.; LIMA, A. A.; CHAGAS, L. V.; ALVES, L. A. M.; MARTINS, P. (2019b). **Elaboração de uma Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos: Caso da Cidade do Rio de Janeiro**. In: Redução de Riscos de Desastres – Métodos e Práticas, capítulo 8. Atena Editora 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/2274>. Acesso em: 02/09/2020.
- BRASIL (2012). **Lei Federal 12.608 - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm). Acesso em 02/09/2020.
- IBGE (2019). **Brasil em síntese: Município do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>.
- LIMA, A. A.; GOMES, O. S.; ABELHEIRA, M.; MANDARINO, F. C.; MARTINS, P. R.; NUNES, K. R. A.; CHAGAS, L. V. (2020). **Resultados da Aplicação da Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos na Cidade do Rio de Janeiro: Comparação entre os verões 2017/18 e 2018/19**. In: Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, capítulo 7 – Atena Editora 2020. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3069>. Acesso em: 02/09/2020.
- MEIRELES, Manuel (2001). **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.
- MOTTA, M.; ABELHEIRA, M.; GOMES, O.; FONSECA, W.; BESEN, D. (2014). **Rio de Janeiro Community Protection Program** in Anais of 4th International Conference on Building Resilience. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009228>. Acesso em 02/09/2020.
- PADOVEZE, Clóvis Luís (2003). **Controladoria Estratégica e Operacional**. São Paulo: Thomson, 2003.

RIO DE JANEIRO (2010a). **Decreto Municipal 33.322 - Cria o Centro de Operações Rio**. Disponível em: <http://doweb.rio.rj.gov.br/porta/visualizacoes/jornal/1082/#/p:3/e:1082>. Acesso em 02/09/2020.

RIO DE JANEIRO (2010b). **Decreto Municipal 32.081. Declaração de Situação de Emergência**. Disponível em: <http://doweb.rio.rj.gov.br/porta/visualizacoes/pdf/1119#/p:3/e:1119?find=32081>. Acesso em 02/09/2020.

RIO DE JANEIRO (2020). **Obras de combate a enchentes na Grande Tijuca**. Disponível em: <https://www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas/obras-e-parcerias>. Acesso em 02/09/2020.

SUBPDEC (2019), Subsecretaria de Proteção e Defesa Civil Municipal. **Arquivos Diversos**. Rio de Janeiro. Documentos e informações disponibilizadas em 2019.

TRINDADE, C.; REZENDE, J. L. P.; JACOVINE, L. A. G.; SARTÓRIO, M. L.

**Ferramentas da qualidade – Aplicação na atividade florestal**. Viçosa: UFV, 2ed. 2007.

UNISDR (2015). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Disponível em: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>. Acesso em 02/09/2020.

UNFCCC (2015). **Paris Agreement**. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em 02/09/2020.

UNISDR (2017). **Global Platform for Disaster Risk Reduction**. Disponível em: [bit.ly/dcrjnplataformaglobal](http://bit.ly/dcrjnplataformaglobal). Acesso em 02/09/2020.

# CAPÍTULO 9

## INSTRUMENTO DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA): EXPERIÊNCIA NO PROJETO “FLORESTA PROTETORA DE MANANCIASIS”

Data de submissão: 13/10/2020

### **Werly Barbosa Soeiro**

Faculdade Laboro  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/3112334219970522>

### **Karlene Fernandes de Almeida**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/2143169528858079>

### **Gabriel Silva Dias**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/6137538040793705>

### **Adriely Sá Menezes do Nascimento**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/5526561754186542>

### **Claudio Marcos Carneiro Cutrim**

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/4008406603489660>

### **Stephen Santos Caldas**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/4053907244543099>

### **Adriano Nascimento Aranha**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/3168631030040625>

### **Kamila de Jesus Silva Sousa**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/5036644331260445>

### **Leandro Silva Costa**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/9279881104586543>

### **Rayanne Soeiro da Silva**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/0660801184236652>

### **Vitória Karla de Oliveira Silva**

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA  
São Luís – MA  
<http://lattes.cnpq.br/5295042120896737>

**RESUMO:** O instrumento de pagamento por serviços ambientais (PSA) é um mecanismo voltado exclusivamente para promover o financiamento da proteção e restauração ambiental como forma de complementar e reforçar as regulações existentes. Sendo assim, o trabalho objetivou mostrar os resultados da experiência executada no Projeto Floresta Protetora de Mananciais. O Projeto foi implantado na Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parque Estadual do Bacanga, pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), no âmbito do Programa Maranhão Verde. O Projeto foi desenvolvido entre os meses de abril de 2019 e março de 2020 e contou com 262 famílias que já desenvolviam atividades de conservação e recuperação na área. As

atividades foram executadas através de capacitações e trabalhos de campo, principalmente voltados à produção e plantio de mudas de espécies arbóreas/florestais. Os resultados mostraram que a iniciativa proporcionou elevado nível de recuperação das áreas degradadas do Parque; a elevação da renda e a melhoria das condições de vida da população envolvida e; comprovou que o pagamento por serviços ambientais (PSA) é um excelente mecanismo de desenvolvimento sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Unidade de conservação. Áreas degradadas. Recuperação.

### **PAYMENT INSTRUMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES (PSA): EXPERIENCE IN THE PROJECT “FOREST PROTECTIVE FORWARDERS”**

**ABSTRACT:** The instrument for payment for environmental services (PES) is a mechanism aimed exclusively at promoting the financing of environmental protection and restoration as a way of complementing and reinforcing existing regulations. Thus, the work aimed to show the results of the experience carried out in the Protective Water Source Project. The Project was implemented in the Integral Protection Conservation Unit of Bacanga State Park, by the State Secretariat for the Environment and Natural Resources (SEMA), within the scope of the Maranhão Verde Program. The Project was developed between the months of April 2019 and March 2020 and had 262 families that were already carrying out conservation and recovery activities in the area. The activities were carried out through training and fieldwork, mainly aimed at the production and planting of tree / forest species seedlings. The results showed that the initiative provided a high level of recovery for the degraded areas of the Park; raising income and improving the living conditions of the population involved and; proved that payment for environmental services (PES) is an excellent mechanism for sustainable development.

**KEYWORDS:** Coneservation unit. Degraded areas. Recovery.

## **1 | INTRODUÇÃO**

Os ecossistemas naturais nos fornecem os chamados serviços ambientais, com diversos benefícios como: regulação climática, proteção dos ciclos hidrológicos, armazenamento e sequestro de carbono, conservação da biodiversidade, conservação e regeneração dos solos, dentre outros. Esses serviços proporcionam as condições e os processos que dão suporte à vida e, de maneira direta ou indireta, contribuem para a sobrevivência e o bem-estar humano (ROBERTSON; WUNDER, 2005; MIRANDA et al., 2006; FAO, 2007; ISA, 2007).

Todavia, com o aumento da degradação ambiental, devido as externalidades ou interferências antrópicas, os recursos naturais vêm sendo cada vez mais ameaçados, surgindo assim, a necessidade de repensar as políticas públicas, principalmente no que tange aos instrumentos de gestão ambiental, a fim de assegurar um relacionamento mais amigável com o meio ambiente, uso racional dos recursos naturais e, menor contaminação de mananciais (FAO, 2007; OLIVEIRA; ALTAFIN, 2008; JARDIM; BURSZTYN, 2015).

A FAO (2004) define o instrumento de pagamento por serviços ambientais (PSA) como

um mecanismo de compensação flexível baseado no princípio do “provedor-recebedor”, no qual os fornecedores de serviços ambientais são pagos pelos beneficiários desses serviços. Atualmente, os programas que utilizam o PSA são considerados mecanismos promissores para o financiamento da proteção e restauração ambiental como forma de complementar e reforçar as regulações existentes.

Dessa forma, o PSA surge como um caminho para nos aproximarmos do desenvolvimento sustentável, sendo definido como aquele socialmente incluyente e ambientalmente e economicamente sustentado ao longo das gerações (ROMEIRO, 1996; ECODEBATE, 2007).

O Ministério do Meio Ambiente (2011) afirma que, atualmente, no Brasil, os esquemas de pagamentos por serviços ambientais se multiplicam rapidamente, sejam eles privados (coordenados e financiados com recursos de empresas e ONGs) ou públicos (impulsionados e financiados por governos sejam eles municipal, estadual e federal).

Diversos estados e municípios já aprovaram leis específicas para o PSA, entre eles está o Maranhão que, através da Lei nº 10.595 de 24 de maio de 2017, instituiu o Programa “Maranhão Verde”, cujo objetivo é fomentar e desenvolver projetos voltados para apoio à conservação e recuperação ambiental (MARANHÃO, 2017a). O Programa foi regulamentado pelo Decreto Estadual nº 32.969 de 5 de junho de 2017, que, por sua vez, sofreu alterações através do Decreto nº 35.610 de 12 de fevereiro de 2020 (MARANHÃO 2017b; MARANHÃO, 2020). Nesse último, no inciso II do Art. 4º e Art. 5º, além do Programa fomentar e desenvolver projetos, deve:

Promover a cidadania, a melhoria das condições de vida e a elevação da renda da população em situação de pobreza ou extrema pobreza que exerça atividades de conservação e recuperação dos recursos naturais nas áreas definidas no art. 4º da Lei nº 10.595, de 24 de maio de 2017 (...). Capacitação da população local via ensino de práticas produtivas e extrativistas sustentáveis, bem como apresentação de novas tecnologias e de práticas voltadas à conservação e à preservação do meio ambiente, a exemplo dos sistemas agroecológicos e agroflorestais (MARANHÃO, 2020, p. 1).

As áreas definidas no Art. 4º da Lei Nº 10.595, são: I - unidades de conservação; II - territórios ocupados por ribeirinhos, extrativistas e comunidades tradicionais e; III - outras áreas definidas como prioritárias por ato do Poder Executivo” (MARANHÃO, 2017a).

O Programa, alia conservação ambiental, a promoção da cidadania e a elevação de renda da população atendida através de repasses bimestrais, denominados de Bolsa Maranhão Verde, desde que atendidas as condições definidas nos artigos 5º e 6º da referida Lei:

Art. 5º As famílias interessadas em receber recursos financeiros do Programa Maranhão Verde deverão atender, cumulativamente, às seguintes condições: I - encontrarem-se em situação de extrema pobreza; II - estarem inscritas em Cadastro do Governo do Estado e/ou do Governo Federal para acesso

a Programas Sociais; III - desenvolverem atividades de conservação e recuperação nas áreas previstas no art. 4º. Art. 6º Para receber os recursos financeiros do Programa referenciado, a família beneficiária deverá: I - inscrever-se em Cadastro do Governo do Estado e/ou do Governo Federal para acesso a Programas Sociais; II - aderir ao Programa por meio da assinatura de Termo de Adesão por parte do responsável pela família beneficiária, no qual serão especificadas as atividades de conservação e recuperação a serem desenvolvidas (MARANHÃO, 2020, p. 2).

Portanto, percebe-se que em nível federal e do Estado do Maranhão, foram criadas e implantadas leis de proteção ambiental. Entre essas encontramos: a Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (BRASIL, 2000) e; a Medida Provisória Nº 98, de 13 de junho de 2011, que institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza do Maranhão (SEUC) (MARANHÃO, 2011), estabelecem critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (UC's).

Os Parques Estaduais são criados pelo Governo do Estado e fazem parte do grupo das Unidades de Proteção Integral, cujo objetivo é:

Preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo sustentável (MARANHÃO, 2011, p. 5).

A Medida Provisória nº 98/2011, em seu inciso II, ressalta a importância da conservação da natureza pelo ente estadual, de modo que se possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras e, garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral (MARANHÃO, 2011).

Nesse sentido, o Governo do Maranhão, através da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), no âmbito do Programa Maranhão Verde, executou na Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parque Estadual do Bacanga, o Projeto "Floresta Protetora de Mananciais", visando a conservação e recuperação das nascentes e margens dos Rios, matas ciliares e áreas de recarga nas regiões do reservatório do Batatã e do Rio da Prata, através do plantio de espécies arbóreas, com fins de recuperação das áreas degradadas do Parque. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo mostrar os resultados da experiência executada no projeto "Floresta Protetora dos Mananciais", no âmbito do Programa Maranhão Verde.

## 2 I MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

O estado do Maranhão fica na região Nordeste e tem como Capital o município de São Luís, que, junto com os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar, formam a Ilha de Upaon-açu (Figura 1).

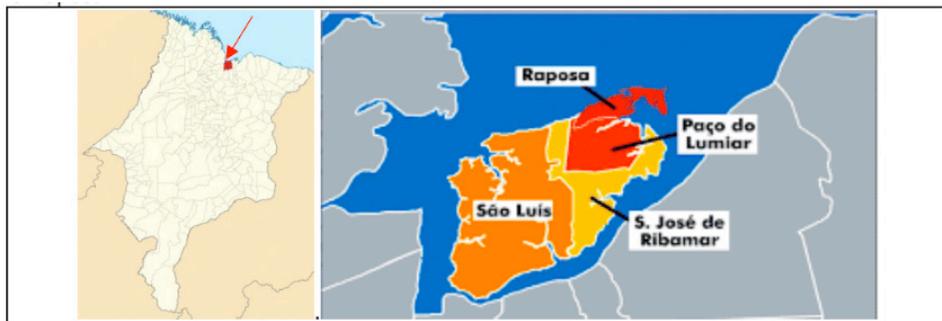


Figura 1 – Ilha de Upaon-açu – Municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa.

Fonte: <https://www.google.com/search?q=mapa+da+ilha+de+s%C3%A3o+luis+do+maranh%...> (2020).

O Projeto “Floresta Protetora de Mananciais”, foi desenvolvido na Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parque Estadual do Bacanga, entre os meses de janeiro de 2019 a março de 2020. A UC está localizada geograficamente no município de São Luís e inserida, em sua totalidade, dentro da Bacia hidrográfica do Bacanga, na porção Centro-Oeste da Grande Ilha (Figura 2).

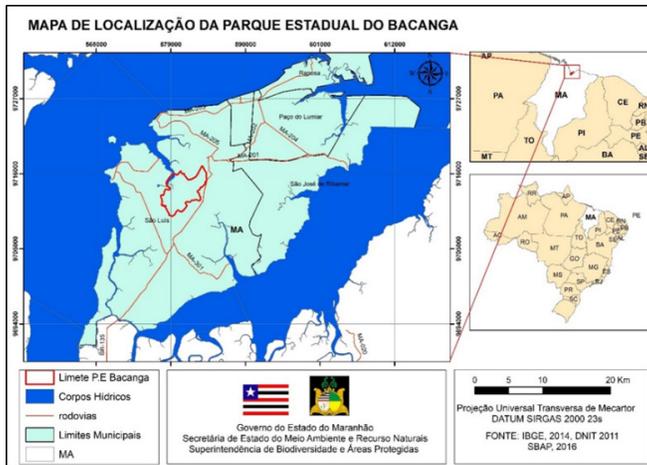


Figura 2. Localização do Parque Estadual do Bacanga

Fonte: SBAP-SEMA, 2017.

## 2.2 Procedimentos técnicos

O Projeto previa a produção e plantio de mudas, assim como, capacitações na área da educação ambiental com carga horária de 8 horas cada. As capacitações contemplaram todos os membros fixos das famílias beneficiárias e ocorreram de forma pedagógica envolvendo teoria e prática.

As famílias aptas a participarem do Projeto foram selecionadas de acordo com os critérios do Decreto nº 32.969/2017, em seu Art. 11º, no qual determina que o beneficiário resida e desenvolva atividades de conservação e recuperação na área e que esteja inscrito em Cadastro do Governo do Estado e/ou do Governo Federal para acesso a programas sociais. Após a seleção, os beneficiários assinaram um Termo de Adesão ao Projeto, que estabeleceu a realização de atividades semanais.

Houve a inscrição e cadastramento de 262 famílias que foram divididas em seis grupos de trabalho: G1, G2, G3, G4, G5 e G6. As famílias cadastradas recebiam bimestralmente a Bolsa Maranhão Verde, no valor de R\$ 300,00, mas, para ter acesso à Bolsa Maranhão Verde, os beneficiários tiveram que participar, obrigatoriamente, de 60% das atividades e capacitações realizadas semanalmente. Esse controle era feito após o término de cada atividade, onde os beneficiários assinavam uma frequência. As atividades eram realizadas no turno da manhã, das 08:00 às 12:00 h, com revezamento dos grupos de trabalho.

Para definição das áreas de plantio no Parque Estadual do Bacanga, os estudos inicialmente foram focados no reconhecimento das áreas, utilizando metodologia de sensoriamento remoto através de análises de imagens de satélites da região para identificar

áreas com certo grau de alteração do meio físico ocasionado pela remoção da cobertura vegetal.

A técnica para a recuperação de áreas degradadas utilizada para o plantio das mudas, foi a nucleação, que consiste na formação de “ilhas” ou núcleos de vegetação com espécies com capacidade ecológica de melhorar significativamente o ambiente, facilitando a ocupação dessa área por outras espécies. Nesses núcleos há incremento das interações interespecíficas, envolvendo interações planta-planta, plantas-microorganismos, plantas-animais, níveis de predação e associações e os processos de reprodução vegetal, como a polinização e a dispersão de sementes (EMBRAPA, 2012).

Visando garantir a produção das mudas que foram utilizadas no Projeto, foram construídos três viveiros nas seguintes dimensões: 15 x 30 m; 7,10 x 24,40 m e 7,35 x 20 m, totalizando 770,24 m<sup>2</sup> de área construída e altura de pé direito de 2,50 m. Os viveiros foram construídos na área do Batalhão de Polícia Ambiental (BPA) localizado dentro do Parque.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades ocorreram em campo e nos viveiros localizados no BPA, e consistiram em: produção de mudas, limpeza dos viveiros, irrigação das mudas, abertura de covas, adubação, plantio, tutoramento de mudas e replantio.

De acordo com Simões & Andrade (2013) a capacitação é extremamente importante na elaboração de esquemas de PSA's consistentes, visto que geram a requisitada confiança entre todos os grupos de interesse. Durante o Projeto, foram então realizadas nove capacitações com as famílias envolvidas. Foram elas: i) capacitação sobre educação ambiental, em que buscou-se a conscientização sobre a importância de se preservar as matas ciliares, recuperar áreas queimadas, ações de gerenciamento, descarte adequado e reutilização de resíduos; ii) capacitação sobre estratégias alternativas ao uso de queimada, especialmente na agricultura, como por exemplo, a adubação e rotação de culturas; iii) capacitação de reconhecimento da vegetação do Parque, em que detalhou-se as diferentes fitofisionomias, focando-se nas áreas com prioridade de ação (áreas de nascente, cursos dos rios, áreas queimadas e/ou desmatadas; iv) capacitação para apresentação do *layout* do viveiro, suas funcionalidades, importância e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), higiene e limpeza do ambiente local e manutenção; v) capacitação para a conscientização da importância da coleta de sementes, de acordo com o calendário anual de coleta de sementes da região. No ensejo, também foram apresentados os tipos de germinação e metodologias de quebra de dormência de espécies nativas da área, bem como, mostrou-se as metodologias de armazenamento e acondicionamento das sementes das diferentes espécies; vi) capacitação para apresentação dos meios de semeadura em canteiros, semeadura direta, desbaste, repicagem, irrigação e dança das plântulas; vii) capacitação para reconhecimento e formulação dos tipos de adubo, substrato, e as técnicas

de adubação alternativas com cinza, casca de arroz e esterco; viii) capacitação sobre os tipos de controle de pragas e doenças, utilizando métodos alternativos e; ix) capacitação sobre os métodos e manejo de irrigação e fertirrigação.

A produção das mudas ocorreu após a capacitação técnica, em que os beneficiários foram à campo fazer a coleta e plantio das sementes existentes no Parque, em cumprimento às atividades semanais obrigatórias. Santos et al. (2018) relataram que a produção de mudas nativas com destino a recuperação de áreas degradadas e arborização urbana é uma das principais estratégias de gestão ambiental para mitigação dos entraves que impossibilitam a manutenção da biodiversidade. As mudas começaram a ser produzidas em janeiro de 2019, sendo produzidas 8.442 mudas de espécies já existentes no local (Tabela 1).

<b>Espécie</b>	<b>Quantidade</b>
Juçara ( <i>Euterpe oleraceae</i> )	4.738
Aroeira ( <i>Myracrodruon urundeuva</i> )	2.171
Ipê Amarelo ( <i>Handroanthus serratifolius</i> )	862
Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> )	254
Jatobá ( <i>Genipa americana</i> )	202
Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )	152
Oiti ( <i>Licania tomentosa</i> )	63
<b>Total de Mudanças</b>	<b>8.442</b>

Tabela 1. Quantitativo de mudas produzidas, por espécie, nos viveiros do Projeto “Floresta Protetora de Mananciais, Parque Estadual do Bacanga, São Luís – MA

Fonte: INAPEM (2019).

Para controle da produção, foram feitas anotações do dia e da quantidade de mudas produzidas nos viveiros no mês de março, afim de comparação da quantidade produzida referente a esse mês com as outras mudas, totalizando 26.507 mudas produzidas só no mês de março (Tabela 2).

Data da Contagem	Quantidade
07/03/2019	20.372
13/03/2019	785
14/03/2019	570
15/03/2019	1.165
18/03/2019	1.208
19/03/2019	2.407
<b>Total</b>	<b>26.507</b>

Tabela 2. Controle das datas e quantitativo de mudas produzidas nos viveiros do BPA

Fonte: INAPEM, 2019.

Considerando o quantitativo de mudas produzidas até então no Projeto Floresta Protetora de Mananciais, conforme evidenciam as tabelas 2 e 3, foram contabilizadas **34.949** mudas, que correspondem **72,81%** em relação ao estabelecido no item III (80% da capacidade máxima de produção de mudas de cada viveiro em cada ciclo de produção), que é 48.000 mudas.

Quanto ao plantio de mudas, foi possível realizá-lo em sete (7) áreas do Parque, totalizando 37,85 ha de área plantada (Tabela 3). Até o mês de março de 2020, foram plantadas nos locais definitivos 6.210 mudas, das espécies barrigudeira (*Ceiba pentandra*), faveira (*Stryphnodendron* sp.), unha de gato (*Mimosa caesalpinifolia* Benth), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), jenipapo (*Genipa americana*), murici (*Byrsonima crassifolia*), gororoba (*Aspidosperma oblongum*), cajú (*Anacardium occidentale*), pente de macaco (*Apeiba tibourbou*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), cajá (*Spondias mombin*), puçá (*Mouriri pusa*), ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e ipê amarelo (*Handroanthus serratifolius*).

Ponto	Localidade	Área (hectares)
Área 1	BPA/Batatã	2,56
Área 2	Batatã	12,5
Área 3	Prata	4,59
Área 4	Batatã/Rec.Verde	14,5
Área 5	Ferventa/alegre	0,35
Área 6	Ferventa/alegre	1,96

Área 7	Ferventa/alegre	1,39
<b>Total</b>		<b>37,85</b>

Tabela 3. Detalhamento das áreas de plantio, no Parque Estadual do Bacanga, São Luís – MA.

Fonte: SEMA, 2019.

Quanto à execução dos plantios, os beneficiários tiveram a orientação técnica da equipe da SEMA. A Figura 3, mostra com maior clareza de detalhes as áreas de plantio.

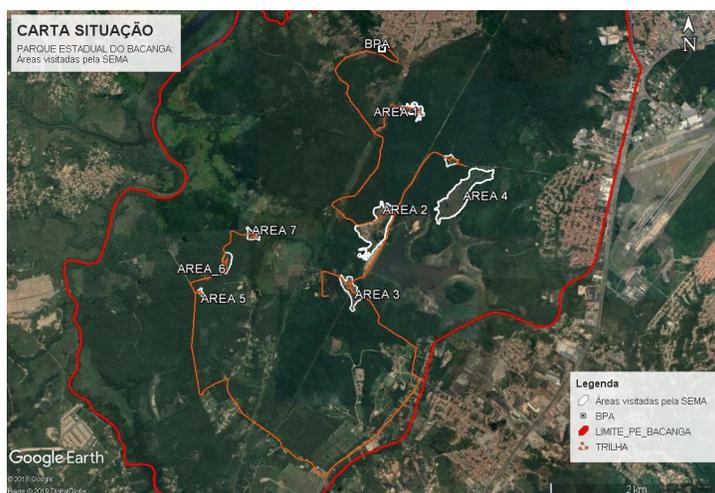


Figura 3. Localização das áreas de plantio das espécies arbóreas, no Parque Estadual do Bacanga, São Luís – MA

Fonte: Google Earth; SEMA (2020).

## 4 | CONCLUSÃO

O trabalho executado pelas famílias em parceria com a equipe técnica da SEMA alcançou um elevado nível de recuperação das áreas degradadas do Parque Estadual do Bacanga, com ênfase para a recomposição florestal das nascentes e margens do Rio da Prata, assim como das matas ciliares e áreas de recarga nas regiões do reservatório do Batatã.

Através de todas essas intervenções, espera-se que os sujeitos envolvidos possam vir a criar uma consciência ecológica e ambiental, no médio e longo prazo, no sentido de preservar as espécies locais para as futuras gerações. A Bolsa Verde serviu apenas como um incentivo inicial para as famílias envolvidas, pois, apesar de ser uma proposta interessante para a melhoria das condições de vida da população local, o que deverá se perpetuar são as ações mitigadoras de desmatamento, queimadas e mal uso dos solos.

Os resultados obtidos demonstraram que o Pagamento por serviços ambientais (PSA) é um excelente mecanismo de desenvolvimento sustentável.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. 2000. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>. Acesso em: 08.out.2020.

ECODEBATE. **Para Ignacy Sachs desenvolvimento exige tripé econômico, ambiental e social**. Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/index.php/2007/10/31/para-ignacy-sachs-desenvolvimento-exige-tripe-economico-ambiental-e-social>. Acesso em: 28 set.2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Estratégias de recuperação e regeneração natural com manejo de nucleação**. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/codigo-florestal/nucleacao>. Acesso em: 04.out. 2020.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Payment schemes for environmental services in watersheds**. Land and Water Discussion Paper 3. 2004. Roma: FAO. 88p.

\_\_\_\_\_. **Paying farmers for environmental services**. 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a1200e/a1200e00.htm>. Acesso em: 04.out.2020.

ISA. Instituto Socioambiental. **Instrumentos econômicos e financeiros para a conservação ambiental no Brasil**. Brasília: ISA, 2007.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 353-360. 2015.

MARANHÃO. **Lei Nº 9.413 de julho de 2011**. 2011. Disponível em: <http://stc.ma.gov.br/legislacao/documento/?id=4487>. Acesso em: 05.out.2020.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 10.595, de 24 de maio de 2017a**. 2017. Disponível em: <http://stc.ma.gov.br/legislacao/documento/?id=4734>. Acesso em: 05.out.2020.

\_\_\_\_\_. **DECRETO Nº 32.969, de 05.06.2017. 2017b. 2017**. Disponível em: [http://www.informanet.com.br/Prodinfo/boletim/2017/ce/decreto\\_32969\\_23\\_2017.html](http://www.informanet.com.br/Prodinfo/boletim/2017/ce/decreto_32969_23_2017.html). Acesso em: 04.out. 2020.

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 35.610 DE 12/02/2020**. 2020. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=389914&cmp=75>. Acesso em: 05.out. 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília. 2011. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/estruturas/202/\\_arquivos/psa\\_na\\_mata\\_atlantica\\_licoes\\_aprendidas\\_e\\_desafios\\_202.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf). Acesso em: 06.out.2020.

MIRANDA, M.; DIEPERINK, C.; GLASBERGEN, P. Pagamentos de Serviços Ambientais da Costa Rica: O Uso de um Instrumento Financeiro no Manejo Florestal Participativo. **Environmental Management** 38, p. 562–571. 2006.

OLIVEIRA, L. R.; ALTAFIN, I. G. Proambiente: uma política de pagamento de serviços ambientais no

Brasil. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 46., 2008, Rio Branco. **Anais....** Rio Branco: SOBER, 2008.

ROBERTSON, N.; WUNDER, S. **Fresh tracks in the forest**: assessing incipiente payments for environmental services initiatives in Bolivia. Bogor (Indonesia): CIFOR, 2005.

ROMEIRO, A. R. **Desflorestamento e políticas agroambientais na Amazônia**. 1996. Disponível em: <ftp://ftp.sp.gov.br/ftpinstitutodeterras/sustentavel.doc>. Acesso em: 09.out.2020.

ROSA, M. **4 dicas para recuperar áreas com solo degradado**. 2015. Disponível em: <http://dev.ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/4-dicas-para-recuperar-areas-com-solo-degradado/>. Acesso em: 04.out.2020.

SANTOS et al.. ONG na produção de mudas no semiárido de Pernambuco: uma busca pela recuperação ambiental. **Revista Ambientale**, v. 10, n. 3, 2018.

SIMÕES, M.; ANDRADE, D. C. Limitações da abordagem *coaseana* à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). **Sustentabilidade em Debate** - Brasília, v. 4, n. 1, p. 59-78, 2013.

## ESTUDO DA APLICAÇÃO DO PROGRAMA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA EM UMA INDÚSTRIA DE INJEÇÃO DE POLÍMEROS

Data de submissão: 28/07/2020

### Henrique Lisbôa da Cruz

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
São Leopoldo – RS  
<http://lattes.cnpq.br/5549364175986095>

### Ismael Norberto Strieder

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
São Leopoldo – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7509577218431681>

### Carlos Alberto Mendes Moraes

Universidade do Vale do Rio dos Sinos  
São Leopoldo – RS  
<http://lattes.cnpq.br/2076544554717764>

Artigo originalmente publicado nos anais do 5º Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, realizado em Porto Alegre – RS, no período de 02/12/2019 a 03/12/2019.

**RESUMO:** O plástico é um material polimérico largamente utilizado no cotidiano, estando presente nas mais variadas aplicações. Contudo, os resíduos plásticos causam diversos impactos ambientais negativos por durarem muito tempo na natureza e não serem biodegradáveis. Dentro desse contexto, o presente trabalho consistiu na elaboração e aplicação parcial de um programa de Produção Mais Limpa em uma indústria de injeção de polímeros situada no Vale do Caí, estado do Rio Grande do Sul. A indústria fabrica utensílios domésticos diversos,

como potes, bacias e porta-objetos, por meio de processo de injeção. O trabalho se tratou de um estudo investigativo preliminar, contemplando parcialmente 4 das 5 etapas propostas pelo CNTL (Centro Nacional de Tecnologias Limpas), a fim de identificar oportunidades de aplicação da Produção Mais Limpa na indústria. Na avaliação, foram pré-selecionados os aspectos ambientais mais expressivos mediante análise de riscos ambientais e pela observação *in loco*, por meio de planilha de aspectos e impactos desenvolvida. Esses aspectos tiveram relação com a contaminação do ar pelo uso de empilhadeiras, uso de recurso energético (moagem e injeção) e hídrico (injeção) e geração de resíduos perigosos de polímeros contaminados. As melhorias sugeridas se concentraram em ações de Nível 1 – Redução na Fonte, o que é positivo. A viabilidade das oportunidades foi avaliada de maneira preliminar, considerando-se aspectos técnicos, econômicos e ambientais. Dentre as oportunidades identificadas, destacam-se as de mudança tecnológica e de produto, como a utilização de energia solar e redução do portfólio de produtos, além de inúmeras oportunidades de simples implementação, utilizando-se a estrutura existente. Portanto, identificaram-se ações que podem ser iniciadas e incluídas nos procedimentos operacionais e no planejamento de manutenção da empresa, mesmo sem um programa de P+L e/ou Sistema de Gestão Ambiental implementados. Nesse sentido, o trabalho surge como um incentivo à estruturação da gestão ambiental na empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** produção mais limpa; injeção; polímeros.

## STUDY OF THE APPLICATION OF THE CLEANER PRODUCTION PROGRAM IN A POLYMER INJECTION INDUSTRY

**ABSTRACT:** Plastic is a polymeric material largely used in daily life, and present in the most varied applications. However, plastic waste causes several negative environmental impacts because it lasts a long time in nature and it is not biodegradable. In this sense, the present work consisted in the elaboration and partial application of a Cleaner Production program in a polymer injection industry located in Vale do Caí, state of Rio Grande do Sul. The investigated industry manufactures various household items, such as pots, basins and object holders, through the injection process. The work was a preliminary investigative study, encompassing 4 of the 5 stages proposed by the CNTL (*Centro Nacional de Tecnologias Limpas*), in order to identify opportunities for the application of the Cleaner Production program in the industry. In the assessment, the most expressive environmental aspects were pre-selected by the analysis of environmental risks and by *in loco* observation. For this purpose a spreadsheet of aspects and impacts was developed. The evaluated aspects were related to air contamination by the use of forklifts, use of energy (grinding and injection) and water (injection) and generation of hazardous waste from contaminated polymers. The suggested improvements were concentrated in Level 1 actions - Reduction at Source, which is positive. The feasibility of the opportunities was assessed in a preliminary manner, considering technical, economic and environmental aspects. Among the identified opportunities, stand out the technological and product change processes, such as the use of solar energy and a reduction in the product portfolio, in addition to numerous opportunities for simple implementation, using the existing structure. Therefore, were identified actions that can be initiated and included in the company's operational procedures and maintenance planning, even without an implemented P + L program and/or Environmental Management System. In this way, this work emerges as an incentive for the structuring of the environmental management in the company.

**KEYWORDS:** cleaner production; injection; polymers.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os materiais poliméricos, nos quais incluem-se os plásticos, são largamente utilizados nos mais variados produtos utilizados pela sociedade. As características variadas dos plásticos permitem sua aplicação em roupas, utensílios de uso geral, automóveis, aviões, próteses médicas etc. Em razão disso, a produção mundial de plásticos passou de 1,7 milhão de toneladas, em 1950, para 265 milhões de toneladas, em 2010 (OLIVEIRA, 2012), o que acaba gerando grandes volumes de resíduos plásticos anualmente. Embora sejam classificados como Resíduos Sólidos Classe II – Não Perigosos segundo a Norma ABNT 10004/2004 (ABNT, 2004), o descarte e a destinação incorreta de plásticos não deixam de causar impactos ambientais negativos. Isso porque os resíduos plásticos não são biodegradáveis; pelo contrário, são altamente duráveis e persistem na natureza por muitos anos. Nesse sentido, a imensa variedade e o grande volume gerado desses resíduos tornam sua gestão bastante complexa (OLIVEIRA, 2012).

Diante desse cenário, surgem oportunidades para aplicação de novas técnicas

para minimizar os efeitos poluidores dos plásticos, ao longo do seu ciclo de vida. Assim, o presente trabalho aborda o tema de Produção Mais Limpa (P+L) em uma indústria de injeção de plásticos para fabricação de utensílios domésticos. Para tanto, faz-se necessário reconhecer os conceitos fundamentais da P+L e os principais aspectos do ramo industrial de injeção polimérica.

### **1.1 Metodologia de Aplicação da Produção Mais Limpa**

O Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL desenvolveu uma metodologia para aplicação do programa de P+L, que compreende 5 (cinco) etapas, antecedidas pela visita técnica até o empreendimento objeto da avaliação, que pode ser uma empresa, conjunto industrial, estabelecimento comercial, empreendimento em geral etc. CNTL (2003). Na visita, deve-se iniciar a sensibilização dos envolvidos com a atividade objeto da aplicação do programa, visando seu comprometimento, o que facilitará a implantação. Após a visita, a Etapa 1 compreende a realização de uma reunião, para reforçar o comprometimento da alta gestão para a implantação do programa, e organizar de um grupo responsável por efetivar as proposições na empresa, denominado eco time. Nessa etapa, também devem ser identificadas as principais barreiras para a implementação do programa, buscando superá-las, e definir-se a abrangência de sua aplicação (CNTL, 2003).

Após, a Etapa 2 prevê que um diagnóstico da situação ambiental da empresa deve ser realizado, contemplando balanços energéticos e materiais, e informações sobre o processo (entradas e saídas, fluxograma, fornecedores etc.) com o objetivo de selecionar o foco da avaliação. Tais informações são necessárias para o comparativo após a implantação da P+L, auxiliando na etapa de monitoramento. Assim, na etapa posterior, Etapa 3, são feitas análises com o objetivo de identificar as oportunidades de aplicação da P+L, com ações em 3 níveis, devendo-se priorizar as ações de nível 1, que visam redução da geração de resíduos na fonte. Após identificadas, as oportunidades serão selecionadas na Etapa 4, mediante análise técnica, econômica e ambiental, atestando a viabilidade das proposições escolhidas (CNTL, 2003).

Por fim, a Etapa 5 compreende a parte prática do projeto de implementação da P+L, incluindo a elaboração do plano de ação, monitoramento e plano de continuidade. Essa etapa é de suma importância para o programa, sendo determinante para o sucesso da implantação, uma vez que se trata de um processo de melhoria contínua, que deve ser constantemente revisado (CNTL, 2003).

### **1.2 Indústria de Injeção de Polímeros e Geração de Resíduos**

Oliveira (2012) indica que para a fabricação de produtos plásticos podem ser empregados quatro principais métodos: extrusão, injeção, sopro e rotação. Dentre esses, destaca-se a moldagem por injeção, um dos processos mais utilizados na indústria plástica. Esse processo apresenta alta produtividade e boa qualidade nas peças fabricadas, além de produzir artefatos das mais variadas geometrias, massas e tamanhos. O processo é

realizado no equipamento denominado de injetora, comumente encontrado na configuração horizontal. Nesse equipamento, que opera em ciclos, a matéria-prima (polímeros e aditivos) é alimentada em um funil, no estado sólido. No interior da injetora, o material é transportado por uma rosca, sendo aquecido e fundido, passando pelo bico de injeção, pelo qual é inserido entre o molde e o contramolde, tomando a forma desejada. Na sequência, material é resfriado ainda dentro do molde, solidificando novamente para então ser extraído, soltando-se do molde e saindo como produto (FLORES, 2012).

De acordo com Flores (2012), assim como em outros processos produtivos, o processo de injeção gera sucatas e resíduos. As sucatas poliméricas, que podem ser novamente utilizadas, são provenientes de peças refugadas, normalmente por estarem fora de especificação (não conformidades no tamanho, forma, coloração, acabamento superficial, falha no preenchimento por material etc.) ou dos *set-up* de produção. Já os resíduos sólidos resultam da contaminação de matéria-prima por óleos e graxas, pó, umidade, ou outro tipo de resina, que impedem o processamento em função dos problemas operacionais e de qualidade que podem ocasionar (FLORES, 2012).

Além dos resíduos sólidos, nesse tipo de indústria são gerados efluentes líquidos e emissões atmosféricas, bem como são utilizadas quantidades significativas de recursos como água (resfriamento) e energia (aquecimento), principalmente nas injetoras. Deste modo, considerando a importância e potenciais impactos existentes nesse ramo industrial, autores como Araújo e Oliveira (2009) e Guimarães et al. (2011) desenvolveram estudos utilizando a Produção Mais Limpa em diferentes indústrias de injeção de plásticos.

### 1.3 Objetivo

Diante desse cenário, o presente estudo objetivou a elaboração de um projeto de implementação parcial de um programa de Produção Mais Limpa em uma indústria de injeção de polímeros para fabricação de utensílios domésticos, localizada no Vale do Caí, Rio Grande do Sul.

## 2 | METODOLOGIA

Para atender ao objetivo proposto, realizou-se pesquisa bibliográfica, selecionando-se as técnicas e ferramentas para aplicação de algumas das etapas do programa de Produção Mais Limpa propostas por CNTL (2003), apresentadas anteriormente, na empresa de fabricação de utensílios poliméricos. O presente trabalho tratou de um estudo preliminar, uma vez que não contemplou a implementação completa do programa. Assim, o estudo foi pautado na avaliação parcial das Etapas 1, 2, 3 e 4 da metodologia de CNTL (2003), que pode contribuir para a melhoria da gestão ambiental de empresas desse ramo industrial, focado na minimização de resíduos. Como adaptação à metodologia proposta por CNTL (2003), não foram incluídas as subetapas de comprometimento da alta gestão e a formação do ecotime, tendo em vista que o presente trabalho se limitou a elaborar um plano de ação,

não incluindo a implementação das oportunidades surgidas.

## 2.1 Metodologia para priorização de aspectos e impactos

Destaca-se que a Etapa 2 compreende a seleção do foco de avaliação, a partir da identificação do processo produtivo, qualitativa e quantitativamente. Para essa seleção, a metodologia proposta por CNTL (2003) não indica um método específico. Assim, nesse trabalho, foi construída uma planilha de aspectos e impactos ambientais, contemplando todos as etapas do processo, para permitir uma priorização preliminar dos principais aspectos e impactos identificados, de modo a auxiliar na escolha das oportunidades de P+L.

A planilha de aspectos e impactos ambientais foi construída a partir da análise preliminar realizada através da visita *in loco*, buscando contemplar os principais aspectos ambientais verificados, identificando seus potenciais impactos e priorizando-os de acordo com seu grau de risco. Para a avaliação do risco ambiental, foram utilizados os índices de Severidade (S), Ocorrência (O), Abrangência (A) e Detecção (D) e critérios para pontuar cada índice entre 1 e 3. A severidade indica o grau de comprometimento do meio ambiente devido ao impacto ambiental, em função das características intrínsecas do aspecto ambiental avaliado. Para o caso de Resíduos Sólidos, a severidade segue a classificação da ABNT NBR 10004. Para o caso dos outros aspectos, a severidade segue a mesma lógica: valor 3 para os mais danosos, valor 2 para os de média severidade e valor 1 para os de baixa severidade. O índice de ocorrência propõe identificar a frequência com que o impacto ambiental ocorre, enquanto a abrangência aponta para o grau de alcance do impacto. A detecção indica a facilidade em se identificar a ocorrência do impacto. A Figura 1 apresenta os critérios utilizados para a valoração dos índices de risco ambiental. O risco associado ao impacto foi obtido pela multiplicação entre a severidade, ocorrência, abrangência e detecção, em que as escalas definidas indicam qualitativamente o grau de risco.

	<b>Severidade</b>		<b>Abrangência</b>		
1	Classe II B - Inerte	1	Local		
2	Classe II A - Não - Inerte	2	Regional		
3	Classe I - Perigoso	3	Global		
	<b>Ocorrência</b>		<b>Detecção</b>		
1	Difícilmente ocorre	1	Fácil detectar		
2	Eventualmente ocorre	2	Média detecção		
3	Certamente ocorre	3	Difícil detecção		

Classificação	Escala
BAIXO	Até 4
MÉDIO	5 a 36
ALTO	36 a 81

Figura 1: Critérios para pontuação dos índices de risco ambiental

Foram priorizadas na análise das opções de P+L os aspectos cujos impactos foram classificados como de alto risco.

## 2.2 A empresa objeto do estudo

A indústria alvo do estudo está localizada no Vale do Rio Caí, instalada em um complexo industrial. Possui área fabril com cerca de 8.200 m<sup>2</sup>, contando com 156 colaboradores em 3 turnos de operação. A atividade da empresa consiste na fabricação de produtos injetados plásticos, para uso doméstico (cozinha, banheiro), como potes, bacias, porta-escovas, porta-objetos, cadeiras etc. O *portfólio* da empresa é bastante diversificado, contendo 415 referências de utensílios, com cores, tamanhos e *design* distintos. A empresa possui 29 injetoras de portes variados, bastante flexíveis quanto a tipologia de utensílios que podem ser produzidos, limitando-se apenas pelo tamanho do molde. Isto é, cada injetora pode fabricar qualquer tipo de utensílio, desde que comporte seu molde. A programação da produção é controlada pela demanda de mercado, portanto, bastante variável. A empresa não possui Certificação ISO 14001, estando o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) ainda em fase inicial de estruturação, sem ações efetivas. Portanto, o programa de Produção Mais Limpa se apresenta como auxílio e incentivo para a implantação de um SGA, para uma futura certificação.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do projeto preliminar de implementação do programa de Produção Mais Limpa proposto para a indústria de injeção de polímeros serão apresentados nesse capítulo. As etapas da metodologia de CNTL (2003) foram analisadas parcialmente nesse trabalho para a empresa objeto do estudo, cujos resultados de cada etapa serão pormenorizados nos subitens que seguem.

### 3.1 Etapa 1

Essa etapa, conforme indicado no item 1.2 do trabalho, é composta por 4 subetapas. Os resultados são apresentados a seguir.

#### ***Comprometimento Gerencial***

A etapa de comprometimento gerencial, que deveria ser realizada mediante reunião com a alta gerência a fim de obter o engajamento necessário para a consolidação do programa, não foi realizada. Isso porque o trabalho não contemplou a aplicação prática da P+L, portanto, não se fez necessário garantir o envolvimento da gerência. Assim, foi realizado somente o contato na visita da empresa, para a coleta de dados. Contudo, nesse contato preliminar, encontrou-se dificuldade na obtenção de informações, sendo solicitado sigilo quanto a identificação da empresa.

#### ***Identificação de Barreiras***

Conforme descrito no item anterior, a barreira inicialmente verificada para a

elaboração do programa foi a dificuldade para coletar os dados necessários. No tocante às barreiras para implementação da P+L, pode-se destacar o envolvimento dos funcionários e da gerência quanto aos novos procedimentos a serem implantados. É comum que a mudança em procedimentos, hábitos e modos já consolidados sofra resistência inicialmente, principalmente pelos colaboradores que trabalham na linha de frente. A superação para esse tipo de situação passa pela educação e treinamento dos funcionários, de modo a obter-se o comprometimento de todo o quadro. Para tanto, também é necessário superar uma barreira associada à gerência: ausência de atenção às questões ambientais. Isso pode se dar pela inexistência de um SGA na empresa, que ainda atua de modo reativo, no intuito de atender minimamente as exigências legais.

Nesse sentido, na prática, o comprometimento ambiental e as práticas sustentáveis ainda não estão arraigadas nas ações gerenciais. Contudo, essa eventual barreira pode ser superada pelo próprio desenvolvimento do programa de P+L, ao serem reconhecidos os retornos proporcionados pelas ações, que consideram a viabilidade econômica como uma das variáveis decisórias. Além disso, a gradativa implantação do SGA e decorrente certificação podem auxiliar na inclusão da área ambiental como valores da empresa.

### ***Estudo da Abrangência***

Durante a visita técnica, foram visualizadas, ainda que de maneira preliminar, oportunidades de ações pautadas nos conceitos da Produção Mais Limpa em diferentes processos executados na empresa. Assim, em virtude de ser um estudo investigativo preliminar, foram identificadas oportunidades de P+L abrangendo a empresa como um todo. Contudo, a implementação prática pode iniciar por uma unidade de injeção específica, selecionada, por exemplo, a partir da maior facilidade de aplicação das oportunidades de P+L que serão apresentadas e discutidas nas próximas etapas.

### ***Formação do Ecotime***

Da mesma forma com que para a etapa de Comprometimento Gerencial, a formação do ecotime não foi realizada, tendo em vista que o trabalho propôs um estudo sobre a aplicabilidade da P+L na empresa, mas não tencionou implementá-la de fato. Entretanto, considerando que a empresa tem planos para construção de um SGA, aqueles colaboradores participantes do sistema também poderiam se comprometer com a utilização das técnicas e ferramentas da P+L propostas, inclusive para a elaboração das ações ambientais do sistema de gestão.

## **3.2 Etapa 2**

A Etapa 2 contempla 3 fases de aplicação, conforme revisão de literatura, cujos resultados são apresentados a seguir.

### ***Fluxograma do Processo***

A partir da visita técnica ao empreendimento, que foi acompanhada por um colaborador da empresa, verificou-se que o processo produtivo é composto pelo

recebimento de matéria-prima e insumos, mistura, injeção, acabamento, embalagem e expedição. As matérias-primas são recebidas e estocadas em separado, de acordo com o tipo de polímero. Conforme o tipo de utensílio doméstico a ser produzido, os operadores realizam a mistura do polímero especificado, juntamente com os pigmentos que darão cor às peças. A mistura ocorre em betoneiras ou misturadores, para a homogeneização do polímero e pigmentos, ainda no estado sólido. Após, essa mistura é enviada para a injetora, que contém o molde para a injeção do utensílio desejado.

A troca de molde e cor das peças nas injetoras, durante o *set up*, gera produtos fora de especificação, que são tratadas como sucatas poliméricas. As sucatas são geradas até que todo o pigmento da peça que estava sendo anteriormente produzida desapareça, para que então as peças com a nova cor comecem a ser produzidas em perfeito estado, com a coloração adequada. As sucatas são moídas em moinhos de facas para serem novamente processadas, sendo triadas de acordo com sua cor. Os produtos que apresentam defeitos diversos também retornam para o processo como sucatas.

Após injetadas, o controle de qualidade avalia a conformidade das peças e então envia as que não apresentam defeitos para a embalagem e expedição. Na embalagem são gerados os resíduos de etiquetas, papéis, fitas e outros. O diagrama de blocos qualitativo, apresentado na Figura 2, pormenoriza as entradas e saídas de cada etapa do processo.

### ***Diagnóstico Ambiental e de Processo***

De acordo com CNTL (2003), essa etapa de diagnóstico deve ser realizada pelo ecotime formado ainda na Etapa 1. Contudo, como já mencionado, em virtude do escopo deste trabalho não houve estruturação do ecotime. Apesar disso, essa etapa é fundamental para o prosseguimento das demais fases de implementação do programa de P+L, uma vez que prevê a quantificação das entradas e saídas de cada processo. De maneira preliminar, verificou-se que a empresa não possui registros precisos do consumo de água e energia da unidade produtiva, porque compartilha a mesma rede de energia e de abastecimento de água com outros empreendimentos do complexo industrial. Desta forma, não possui o controle do consumo desses insumos no processo. Além disso, a empresa também não dispõe de planilhas e controles da quantidade de resíduos sólidos e efluentes produzidos, o que impossibilitou a obtenção inicial desses dados.

Apesar da ausência de dados quantitativos, é possível inferir, por meio do diagrama de blocos de entradas e saídas que são geradas diferentes tipologias de resíduos, principalmente sólidos. Verificou-se que um dos resíduos mais gerados é o papel linear e o plástico. No papel linear estão impressas as etiquetas de identificação da empresa e o código de barras, e o plástico é oriundo das embalagens de polímero e pigmento que chegam no almoxarifado constantemente. Além disso, tem-se também várias emissões atmosféricas, como, por exemplo, material particulado oriundo do processo de moagem de sucatas poliméricas, emissões oriundas das injetoras, desmoldantes e empilhadeiras. Há ainda a geração de ruídos, causados pelas injetoras no momento de injetar e dosar, além

daqueles emitidos pelos misturadores e betoneiras que fazem a mistura da matéria prima.

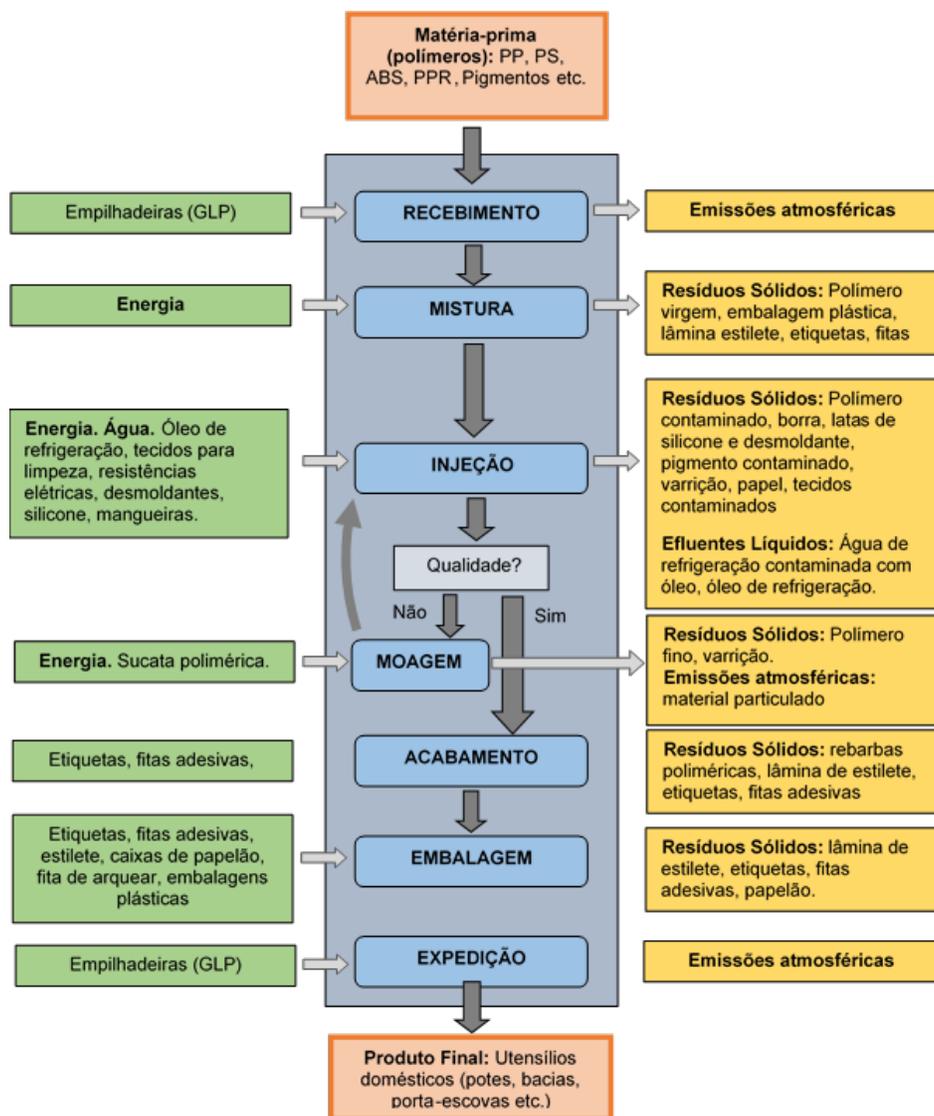


Figura 2: Diagrama de blocos qualitativo do processo produtivo

### Seleção do Foco de Avaliação

Considerando as observações in loco e a ausência de informações quantitativas sobre cada etapa do processo produtivo, o programa de Produção Mais Limpa, inicialmente, pode ser avaliado para as diferentes etapas do processo de fabricação de utensílios. Isso porque a inexistência desses dados não impede a implementação de medidas simples

já identificadas na empresa, que podem contribuir com a melhoria do processo. Desta forma, como o objetivo do trabalho foi identificar potencialidades de aplicação do programa de P+L na empresa objeto de estudo, foram pré-selecionados aqueles aspectos que, perceptivelmente, oferecem oportunidades de melhorias - mesmo que classificados em médio risco - e aqueles que foram classificados como de alto risco ambiental, de acordo com a metodologia proposta no item 3.1 do trabalho, a partir da planilha de aspectos e impactos desenvolvida. Os aspectos e impactos pré-selecionados são apresentados na Figura 3.

ETAPA	ASPECTO	IMPACTO	S	O	A	D	Risco
Recebimento de Matéria-Prima e Expedição	Emissão de poluentes atmosféricos pelo trânsito de empilhadeiras	Contaminação do ar	3	3	2	2	36 ALTO
Injeção	Geração de polímeros contaminados com óleo	Contaminação do solo	3	3	2	1	18 MÉDIO
		Ocupação de volume no aterro	3	3	2	1	18 MÉDIO
	Consumo de energia elétrica pela injetora	Aumento no consumo de recurso energético	2	3	3	2	36 ALTO
	Uso de água para refrigeração	Aumento no consumo de recurso hídrico	2	3	3	2	36 ALTO
	Emissões atmosféricas da injetora (CO <sub>2</sub> )	Contaminação do ar	3	3	2	2	36 ALTO
Moagem	Consumo de energia elétrica pelo moinho	Aumento no consumo de recurso energético	2	3	3	2	36 ALTO

Figura 3: Aspectos e impactos previamente selecionados

Como se observa na Figura 3, os aspectos previamente selecionados são aqueles relativos à contaminação do ar, uso de recurso energético e hídrico e geração de Resíduo Sólido Classe I – Perigoso. As etapas subsequentes focalizam a análise em torno desses aspectos, visando a identificação de oportunidades de aplicação da P+L.

### 3.3 Etapa 3

A Etapa 3 compreende 3 fases, apresentadas a seguir.

#### **Balanço de Material e Indicadores**

Nessa etapa, devem ser avaliados os balanços materiais de cada etapa pré-selecionada como foco da avaliação. Contudo, como anteriormente explicado, a ausência de dados e desse controle pela empresa não possibilitou a análise do balanço material, tampouco a identificação de indicadores, necessários para medir a eficiência da aplicação das oportunidades de P+L nas etapas subsequentes de implementação. Entretanto, a implementação do programa de P+L pode incentivar a criação dos inventários de resíduos e insumos utilizados e gerados durante o processo, possibilitando maior controle sobre as entradas e saídas e informações sobre eficiência. Esses registros podem ser realizados com a instalação de um medidor de energia para a unidade da empresa, e a energia consumida em cada injetora calculada considerando sua potência e tempo de utilização.

A água de refrigeração, quando não contaminada, opera em circuito fechado,

portanto, sabendo-se a quantidade abastecida e o intervalo de tempo de sua utilização, é possível fazer um controle quanto ao volume utilizado, e de efluente gerado quando da troca desse fluido. Os resíduos sólidos produzidos em cada injetora podem ser recolhidos durante a operação, para então serem quantificados em uma balança, sendo registrado o volume gerado para a elaboração de planilhas. Cabe salientar que essas informações são de fundamental importância para o gerenciamento do processo produtivo na empresa, e para a área ambiental são requisitos a serem atendidos e apresentados no processo de licenciamento ambiental.

#### ***Identificação das Causas da Geração de Resíduos***

Muito embora não tenha sido possível realizar um balanço material quantitativo das etapas alvo da avaliação nesse estudo preliminar, é possível refletir, de antemão, sobre as principais causas de geração de resíduos na empresa, a partir da visita técnica ao local. As causas de geração identificadas preliminarmente são apresentadas na Figura 4, no próximo subitem, juntamente com a etapa de identificação das opções de P+L.

#### ***Identificação das Opções de P+L***

Nessa etapa, de acordo com o referencial teórico, são identificadas as oportunidades de aplicação da Produção Mais Limpa. Para tanto, deve-se considerar os níveis de atuação da P+L, privilegiando-se as ações de Nível 1, que visam reduzir a geração de resíduos na fonte. A Figura 4 indica, para cada um dos seis aspectos previamente selecionados, a causa de geração resíduos e do consumo de recurso (hídrico e energético). Também, foram apontadas sugestões de melhoria, considerando os níveis de P+L. Salienta-se que todos os apontamentos foram gerados a partir da observação do processo produtivo da empresa, considerando os aspectos verificados durante a visita técnica.

ASPECTO	CAUSA DE GERAÇÃO	NÍVEL DE P+L	SUGESTÕES DE MELHORIA
Emissão de poluente atmosférico - empilhadeira	Trânsito de empilhadeiras movidas a GLP (Gás Liquefeito de Petróleo)	Nível 1 – Redução na Fonte – Mudança no Processo – Mudança Tecnológica	Substituição das empilhadeiras a GLP por empilhadeiras elétricas, movidas a energia solar
		Nível 1 – Redução na Fonte – Mudança no Processo – Boas Práticas de P + L	Manutenção periódica do motor e do catalisador das empilhadeiras
Geração de polímeros contaminados com óleo	Abertura na base do funil da injetora, em razão do material apresentar corrosão	Nível 1 – Redução na Fonte – Mudança no Processo – Mudança Tecnológica	Substituição do material que constitui a base do funil por material mais nobre
			Melhoria no abastecimento da injetora com polímero
			Implantação de uma bandeja de contenção na base do funil, evitando o contato do polímero com contaminantes
Consumo de energia elétrica pela injetora	Consumo de grande quantidade de energia para aquecimento do polímero e funcionamento geral da máquina	Nível 1 – Redução na Fonte – Mudança no Processo – Mudança Tecnológica	Substituição do sistema elétrico da injetora, para utilização de energia elétrica solar
			Substituição da injetora por uma impressora 3D
Uso de água para refrigeração	Resfriamento do sistema de injeção e contaminação da água com óleo, em razão de vazamento (perfuração de mangueira)	Nível 1 – Redução na Fonte – Mudança no Processo – Boas Práticas de P + L	Manutenção periódica do sistema de arrefecimento, principalmente das mangueiras, dos engates rápidos e dos bicos
		Nível 2 – Reciclagem interna	Reutilização da água após tratamento, em caso de contaminação com óleo
Emissões atmosféricas da injetora (CO <sub>2</sub> )	Superaquecimento da injetora e queima de óleo lubrificante	Nível 1 – Redução na Fonte – Mudança no Processo – Mudança de Matéria-Prima (insumo, neste caso insumo)	Utilização de aditivo no óleo
Consumo de energia elétrica pelo moinho	Geração de sucatas devido a defeitos no processo de injeção (temperatura muito elevada, bico injetor danificado etc.) e pelos set up (troca de cor e molde)	Nível 1 – Redução na Fonte - Mudança no Processo – Boas Práticas de P+L	Reduzir a variedade de cores e design de utensílios do <i>portfólio</i> da empresa
			Manutenção periódica das injetoras. Controle e ajuste adequados das condições de processo (como a temperatura)

Figura 4: Causas de geração e sugestões de melhoria a partir dos níveis de P+L.

Conforme se observa na Figura 4, as oportunidades de P+L identificadas estão relacionadas ao Nível 1, de redução na fonte, que é o nível prioritário de ações. A empresa já realiza uma ação de Nível 2 – Reciclagem interna, com as sucatas poliméricas. Ademais, uma avaliação técnica, econômica e ambiental deve ser realizada para cada proposição, a fim de atestar sua viabilidade. Essa avaliação foi realizada de modo preliminar na Etapa 4, mostrada a seguir.

### 3.4 Etapa 4

A última etapa deste trabalho é composta por 2 subetapas, mostradas na sequência.

#### ***Avaliação técnica, ambiental e econômica***

Realizou-se uma análise preliminar da viabilidade de cada proposição de aplicação de P+L, considerando as três dimensões (técnica, ambiental e econômica), conforme Figura 5.

#### ***Seleção de oportunidades viáveis***

A análise preliminar apontou para a existência de inúmeras estratégias e medidas (Figura 5) com potencial de aplicação prática na indústria de injeção de polímeros, principalmente as que demandam melhorias em procedimentos por meio de boas práticas. Dentre as que se destacaram como viáveis do ponto de vista das três dimensões nesta análise preliminar, citam-se:

- Manutenção periódica do motor e do catalisador das empilhadeiras.

- Implantação de uma bandeja de contenção na base do funil, evitando o contato do polímero com contaminantes.
- Manutenção periódica do sistema de arrefecimento, principalmente das mangueiras, dos engates rápidos e dos bicos.
- Reutilização da água após tratamento, em caso de contaminação com óleo.
- Manutenção periódica das injetoras. Controle e ajuste adequado das condições de processo (como a temperatura).

Desta forma, são ações que já podem ser iniciadas e incluídas no planejamento de manutenção da empresa, mesmo sem um programa de P+L e/ou Sistema de Gestão Ambiental implementados. Além disso, abriam-se as outras oportunidades de P+L citadas, que podem ser discutidas e pensadas quanto a viabilidade, no intuito de melhorar continuamente o processo produtivo da empresa.

SUGESTÕES DE MELHORIA	VIABILIDADE (PRELIMINAR)		
	TÉCNICA	ECONÔMICA	AMBIENTAL
Substituição das empilhadeiras à GLP por empilhadeiras elétricas, movidas a energia solar	Existem no mercado inúmeros tipos de empilhadeiras elétricas e painéis fotovoltaicos.	Deve-se analisar o <i>payback</i> e verificar se a economia de GLP justifica os investimentos.	A energia solar é considerada limpa, renovável. Elimina a utilização de combustível fóssil.
Manutenção periódica do motor e do catalisador das empilhadeiras	Empresa possui equipe de manutenção. Requisito para atender a NR 12.	Manutenção preventiva evita gastos maiores no futuro. Diminui consumo de combustível.	Diminui a emissão de poluentes, pela melhor eficiência na combustão e purificação dos gases.
Substituição do material que constitui a base do funil por material mais nobre	Deve ser avaliado junto ao fabricante das injetoras que apresentam o problema.	Deve-se verificar se um eventual investimento supera os ganhos com a diminuição do desperdício.	Diminuição da quantidade de matéria-prima desperdiçada é positiva. Menos resíduo no aterro.
Melhoria no abastecimento da injetora com polímero	Requer análise mais aprofundada. Há limitação de espaço físico que pode ser uma barreira. Mas há melhoria ergonômica.	Reduz desperdício de material. Reduz risco de acidentes de trabalho e gasto associados.	
Implantação de uma bandeja de contenção na base do funil, evitando o contato do polímero com contaminantes	Há um projeto de bandeja na empresa, a ser implementado, de simples construção.	Custo associado baixo. Empresa do mesmo grupo industrial poderia produzir.	
Substituição do sistema elétrico da injetora, para utilização de energia elétrica solar	Requer análise profunda, se o sistema supriria a demanda energética, parcial ou totalmente.	Deve-se analisar o <i>payback</i> e verificar se a substituição justifica os investimentos.	
Substituição da injetora por uma Impressora 3D	Em tese, não possui produtividade suficiente.	Equipamento caro, <i>payback</i> muito longo.	Reduz a geração de resíduos.
Manutenção periódica do sistema de arrefecimento, principalmente das mangueiras, dos engates rápidos e dos bicos	Empresa possui equipe de manutenção que poderia executar o serviço.	Manutenção preventiva evita gastos maiores no futuro. Economia no custo de tratamento e consumo de água.	Reduz a quantidade de efluente produzido e de água consumida.
Reutilização da água após tratamento, em caso de contaminação com óleo	Necessita equipamento simples, como caixa separadora, para descontaminação e reutilização.	Economia no consumo de água.	
Utilização de aditivo no óleo	Há produtos no mercado.	Deve-se avaliar o custo do aditivo.	Reduz a emissão de CO <sub>2</sub> .
Reduzir a variedade de cores e design de utensílios do <i>portfólio</i> da empresa	Não haveria restrição técnica.	Requer uma profunda análise de mercado e financeira.	Reduz o consumo de energia no moinho e injetoras.
Manutenção periódica das injetoras. Controle e ajuste adequado das condições de processo (como a temperatura)	Empresa possui equipe de manutenção que poderia executar o serviço. Avaliar a instalação de controles.	Reduz gastos de energia e com reprocesso (hora-máquina e funcionários).	

Figura 5 - Análise preliminar da viabilidade. Legenda: Verde – viável; Amarelo – indefinido; Vermelho – inviável.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho estudou a aplicabilidade do programa de Produção Mais Limpa em uma indústria de fabricação de injetados poliméricos para utilidades domésticas. Embora tenha se tratado de um estudo preliminar, verificou-se que a Produção Mais Limpa é uma ferramenta com grande potencial de aplicação na indústria de injeção de polímeros, confirmando o que foi apontado na bibliografia consultada. Foram identificadas oportunidades de melhorias com potencial de implementação prática em diferentes níveis de P+L, principalmente de Nivel 1, que objetivam reduzir a geração de resíduos na fonte.

As melhorias e proposições lançadas foram analisadas quanto a sua viabilidade técnica, econômica e ambiental.

Ainda que de modo preliminar, foi possível discutir a existência de ações viáveis e de simples execução, como a adoção de procedimentos (controles quali-quantitativos de resíduos gerados, insumos consumidos etc.) e boas práticas no processo produtivo (manutenção de equipamentos, adequações no abastecimento da injetora, dentre outros), que podem contribuir ambiental e economicamente com a empresa estudada, e com outras do mesmo ramo industrial.

## REFERÊNCIAS

Centro Nacional de Tecnologias Limpas – CNTL. Implementação de Programas de Produção Mais Limpa. Porto Alegre: SENAI-RS/UNIDO/INEP, 2003. 42 p.

Flores, B. Recuperação de resíduos plásticos provenientes dos processos de injeção. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica – UNESP. Guaratinguetá: 2012. 74 f.

Guimarães, J. et al. Produção Mais Limpa e Sustentabilidade Ambiental: Estudo de Caso em uma Indústria de Plásticos na Serra Gaúcha. International Workshop Advances in Cleaner Production - São Paulo – Brazil – May 18th-20ndth – 2011.

Kiperstok, A. et al. Prevenção da poluição. Brasília: SENAI/DN, 2002. 290 p.

Oliveira M.; Araújo F. A Produção Mais Limpa aplicada em uma pequena indústria do setor moveleiro: eficiência ambiental e econômica. International Workshop Advances in Cleaner Production São Paulo – Brazil – May 20th-22nd – 2009.

Oliveira, M. Gestão de Resíduos Plásticos Pós-Consumo: Perspectivas para a Reciclagem no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012. XIII.

# CAPÍTULO 11

## IMPACTOS SOCIAIS AO MEIO AMBIENTE: EXTRAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

### **Kelly Christiny da Costa**

Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes),  
Departamento de Gemologia,  
Vitória, ES, Brasil.

### **Angela Maria Caulyt Santos da Silva**

Escola Superior de Ciências da Santa Casa de  
Misericórdia de Vitória - EMESCAM.  
Vitória, ES, Brasil.

**Resumo:** O Espírito Santo é um grande produtor de rochas ornamentais de mármore e granito, no Brasil. Essa cadeia produtiva gera emprego e crescimento econômico para as regiões sul e noroeste do estado, entretanto causa danos ao meio ambiente, em decorrência da não utilização de resíduos líquidos (lama) e sólidos. Objetivou-se analisar o uso de resíduo sólidos e água na extração de rochas ornamentais e os impactos sociais ao meio ambiente. Trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, e empírica, junto a 10 profissionais que executavam atividades implicadas com o desenvolvimento local e sustentabilidade para a produção de rochas ornamentais capixabas, em instituições públicas e privadas e artistas plásticos, com idade superior a 18 anos, de ambos os sexos, nomeados por artistas expoentes da Semana de Arte Moderna (1922). Utilizados entrevistas semiestruturadas gravadas e transcritas, e anotações “livres” em diário de campo. Os dados foram organizados mediante

a técnica análise de conteúdo de Franco (2008). Os resultados construídos a partir do conteúdo do discurso dos participantes da pesquisa, que resultou na elaboração de sete categorias empíricas e suas respectivas onze subcategorias. Conclusões: o reaproveitamento do resíduo de rochas ornamentais de mármore e granito para o beneficiamento contribui com a quantidade de resíduos causados pelo setor, de impacto ao meio ambiente, com destino a grandes aterros industriais e ausência de uma conscientização do uso sustentável dessa atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impactos sociais. Meio ambiente. Rochas ornamentais. Sustentabilidade. Desenvolvimento local.

### **SOCIAL IMPACTS OF ENVIRONMENT: EXTRACTION OF ORNAMENTAL**

**ABSTRACT:** Espírito Santo is a major producer of ornamental marble and granite rocks in Brazil. This productive chain generates employment and economic growth for the south and northwest regions of the state, however, it causes damage to the environment, due to the non-use of liquid (mud) and solid waste. The objective was to analyze the use of solid waste and water in the extraction of ornamentals rocks and the social impacts on the environment. This is descriptive research, with a qualitative and empirical approach, with 10 professionals who performed activities involved with local development and sustainability for the production of ornamental stones from Espírito Santo, in public and private institutions and plastic artists, over the age of 18 years old, of both sexes, nominated by exponent artists of the Week of Modern Art (1922). Semi-

structured interviews were used, recorded and transcribed, and “free” notes in a field diary. The data were organized using the technique of content analysis by Franco (2008). The results constructed from the content of the speech of the research participants, which resulted in the elaboration of seven empirical categories and their respective eleven subcategories. Conclusions: the reuse of the waste of ornamental marble and granite rocks for processing contributes to the amount of waste caused by the sector, of impact on the environment, destined for large industrial landfills, and the lack of awareness of the sustainable use of this activity.

**KEYWORDS:** Social impacts. Environment. Ornamental rocks. Sustainability. Local development

## 1 | INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo é um dos principais produtores de rochas ornamentais, em especial, mármore e granito, cuja exploração representa uma atividade que gera emprego e crescimento econômico para as regiões sul e noroeste. Em contrapartida, também deixa marcas de degradação ambiental e social, já que consiste em um trabalho que envolve tanto atividades de extração, quanto beneficiamento e transporte dos blocos de rochas (SINDIROCHAS, 2013).

Apesar de ser um conhecimento milenar, a exploração de rochas ornamentais de mármore e granito também provoca impactos ambientais, em função da desobediência e da insistência do uso de métodos erosivos, nas regiões onde é feita a retirada do material, dentre outros, os impactos sonoros gerados pelas explosões de dinamites nas zonas de extração, que interferem no ecossistema e causam transtorno à fauna e à flora local.

Para Negreiros *et.al* (2019), o vínculo entre sociedade e meio ambiente se evidencia como uma das mais relevantes preocupações, tanto no âmbito das políticas públicas quanto na produção de conhecimento. A rede produtiva dessas rochas, desde a extração até o seu beneficiamento, agrega valores à produção final dos seus artefatos decorativos. A exploração de rochas ornamentais, de mármore e granito, no Espírito Santo, ainda utiliza um grande consumo de água nos cortes e no beneficiamento.

As riquezas naturais do nosso estado na produção de mármore e granito e os consequentes problemas que envolvem a mineração de pedras ornamentais exigem cuidados dos profissionais que fazem uso desse material nas transformações de riquezas sustentáveis, visando a preocupação com o ecossistema, e das condições de vida e a saúde humana.

Nesse contexto, discutem-se as possibilidades de redução de rejeitos gerados nas diversas etapas dessa cadeia produtiva das rochas ornamentais, desde a lavra até o beneficiamento. Com o aproveitamento e/ou a reciclagem desses bens minerais, os impactos ambientais poderiam ser atenuados, sobretudo se os resíduos sólidos da produção e do beneficiamento tivessem aplicabilidade para fabricação de artefatos, como adornos, objetos utilitários e revestimentos decorativos (TEIXEIRA; COSTA, 2017).

Nas indústrias de beneficiamento de mármore e granito, em suas diversas etapas da produção, até o momento, ainda existe um grande acúmulo de resíduos lançados ao meio ambiente, que causam impactos ambientais e assoreamento dos rios e córregos da região onde são instalados os teares de exploração de rochas ornamentais Negreiros *et.al.* (2019).

A expansão do novo paradigma de desenvolvimento sustentável, no qual busca atender as privações da geração atual, sem afetar as gerações futuras, considerou-se que o ponto de vista de sustentabilidade traz um entendimento de forma contida e disciplinada para o desenvolvimento. Nesta perspectiva, refere-se de forma simultânea e aceitável o desenvolvimento, frente às dimensões ambiental e social, equânime frente à dinâmica socioeconômica, do mesmo modo que, na dimensão econômica-ambiental (ZVEIBIL, 2016).

Objetivou-se analisar o uso de resíduo sólidos e água na extração de rochas ornamentais e os impactos sociais e ao meio ambiente.

## 2 | METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa descritiva da vertente qualitativa, onde, o pesquisador interpreta os fatos, procura soluções para o problema proposto. Foi realizado em uma cidade da Região Sudeste, com participação de 10 profissionais que executavam atividades implicadas com o desenvolvimento local e sustentabilidade para a produção de rochas ornamentais capixabas, em instituições públicas e privadas (engenheiros, arquiteto e biólogo) e artistas plásticos (professores, mosaicista e gemólogos), com idade superior a 18 anos, de ambos os sexos.

Os dados foram produzidos mediante entrevista semiestruturada, junto a participantes abordando: As entrevistas foram realizadas com os participantes que voluntariamente atenderam ao convite que formulado por de meio telefone e e-mail, com data e horário pré-estabelecido.

Tendo antes da entrevista assinado o consentimento livre esclarecido que permitiu gravar as entrevistas em celular, que tiveram em média 2 horas. A produção dos dados adveio de entrevistas semiestruturadas e anotações “livres” em diário de campo, reportando-se às impressões e memórias do fenômeno em estudo, que foram transcritas de maneira integral, sendo possível identificar eixos temáticos que possibilitaram agrupar os dados, mediante a técnica análise de conteúdo de Franco (2008).

Os dados produzidos foram tratados mediante a análise de conteúdo, que passou a ser estabelecida por uma associação de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, bem como indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens.

Iniciou-se com a categorização, que consiste no método de especificidade dos fundamentos e está na composição do conjunto, relevante do efeito de reagrupamento baseado em analogias, a partir de critérios definidos. Outra fase é a de coordenar a análise e tem por objetivo organizar o conteúdo, produzir um esquema para a elaboração de um projeto de análise, colaborando dessa forma para o sistema de coleta e análise de conteúdo.

Com base nesse conteúdo foram criadas sete categorias com suas respectivas onze subcategorias, que foram atribuídas as narrativas, que para preservar suas identidades foram atribuídos nomes de artistas expoentes da Semana de Arte Moderna (1922), dentre eles (as): Lasar Segall, Di Cavalcanti, Tarsila do Amaral, Anita Malfati, Heitor Villa-Lobos, Mário de Andrade, Inácio da Costa, Graça Aranha, Oswald de Andrade e Victor Brecheret.

Nesta pesquisa se apoiou em fundamentos teóricos de Freire, entre outros, que pautam a leitura do fenômeno, com base na educação que tem como proposta de ser crítica, reflexiva e criativa, mesmo que no seu contexto denuncie contradições, essas obras por si só estabelecem diálogo com a temática em estudo de Arte Educação. Em especial, por revelar uma realidade que provoca discussão e convida a uma reflexão por se retratar a formação de novos sujeitos sociais.

Esse estudo obedeceu às normas previstas e registro atendendo aos critérios da Resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), que disciplina a pesquisa com seres humanos, onde tem o registro da Plataforma Brasil o CAEE: 47012015.70000.5065.

### 3 | RESULTADOS

Participaram do estudo 10 profissionais, sendo 2 engenheiros um civil e um agrônomo, uma bióloga, uma arquiteta, uma gemóloga, dois artistas plástico e um escultor, dois administradores de instituições públicas e privada. Sendo três (3) do sexo feminino e sete (7) do masculino, em idade de trinta (30) a (70) anos. O conteúdo analisado permitiu a produção de categorias empíricas em número de 7 categoria e onze subcategorias abordando seus aspectos sendo elas: 1) representação do mármore e granito ES - negócio potencial; 2) rejeito e seu destino - tratamento; 3) reaproveitamento do mármore e granito - beneficiamento e estímulo; 4) política de reaproveitamento – Normas e leis; 5) sustentável – reutilização e consciência. 6) cultura - motivação; 7) arte e educação e resíduos sólidos – mosaico.

A primeira atividade empresarial praticada ao mármore, no Estado do Espírito Santo, sucedeu na década de 1920, no mesmo Município, na rua 25 de Março, com estabelecimento de uma marmoraria que beneficiava materiais vindo do Rio de Janeiro, São Paulo, Portugal e da Itália (MOULIM, 2006).

Os blocos extraídos, eram beneficiados em outras regiões do Brasil, entretanto, em 1966, foi instalado o primeiro tear de mármore que está localizada na microrregião

de Cachoeiro de Itapemirim, no Estado do Espírito Santo, no Município de Prosperidade. Rapidamente essa nova atividade (serragem de blocos) se desenvolveu e uma série de outras empresas que foram criadas para a produção e a manutenção de equipamentos para o setor, Sindirochas, (2013).

Na feira de mármore e granito (*Stone Fair*) no Espírito Santo, o Município destaca-se como principal responsável, no Brasil, pela produção e pela exportação de rochas ornamentais (SINDIROCHAS, 2016).

“Villa-Lobos” e “Mário de Andrade” apontam:

Potencial de soluções, que podem, não só do mármore e granito, mas, de todos os resíduos, eu identifico como são resíduos que podem potencializar e agregar negócios e outras atividades produtivas. “Villa-Lobos”

A utilização do subproduto da escala industrial da produção de ladrilhos de mármore e granito, na construção civil se tornou um produto muito importante. Hoje no mundo tudo quanto é metrô, aeroporto, a pavimentação a base de granito. Hoje na minha maneira de ver, não está sendo usado como poderia ser usado. Porque na construção de estradas todo subproduto poderia ser triturado e vendido e produzido brita para construção civil. Aproveitar este material que está sendo meio abandonado. “Mário de Andrade”

Além dessas singularidades que burilam a exploração e aprimoraram a produção, consequentemente diminuindo os gastos, o mercado consumidor, cada vez mais exigente, requer uma padronização das características tecnológicas e estéticas dessas rochas, com objetivo de reforçar a necessidade da conciliação entre o conhecimento técnico e a estética para sua especificação e adequação (SILVA; 2011). Nesse sentido, destaca-se a contribuição de um participante da pesquisa: E o “Henrique Radomsky” [...] eles reutilizam muito fragmentos de pedras em cinzeiro, em várias coisas, o artesanato desenvolveu bem, aí eu vi que agora 5 ou 6 anos para cá.”

Nesse contexto, observa-se que a utilização dos resíduos pode ser utilizada em outros seguimentos, mitigando a questão do impacto ambiental. Enquanto os rejeitos são completamente descartados no meio ambiente

## **CATEGORA II - Rejeitos e seu Destino – Tratamento**

Os resíduos são encontrados, na realidade, em toda cadeia produtiva, ou seja, nas pedreiras, nas serrarias e nas marmorarias. Os resíduos finos e ultrafinos são encontrados nas serrarias e marmorarias, formados devido ao corte das rochas, e nas atividades de acabamento, como polimento e outros (AZEVEDO, 2009).

Nas indústrias de beneficiamento de mármore e granito, nas suas etapas, até o momento, ainda existe um grande acúmulo de resíduos lançados ao meio ambiente, causando impactos ambientais e assoreamento dos rios e córregos da região onde são instalados os teares de exploração de rochas ornamentais (MOULIM, 2006).

“Mário de Andrade” e “Lasar Segall” realçam na devida ordem que:

“Tem dois tipos de rejeito nesta área industrial tem o pó que é no processo de serragem e polimento existe o pó, porque o abrasivo ele decompõe a pedra; este pó ele é arrastado pela água, hoje! É presado e pode ser usado para industrialização e argamassa na construção civil, depois tem outras atividades. Aquela parte, mais pedaços de cascalho, ele podia para os britadores e padronizar o tamanho e ser usado na construção civil no próprio concreto, que são rochas de bom padrão de qualidade e pode ser usada com toda liberdade sem afetar o padrão do concreto.”

“Rejeito pode ser um material resultante de vários processos de extração, por exemplo, da mineração do mármore e granito, e que ainda não passou por um processo de beneficiamento. São materiais descartados durante o processo produtivo em razão de sua irrelevância econômica.”

No entanto, se forem renovados, os resíduos podem se tornar subprodutos para serem beneficiados como insumo na produção de tinta, argamassa e cal (AZEVEDO, 2009). Enfim, as tecnologias de refinamento e polimento conseguiriam se aperfeiçoar e otimizar caso contassem com uma estação central para deferir as diferentes serrarias. Trata-se de um problema relevante a ser considerado pelo Arranjo Produtivo Local, Monte (2018).

### **CATEGORIA III - reaproveitamento de mármore e granito- beneficiamento**

Resíduos sólidos são todos os materiais que resultam de trabalhos humanos e que podem ser aproveitados, tanto para reciclagem como para o reuso. O reaproveitamento de resíduos sólidos, que é, cada vez mais, relevante para a preservação do meio ambiente e a qualidade de vida nos centros urbanos, tem uma significação direta para correta logística Luiz *et.al* (2018).

As rochas ornamentais de mármore e granito são aplicadas nas indústrias da construção civil como revestimentos internos e externos, como paredes, pilares, colunas, soleiras e piso. Compõem também peças isoladas, como tampos e pés de mesas, bancadas de cozinha, banheiros, entre outros, como balcões, lápides e arte funerária, Barbosa (2016).

“Oswald de Andrade” assim reflete:

“Esta consciência de reutilização, evitar o desperdício. Acho que é uma cultura que começa a se instalar no país hoje, acho que tem de começar pelas escolas informando esta conscientização para poder as pessoas chegarem adultas, profissionais, mais consciente. Até o lixo doméstico é complicado hoje você não tem coletas, se tem coletas seletivas fica longe, contramão para levar seu lixo.”

“Di Cavalcanti” “frisa que hoje não existe a cultura do reaproveitamento no país. Talvez na construção civil, em geral, ao produzir, já se pensa em fabricar de maneira menos agressiva ao meio-ambiente, reutilizando materiais

e usando de forma consciente a água e a energia.”

refere-se que, as indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais vêm sendo citadas pelos ambientalistas como fontes de contaminação e/ou poluição do meio ambiente, devido ao grande volume de resíduos gerados e frequentemente lançados diretamente nos ecossistemas, sem um processo de tratamento para eliminar ou reduzir os constituintes presentes.

“Heitor Villa-Lobos” e “Di Cavalcanti” fazem apontamentos nessa direção recíproca:

“Se a gente pensar em todo processo da cadeia, desde a extração, beneficiamento até o produto final, existem vários tipos de resíduos então dizer que um processo de extração onde eu tenho uma estopa suja de óleo eu pode ser reaproveitada não sei, entendeu, nós estamos falando de resíduos que são da atividade, da produção né, que faz parte da extração, mas, não necessariamente tem utilidade, mas, se eu pensar que os resíduos da rocha do mármore e do granito podem ser cacos, aí eu posso com certeza ter um, uma forma para reaproveitar isto né, móvel, piso, isto o sólido.”

“Reutilização para o mesmo fim, o que foi utilizado no início do reaproveitamento é utilizado um resíduo em outro processo produtivo não aquele no aquele gerado no início.”

Conforme Silva (2011), as indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais vêm sendo citadas pelos ambientalistas como fontes de contaminação e/ou poluição do meio ambiente, devido ao grande volume de resíduos gerados e sempre lançados no ecossistema, sem um processo de tratamento para eliminar ou reduzir os constituintes presentes.

A visão que as pessoas têm do meio ambiente é de algo externo, que só serve para garantir a sua sobrevivência ou seu bem-estar destituído da consciência de que os recursos da natureza são finitos, ao mesmo tempo em que responde de forma imediata e severa aos descuidos produzidos pelo ser humano em relação a essa natureza e ao mau uso dos recursos ambientais.

Com os empecilhos de uma prática ainda incipiente, a exploração de rochas foi marcada pelo imprevisto. Para Moulin (2006), os proprietários de empresa aprenderam a administrar a pedreira por meio de experimento oriundo do meio rural, entre acertos e erros, sem noções de organização, de saúde e de segurança no trabalho, bem como, sem o conhecimento das leis.

A visão de “Tarsila do Amaral” revela que:

“Uma parcela significativa. Principalmente os resíduos gerados pelas indústrias do estado como Vale, Arcelor, entre outros. As grandes e de médio porte de norte a sul do estado, as mais sólidas têm a preocupação com a questão ambiental e as de menor porte não têm a mesma preocupação”.

Enquanto “Mário de Andrade” ressalta que: “Sempre há desperdício. Desperdício porque a gente não vê uma política de utilização disto. As pedras, tudo bem, elas são beneficiadas, são lindas, mas você me perguntando[...] O resíduo dá pena... Passar por lugares e ver que não são aproveitados[...] Na construção civil, na decoração[...] No artesanato, não”.

As atividades no setor de rochas ornamentais podem ser divididas em três momentos. Nas pedreiras, os trabalhadores exercem a extração dos blocos de mármore ou de granito. De maneira geral os blocos são transportados em veículos que trafegam em rodovias para as serrarias, onde uma máquina composta por várias lâminas, que fazem movimento de vai e vem, atravessam todo o bloco, transformando-o em chapas (SINDIROCHAS, 2016). É oportuno destacar que inúmeros acidentes fatais foram causados por blocos que caíram de caminhões.

A última etapa acontece nas marmorarias, onde os trabalhadores, a partir de máquinas que se assemelham a uma enceradeira gigante de acordo com Moulin (2006), transformam a chapa bruta em chapa polida e, em seguida, por meio dos processos de corte e acabamento, são transformadas em pisos, ladrilhos, mesas e pias e outros objetos decorativos.

“Villa-Lobos” e “Mário de Andrade” apontam respectivamente:

“Potencial de soluções, que podem, não só do mármore e granito, mas, de todos os resíduos, eu identifico como são resíduos que podem potencializar e agregar negócios e outras atividades produtivas”. (VL)

“O trabalho com rochas, o lado artístico envolve o lado financeiro, não resta dúvida, a utilização do subproduto da escala industrial da produção de ladrilhos de mármore e granito, na construção civil se tornou um produto muito importante. “Hoje no mundo tudo quanto é metrô, aeroporto, a pavimentação a base é de granito” (MA) na construção de estradas todo subproduto poderia ser triturado e vendido e produzido brita para construção civil. Aproveitar este material que está sendo meio abandonado”.

Como reflexo dessas demandas, destacam-se a aprovação, em agosto de 2010, e a posterior regulamentação, em dezembro do mesmo ano, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que agrupa o conjunto de diretrizes e ações a ser adotado com vistas à gestão incorporada ao controle adequado dos resíduos sólidos. Neste sentido, “Tarsila do Amaral” aponta:

“Existem muitas tentativas, mas, infelizmente, assim a gente é hoje. Nós temos uma situação um pouco paralisada neste sentido. Houve um período de avanço muito grande, mas, agora com esta crise, a situação está um pouco mais complicada, mas o estado tem alguns estudos e alguma normativa para regulação da atividade específica do mármore e do granito. Então hoje já existem soluções para reutilização destes resíduos, seja na própria atividade produtiva ou para outras, por exemplo, eu conheço um pesquisador que ele usa para si próprio. Ele usa o resíduo para encher as cavas da extração das

rochas que quando há extração você tem que recortar muito, digo, extrair aqueles blocos, aquilo vai ficar um vácuo, e muitas vezes, fica a terra arrasada, então precisa recompor a vegetação, e muitas coisas”.

Na visão de Luiz *et.al* (2018), a possibilidade de se efetivar o uso do processamento, para destinação final ambiental adequada de resíduo, traz a vantagem de fazer cessar a responsabilidade das empresas diretamente sobre eles, uma vez que, na prática, deixam de existir. Isso não ocorre quando os materiais são levados para os aterros industriais, situação em que a corresponsabilidade se perpetua. Destaca-se ainda que os aterros industriais, para onde se destinam os resíduos não reciclados, devem estar licenciados para esse fim junto ao órgão ambiental competente. Na percepção de “Lasar Segall”:

“[...] existem as leis, mas ainda pouco se faz para serem efetivadas na prática”.

## **CATEGORIA IV - POLÍTICAS PÚBLICAS: NORMAS E LEIS**

É cultural, no Brasil, que esses resíduos sejam considerados de “baixa agressividade ao meio ambiente” (SILVA, 2011). É comum encontrar depósitos de lama a céu aberto, sem revestimento de fundo, sendo águas da lama do desdobramento que se infiltram no solo ou são direcionadas para corpos d’água superficiais, comprometendo a qualidade de águas superficiais e subterrâneas para o consumo doméstico. Cacos e casqueiros são encontrados em terrenos baldios, obstruindo fundo de vales, como também outros resíduos como sobras de pastilhas, sacos de estopas contaminados entre outros.

De acordo com “Anita Malfatti”, o “Estado tem política pública, mas precisa incluir efetividade. Existe uma lei estadual e uma nacional, 12.305/10”, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), na busca de soluções para os graves problemas ocasionados pelos resíduos que veem afetando a qualidade de vida dos brasileiros (BRASIL, 2010).

Como reflexo dessas demandas, destaquem-se a aprovação, em agosto de 2010, e a posterior regulamentação, em dezembro do mesmo ano, da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que agrupa o conjunto de diretrizes e ações a ser adotado com vistas à gestão incorporada ao controle adequado dos resíduos sólidos.

“Tarsila do Amaral” aponta:

“Existem muitas tentativas, mas, infelizmente, assim a gente é hoje. Nós temos uma situação um pouco paralisada neste sentido. Houve um período que houve um avanço muito grande, mas, principalmente agora e com esta crise a situação está um pouco mais complicada, mas o Estado tem alguns estudos e alguma normativa para regulação da atividade específica do mármore e do granito no Estado né, então hoje já existem soluções para reutilização destes resíduos, seja na própria atividade produtiva ou para outras. Quando há extração você tem que recortar muito né digo extrair aqueles blocos aquilo vai ficar um vácuo né e muitas vezes fica a terra arrasada então muitas vezes precisa recompor a vegetação, e muitas coisas.”

Quanto ao marco legal o Estado do Espírito Santo adota as seguintes legislações: Plano Nacional de Resíduos Sólidos e Plano Estadual Resíduos Sólidos Espírito Santo. Para Luiz *et.al* (2018), tais leis têm como propósito compartilhar a responsabilidade da coleta, reciclagem e disposição adequada entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, porquanto um problema demonstrado é a falta de uma Resolução única de eletroeletrônicos.

## **CATEGORIA V - SUSTENTABILIDADE - REUTILIZAÇÃO E CONSCIÊNCIA**

A partir da Revolução Industrial, muitas mudanças vêm ocorrendo, não só nos processos produtivos, mas nos padrões de consumo do mercado. O aumento do consumo, impulsionado pela economia e propiciado pelo aumento da escala de produção, resultou em aumento na escala de exploração dos recursos naturais e, também, de geração de resíduos Luiz *et.al* (2018).

Isso implica uma transformação do atual sistema econômico, considerando que a maioria dos sistemas de produção material, dominantes no mundo inaceitável, principalmente nos aspectos legais, econômicos, sociais e ambientais, em relação ao modo de vida da sociedade contemporânea, centrado na estrutura de produção e consumo.

“Heitor Villa-Lobos” afirma: “Sobre a parte ambiental, econômica e social então a sustentabilidade conjunto de estudo, não adianta a gente pensar que ser sustentável e a gente vai resolver sobre os aspectos ambiental. Acho que esta questão sustentabilidade tem que estar relacionada com a parte social e a parte econômica também, de cada questão deste termo quando a gente envolve este termo sustentabilidade.”

Para “Lasar Segall”, “[...] é busca incessantemente de soluções, caminhos e planos que adotam práticas para melhoria da sociedade”. Nesse contexto estão inseridos os recursos naturais que devemos usufruir sem prejudicar as futuras gerações. Podemos diminuir os impactos ambientais com o trabalho da cadeia produtiva, que é o conjunto de atividades que se articulam de forma progressiva, desde os insumos básicos até o produto final, incluindo seriação e consumo, compondo-se em segmentos (elos) de uma corrente, Neves *et. al* (2019). A cadeia produtiva inicia-se com a lavra de blocos e o beneficiamento é feito primeiro nas serrarias.

Para “Inácio da Costa”, ser “[...] sustentável é estar consciente desta cadeia, cadeia produtiva né, as nossas reservas florestal, mineral, cultural e tudo mais”. O reaproveitamento do resíduo diminui o consumo de recursos naturais na fabricação de produtos e elimina a necessidade de armazenar grandes quantidades de resíduos em aterros industriais.

## **CATEGORIA VI CULTURA – MOTIVAÇÃO**

A cultura é a variedade de experiências dentro das artes, das ações de crer na verdade, das leis, dos preceitos e da ética, dos comportamentos e de todas as práticas e as aptidões obtidas pelo indivíduo não apenas em família, inclusive por fazer parte de uma

comunidade da qual é membro. Cada país tem a sua própria cultura, que é influenciada por vários fatores.

A cultura também é definida como um modelo de comportamentos, símbolos e práticas sociais, aprendidos de geração em geração através da vida em sociedade. Seria a herança social da humanidade ou, ainda, de forma específica, uma determinada variante da herança social. A cultura é também um mecanismo acumulativo, porque as modificações trazidas por uma geração passam à geração seguinte, em que vai se transformando, perdendo e incorporando outros aspectos, para assim melhorar a vivência das novas gerações, Siqueira (2007).

“Uma pedra de 30 cm tem o mesmo valor que uma de 5 metros na marmoraria ela vai fazer placas eu vou fazer uma escultura de 30cm então o tamanho dela não é resíduo para mim, né. Resíduos, é que a partir do formato você tem que encaixar uma criar uma forma naquele formato, para reaproveitar bem, usar bem o material (“VICTOR BRECHERET”).”

A motivação é um elemento principal para evolução do indivíduo. Sem motivação é muito mais custoso desempenhar algumas funções. A motivação intrínseca pode suceder pela capacidade de se motivar ou desmotivar, também chamada de ação ou efeito de auto se motivar. Há também a motivação externa, gerada pelo ambiente em que a pessoa vive.

“O mosaico ele é a organização de elementos. E buscando realmente estes elementos, a gente caiu nestes materiais que estão mais na nossa frente. Principalmente as pedras na ausência total do esmalte de vidro aqui no Brasil, [...] foi atrás de elementos coloridos e ela encontrou a pedra né e ela me apresentou a pedra, já era um pedreiro assim dentro do mosaico (“INÁCIO DA COSTA”).”

## **CATEGORIA VII - ARTE E EDUCAÇÃO E RESÍDUOS SÓLIDOS – MOSAICO**

A identificação da criatividade como espontaneidade não é surpreendente, porque é uma compreensão de senso comum da criatividade. Os professores de Arte não têm a oportunidade de estudar teorias da criatividade ou disciplinas similares nas universidades, porque não são disciplinas determinadas pelo currículo mínimo (BARBOSA, 2002). Essas reflexões seguem ao encontro do pensamento de “Oswald de Andrade”.

“Olha, até mesmo Arte e Educação estão despreparadas para isto, não vi nenhuma ação no Centro de Artes da Universidade voltada para isto para este fim. Eu ainda como professor lá no Centro de Artes eu me interessei em abrir uma disciplina sobre a utilização do mármore, fazer esculturas com mármore e granito, mas, não tive sucesso na iniciativa de aparelhar uma sala, dessas condições. Acho que arte e a educação tem uma grande responsabilidade sobre esta questão. Ainda não tem meios, seria até interessante um curso interagir com outros, outros departamentos, outras áreas de conhecimento.”

A criatividade, o talento e A sensibilidade são a sustentação principal para essa

laboração profissional, mas uma inteligência adequada para idealizar, projetar e diferenciar esses produtos é o que realmente conta para o resultado final satisfatório, isto é, um interesse constante e crescente na atualização e na informação são imprescindíveis (MANCIBO, 2008).

Esse pensamento também se coaduna à narrativa de “Graça Aranha”:

“[...] porque muita gente não sabe qual ferramenta usar para o corte, principalmente na arte de serrar, cortes, mas aí é mais ornamental para colocar o de piso, parede de mármore e granito, mas para parte artística quase ninguém tem esta ferramentaria, aí desconhece isto. [...] tece-las assim mais aproveita, pegar nas marmorarias os lixos que eles jogavam fora, e hoje em dia os alunos chegam com pastilhas todas certinhas prontas para fazer o trabalho. Mas para o trabalho de mosaico, [...] que usava muito resíduos sólidos para mosaico: mármore e granito, mosaicos era o que mais usava como matéria-prima. “

O indivíduo sempre ao longo da história, por mais baixo que tenha sido seu nível de existência material, deixou de produzir Arte. As representações e decorações, assim como a narração da história e da música, no entanto, são naturais para o indivíduo. Sendo assim, a Arte varia de forma em várias épocas e lugares, sob a ascendência de diferentes situações culturais e sociais (MARTINS, 2006). Nesse sentido, ilustra- “Heitor Villa-Lobos”:

“Nós não temos uma cultura neste momento voltada para isto, mas, que é possível é, por exemplo repare aqui, nós temos uma calçada portuguesa na tradição em Portugal. É uma questão de cultura, o mármore e granito no Espírito Santo. Toda história de rochas no Brasil e no Espírito Santo tem 60 anos. [...] se tem Carrara a milhares de anos então você vai ver de Carrara até Pisa, escultores trabalhando debaixo das árvores, aquelas figuras são esculpidas espontaneamente, famílias que desenvolvem para determinado ramo, um para figura religiosa, outro medalhão, e aí em cada família uma tradição então você acha em cada região um traço, um acultramento.”

A ideia por trás da obra se tornou decisiva para sua inserção no território da Arte e o artista passou a desempenhar um novo papel, distinto daquele de testemunha privilegiada da beleza do mundo, passando a ser, ele mesmo, matéria de sua produção.

## 4 | DISCUSSÃO

O foco da sustentabilidade ambiental busca o equilíbrio, com a criação de um valor empresarial e social que será caracterizado pela mudança do foco de modo específico para o financeiro, uma compreensão de longo prazo sobre a criação do valor que consolida tanto os impactos positivos quanto os negativos de uma empresa sobre a sociedade e o meio ambiente (SILVA, 2015).

Sendo assim, as dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável implicariam estimular o mercado e seus fornecedores a considerar o impacto ambiental de suas atividades e reavaliar suas ações na exploração e na utilização racional

dos recursos naturais. Na produção industrial, esses recursos são finitos e seu uso requer o bom senso com o intuito de aliviar esses impactos para que possam servir à produção atual e para as gerações futuras, como afirma Veiga (2005). Assim, a disposição desta lama de modo direto no solo, traz prejuízo ao próprio solo e aos cursos d'água próximos, além de oferecer risco de contaminar as águas subterrâneas.

Tanto o setor produtivo, quanto o órgão de controle ambiental estadual o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) e alguns órgãos municipais, adotam ações no sentido de minimizar tais impactos. Para isso, desde 2005 várias associações de empresários do segmento vêm sendo criadas, tendo como foco principal a diminuição desses problemas, implantando aterros industriais específicos para dar destino adequado aos resíduos. Entretanto, ressentem-se de movimentos populares que reivindique ações mais pontuais e defesa ao Estado, em favor da sociedade, preservação do ambiente defesa humana (SILVA, 2011).

Entende-se que o aterro industrial não seja uma solução definitiva e nem deva ser considerada única, porque as áreas licenciadas têm em média uma vida útil de 10 anos e, para atender à demanda crescente da geração de resíduos do setor, são necessários novos aterros licenciados. Além disso, o processo de planejamento, licenciamento e construção desse tipo de aterro é demorado, como também a solução de destinação final em aterro não adiciona valor imediato aos resíduos.

A questão ambiental tem desvelado temas bastante relevantes ao agregar à realidade contemporânea um caráter inovador, ou seja, sua competência de associar realidades ao que aparecem desvinculadas, de tornar visível o caráter universal das questões socioambientais e certificar a necessidade de proporcionar mudanças efetivas, que garantam a continuidade e a qualidade da vida na Terra (FREIRE, 2014).

É necessário acrescentar, então, às ameaças sociopolíticas e econômicas a necessidade premente de descobrir uma maneira de governar e garantir recursos vitais e finitos como o solo, a água e a energia, em um sistema social determinado pela desigualdade e insustentabilidade. Quando não há mais lugar para disposição, em geral, os resíduos são lançados em corpos d'água e terrenos baldios Neves *et. al.* 2019. É cultural, no Brasil, que esses resíduos sejam considerados de “baixa agressividade ao meio ambiente” (SILVA, 2011).

O olhar da relação entre o ser humano e o meio ambiente suscita reflexões sobre um novo olhar de mundo e de conhecimento, que deveria ser construído pelo processo educacional. A Educação para o meio ambiente, com base no movimento mundial de cientistas, filósofos e humanistas que estão a debruçar-se sobre os problemas ecológicos dos últimos tempos, denota as necessidades urgentes do cuidado do indivíduo com o mundo e o seu ecossistema.

Vislumbrar caminhos para a conscientização do ser humano como parte integrante do ambiente e sugerir propostas de interpretação de leis que superem a punição e a

proteção exercida no momento atual, constitui um trabalho que integra políticas públicas visando à implementação dos processos já existentes. Novos processos, em especial os educacionais, devem ser promovidos, visando a uma educação mais efetiva e participativa, problematizadora; objetivando prevenir a população sobre as questões ambientais sem ameaçá-la ou amedrontá-la, com a intenção de construir uma relação autônoma e responsável entre as partes e o todo, (FREIRE, 1987).

As razões sobre as propostas de Educação para o meio ambiente aparecem nas análises de vários autores que apresentam críticas a essas propostas, pois abordam uma perspectiva histórica de omissões e descasos com as questões ambientais no Brasil e no mundo (DAVID, 2015).

Em decorrência da complexidade do tema, procurou-se abordar os fundamentos referentes aos eixos temáticos que embasam o presente trabalho, que são: a sustentabilidade; os resíduos sólidos: mármore e granito; o meio ambiente e a relação ser humano-natureza e a educação ambiental; políticas públicas nos âmbitos federal, estadual e municipal; propostas educacionais e o meio ambiente, com o potencial de arte e educação no processo produtivo de rochas ornamentais.

A questão ambiental ocupa hoje um importante espaço político de âmbito nacional e internacional. Tornou-se um movimento social que expressa as problemáticas relacionadas aos “riscos de grande consequência”, e exige a participação de todos os indivíduos, pois o Direito ao Ambiente é um “Direito Humano Fundamental”.

A sociedade sustentável e o progresso pela qualidade de vida (longevidade, maturidade psicológica, educação, ambiente limpo, espírito de comunidade e fazer criativo) devem ser conquistados (DE SORDI, 2014). Acrescenta-se, ainda, a necessidade do acesso à Arte nas culturas das sociedades humanas.

A humanidade encontra-se em um processo em que se coloca em risco a continuidade de sua existência. A economia livre, baseada nos aportes mercantilistas dos seres humanos de transformar os elementos da natureza em bens de consumo, gerando cada vez mais embalagens que são descartadas como resíduos no meio ambiente, demanda a prática educativa que visem o reuso desses bens, da reciclagem e do reaproveitamento de resíduos. É uma abordagem utilizada como alerta para a importância da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente.

A discussão de reaproveitamento de resíduos sólidos ocorre em âmbito nacional e internacional, em decorrência do crescimento do saber em relação ao meio ambiente. A diversidade da atual exigência ambiental, social e econômica induz a um novo posicionamento dos três níveis de governo, da sociedade civil e da iniciativa privada (BRASIL, 2010).

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o reaproveitamento do resíduo de rochas ornamentais de mármore e granito para o beneficiamento contribui para a diminuição do impacto ambiental causado pelo setor e faz diminuir a necessidade de áreas destinadas a grandes aterros industriais, podendo o resíduo entrar na confecção de produtos, substituindo matérias-primas que podem ser, muitas vezes, não renováveis. Dessa forma, considerando ser a indústria de beneficiamento de rochas ornamentais geradora de um produto de grande importância no contexto econômico, social e ambiental do Brasil e do Espírito Santo, percebe-se a urgência na adoção de programas e políticas de incentivo à prática do reaproveitamento dos resíduos de rochas ornamentais, tanto a lama quanto os sólidos.

Setor este que representa uma das principais cadeias produtivas do estado, gerando um número considerável de empregos formais. Neste estudo, observou-se a carência de produções científicas e de profissionais que relacionem a atividade de exploração de rochas ornamentais de mármore e granito e mineração a ocorrência na história de vida. Isso se torna mais difícil devido às limitações que são impostas pelas empresas de exploração.

Ficou visível o potencial do trabalho e da história das rochas ornamentais e na mineração para o meio ambiente e para a Educação, bem como a resiliência diante do meio ambiente. Expresso nas narrativas dos artistas, das empresas público-privadas e dos profissionais autônomos que expõem as dificuldades de saber o que é feito no setor de rochas ornamentais.

A maior parte dos entrevistados não sabe se há existência de leis e políticas públicas, para o setor, embora exista uma consciência para o reuso desses resíduos deixados no meio ambiente. Um plano de gestão de rejeitos, ou seja, um planejamento do manejo e a possibilidade de constituir lotes exclusivos para disposição de reaproveitamento de mármore e granito são fundamentais para a viabilidade e a implementação do reaproveitamento de rochas ornamentais gerados nesse setor de atividade econômica.

Mesmo sendo dito por alguns participantes da pesquisa que tais resíduos são aproveitados, ainda é muito pouco, devido ao volume gerado pelas grandes empresas de mármore e granito. A maioria é localizada fora do país, enquanto as regiões, as serrarias e as marmorarias com grande exploração de resíduos de mármore e granito podem designar-se áreas especiais para o recebimento desses resíduos, para posterior comercialização do agregado reciclado.

Ressaltar que ainda há muito a ser feito no segmento de resíduos sólidos de mármore e granito no Estado do Espírito Santo, tais como a mudança na forma de se desenvolver a Educação para o meio ambiente. Pelo estudo que foi desenvolvido, a viabilidade tecnológica de reaproveitamento dos resíduos da indústria de granito e mármore para produção de material cerâmico produzirá novas perspectivas para essa indústria, tanto para o ponto de vista econômico, quanto para a mitigação dos problemas ambientais.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, R. G. D. **Silicose na exploração de rochas ornamentais**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas) – Pró-reitora de Pesquisa e Pós-Graduação, Centro Universitário de Vila Velha, Vila Velha, 2009.

BARBOSA, A. M. T. B. **Arte-educação no Brasil**. Perspectiva, 2002.

BARBOSA, Larissa Lapa Teles. **Propriedades do limestone como rocha ornamental: terminologia, caracterização e manutenção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resíduos Sólidos: Catadores de Materiais recicláveis, reciclagem e reaproveitamento**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuossolidos/catadoresdemateriais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>. Acesso em: out. 2015

DAVID, C. M. *et al.* **Desafios contemporâneos da educação**. 2015.

DE SORDI, J. O. **Gestão por processos**. Editora Saraiva, 2014. 4 Ed. São Paulo. ISBN:978-85-02-22221-4.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 3.ed. Brasília: Liber Livro, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987

FREIRE, P. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Editora Paz e Terra, 2014.

LUIZ, G. de C *et al.* **Política nacional de resíduos sólidos: uma análise da gestão em municípios de pequeno porte**. Dissertação de (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Programa de Pós-graduação em Gestão de Organizações Públicas, RS, 2018.

MANCEBO, L. A. **Guia prático para o desenho de joias, bijuterias e afins**. Santa Maria: Feevale, 2008.

MARTINS, C. **Patrimônio cultural: da memória ao sentido do lugar**. Editora Roca, 2006.

MONTE, E. Z. Exportações de Rochas Ornamentais do Espírito Santo: um estudo econométrico para o período de 2000 a 2017. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 49, n. 3, p. 129-145, 2018.

MOULIN, M.G. B. **O lado não polido do mármore e granito: a produção social dos acidentes de trabalho e suas conseqüências no setor de rochas ornamentais no sul do Estado do Espírito Santo**. 2006. 136 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

NEGREIROS FILHO, P. R. R. W. *et al.* **Vigilância da saúde dos trabalhadores em marmorarias do noroeste do Espírito Santo: uma abordagem na perspectiva da cadeia produtiva**. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca. 2019. Dissertação de Mestrado.

NEVES, M. A. *et al.* **Resíduos Finos da Indústria de Rochas Ornamentais: Os Materiais Depositados e os Segregados.** 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo.

SILVA, E. H. D. R. da *et al.* Análise comparativa de rentabilidade: um estudo sobre o Índice de Sustentabilidade Empresarial. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 4, p. 743-754, 2015.

SILVA, A. Z. D. **Metodologia de avaliação das práticas de gerenciamento ambiental dos resíduos de empresas de beneficiamento de rochas ornamentais.** Vitória, Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFES, 2011.

SINDIROCHAS, Espírito Santo. **Sindirochas 40 anos: uma história gravada em rochas.** Vitória: 2013.

SINDIROCHAS, Espírito Santo. Disponível em: <<http://www.sindirochas.com/>>. Acesso em: mar. 2016.

SIQUEIRA, E. D. **Antropologia: uma introdução.** Brasília: Universidade Aberta do Brasil, 2007.

TEIXEIRA, M. F.; COSTA, R. de V. F. da C. **Impactos Ambientais da Extração e Beneficiamento da Rocha Esteatito (Pedra-Sabão) Um Estudo de Caso: Na Região de Santa Rita de Ouro Preto, MG.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 2, Ed. 01, Vol. 1. pp. 257-310, abril de 2017. ISSN:2448-0959.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI.** Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

ZVEIBIL, F. N. **Projeto Crescimento: engenharia de materiais e economia solidária voltados para os desafios socioambientais da atualidade.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2016.

# CAPÍTULO 12

## DIRETRIZES PARA MITIGAÇÃO DE IMPACTOS DE EMPREENDIMENTOS NAS TARTARUGAS MARINHAS

*Data de submissão: 04/09/2020*

### **Roberto Sforza**

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Vitória – ES  
<http://lattes.cnpq.br/0275630136552061>

### **Ana Cláudia Jorge Marcondes**

Fundação Centro Brasileiro de Proteção e Pesquisa das Tartarugas Marinhas. Vitória – ES  
<http://lattes.cnpq.br/6874437210916699>

### **Gabriella Tiradentes Pizetta**

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Vitória – ES  
<http://lattes.cnpq.br/5050433200551674>

### **Paulo Hunold Lara**

Fundação Centro Brasileiro de Proteção e Pesquisa das Tartarugas Marinhas. Mata de São João – ES  
<http://lattes.cnpq.br/0308412278941593>

### **Erik Allan Pinheiro dos Santos**

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Aracaju – SE  
<http://lattes.cnpq.br/9134904502105517>

### **João Carlos Alciati Thomé**

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Tartarugas Marinhas – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Vitória – ES  
<http://lattes.cnpq.br/4750877253294915>

**RESUMO:** O presente capítulo consolida as diretrizes para avaliação e mitigação dos impactos de empreendimentos costeiros e marinhos, que resultaram na publicação do Guia de Licenciamento – tartarugas marinhas. O Guia é composto por: sumários sobre a legislação relacionada ao licenciamento ambiental e à conservação das tartarugas marinhas; informações sobre a biologia, hábitos alimentares, ciclo de vida e comportamento reprodutivo; mapeamento das áreas de reprodução e informações sobre as áreas marinhas de uso, alimentação e deslocamentos conhecidas. Os principais impactos aos quais as tartarugas marinhas estão sujeitas foram sumarizados, por tipologias de empreendimentos, a exemplo de: portos e estaleiros; hotéis e urbanização da costa; exploração, produção e escoamento de petróleo e gás, assim como outros empreendimentos de grande porte. As medidas de mitigação e monitoramento foram organizadas em matrizes e avaliadas por tipologia de empreendimento, de forma a auxiliar os empreendedores e licenciadores no diagnóstico, análise e dosimetria das medidas a serem adotadas para mitigação dos danos ambientais, assim como a própria localização do empreendimento. O continuado processo de atualização do Guia de Licenciamento contará com o aprimoramento da identificação de áreas de uso no mar, associado ao crescente número de pesquisas com telemetria; revisão das áreas de reprodução de tartarugas marinhas e áreas cobertas por programas de pesquisa e monitoramento de praias; assim como inclusão de novas tipologias de projetos, a exemplo de

usinas eólicas marinhas, além de novas considerações sobre a avaliação e mitigação da fotopoluição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tartarugas marinhas; licenciamento ambiental; avaliação de impactos.

## GUIDELINES FOR MITIGATING IMPACTS OF PROJECTS ON SEA TURTLES

**ABSTRACT:** The chapter consolidates the guidelines for assessing and mitigating the impacts of coastal and marine projects, which resulted in the publication of the Licensing Guide – sea turtles. The Guide presents a summary of legislation related to environmental licensing and conservation of sea turtles; information about biology, diet, life cycle and reproductive behavior; maps of the main nesting beaches and information on marine high use areas and movements. The main environmental impacts to which sea turtles are subjected were summarized and presented by types project typology and activities, such as: ports and shipyards; hotels and coastal urbanization; exploration, production and flow of Hydrocarbons products, as well as other relevant projects. The mitigation and monitoring measures were organized in matrices and evaluated versus project characteristics, to assist enterprises and environment agencies in the diagnosis, analysis, and dosimetry of the measures to be adopted to minimize environmental damage, as well as the location of the project. The continued update process of the Licensing Guide will improve the identification of sea high use areas, associated with the growing number of sea turtle satellite telemetry surveys; a review of breeding areas for sea turtles and areas covered by beach monitoring programs and research, as well, the inclusion of new projects categories, such as marine wind farms, in addition to new considerations on the assessment and mitigation of photopollution.

**KEYWORDS:** Sea turtles; environmental licensing; impacts assessment.

## 1 | APRESENTAÇÃO

A interferência humana é a principal causa do colapso das populações de tartarugas marinhas e os impactos incidem em todos os estágios e habitats do ciclo de vida destes animais, também ameaçadas por resíduos e poluentes lançados nas zonas costeiras e oceanos (LUTCAVAGE et al., 1997). No passado, as principais ameaças eram a coleta de ovos e o abate de fêmeas, atividades que praticamente cessaram a partir da consolidação dos trabalhos de proteção dos ninhos e envolvimento das comunidades na conservação (LOPEZ et al., 2015). Nas últimas décadas o número de desovas nas praias brasileiras aumentou gradualmente (DA SILVA et al., 2007; MARCOVALDI; CHALOUPKA, 2007; MARCOVALDI et al., 2007), no entanto novas ameaças foram intensificadas com o crescente processo de ocupação e degradação da zona costeira, o que exigiu o estabelecimento de instrumentos para a mitigação dos impactos negativos nestes animais. Neste sentido, a Resolução CONAMA N° 10/1996, por determinar que o licenciamento ambiental nas áreas de desovas de tartarugas marinhas só pode efetivar-se após avaliação do Centro TAMAR, se destaca como marco legal para inclusão de medidas específicas à proteção desses tetrápodes e seus ambientes de reprodução nos processos de licenciamento ambiental.

Gradualmente, com o aumento do conhecimento sobre o ciclo e hábitos de vida das tartarugas marinhas, as considerações sobre tais impactos estão sendo aplicadas também em outras áreas não abrangidas pela Resolução CONAMA.

A evolução das pesquisas sobre tartarugas marinhas e a análise de centenas de estudos ambientais de empreendimentos em diferentes áreas litorâneas e marinhas proporcionaram o suporte à previsão dos impactos e à proposição de medidas para mitigação e monitoramento. Essa experiência possibilitou a elaboração do Guia de Licenciamento – Tartarugas Marinhas (SFORZA et al., 2017), documento que visa orientar a elaboração de estudos voltados à identificação e mitigação de impactos ambientais às tartarugas marinhas e seus habitats.

O presente capítulo apresenta os aspectos considerados durante a elaboração do Guia de Licenciamento, com ênfase nas diretrizes para avaliação e mitigação de impactos de empreendimentos nas tartarugas marinhas, e com o objetivo de subsidiar a qualificação dos estudos ambientais na costa brasileira, bem como apoiar a análise destes pelos órgãos de licenciamento. Neste contexto, será apresentada também a continuada necessidade de revisão e atualização do documento, com destaque para os principais tópicos a serem aprimorados e incluídos na nova versão do Guia.

## 2 | METODOLOGIA

No Brasil há ocorrência de 5 das 7 espécies de tartarugas marinhas existentes no planeta. São elas: *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) (tartaruga-gigante ou de couro), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (tartaruga-oliva), *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (tartaruga-cabeçuda) e *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (aruanã ou tartaruga-verde).

Todas as cinco espécies que ocorrem no Brasil estão incluídas na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2014), e na “Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN Red List” (IUCN, 2020).

As informações sobre as diferentes espécies de tartarugas marinhas presentes no litoral brasileiro para a elaboração do Guia foram obtidas através de bases de dados como o SITAMAR – Sistema de Informações sobre Tartarugas Marinhas, em relatórios de pesquisas registradas no SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade, e em relatórios de programas de monitoramentos solicitados por condicionantes ambientais nos processos de licenciamento. Para a fase de revisão do Guia serão utilizadas também informações do BDCTAMAR – Banco de Dados para a Conservação das Tartarugas Marinhas; do SIMBA – Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática, mantido pela Petrobras; e dados dos projetos de monitoramento de quelônios por telemetria satelital. A quantidade (densidade) e regularidade dos registros de ocorrências

de desovas ao longo do litoral foram utilizadas para indicar a importância relativa dos diferentes segmentos da costa brasileira. Esse procedimento permitiu classificar as áreas de desova em: Áreas Prioritárias de Reprodução; Áreas de Reprodução Regular; Áreas de Reprodução Esporádica; Áreas Insuficientemente Conhecidas; e Áreas Não Reprodutivas, conforme ilustrado na Figura 1.

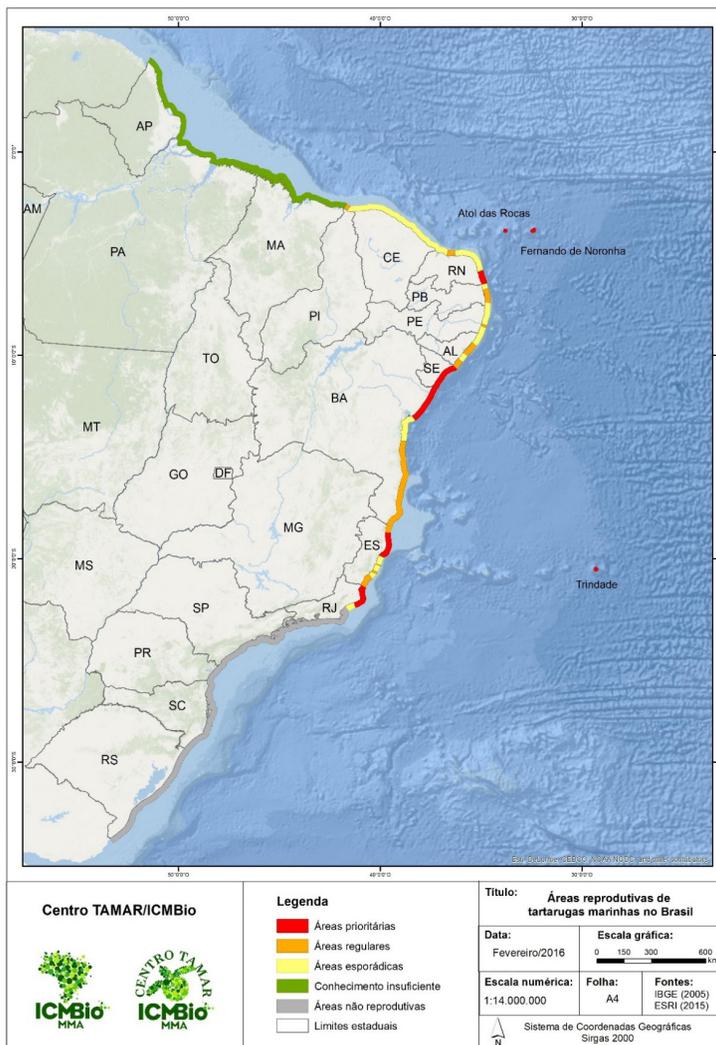


Figura 1: Áreas de reprodução de tartarugas marinhas no Brasil.

Fonte: Centro TAMAR/ICMbio (2016).

Os tipos de empreendimentos selecionados para inclusão no Guia foram aqueles mais frequentemente licenciados nas regiões costeiras e oceânicas do Brasil, utilizadas pelas tartarugas marinhas para reprodução e desenvolvimento, possuindo maior potencial de interação com estes animais. Tais empreendimentos foram integrados em matrizes, que consideram os principais impactos observados para cada tipologia e as medidas mitigadoras e programas de monitoramento rotineiramente solicitados.

### 3 | ESTRUTURA DO GUIA DE LICENCIAMENTO – TARTARUGAS MARINHAS

O Guia de Licenciamento – Tartarugas Marinhas foi estruturado em um conjunto de capítulos que proporcionam tanto a leitura sequencial dos temas abordados, quanto a consulta individual ou agrupada dos temas. O primeiro capítulo apresenta ao leitor um breve histórico das ações de pesquisa e proteção das tartarugas marinhas no Brasil, bem como da evolução do processo de avaliação dos impactos dos empreendimentos nas tartarugas marinhas.

Na sequência, o capítulo 2 apresenta uma compilação da legislação relacionada ao licenciamento ambiental e conservação das tartarugas marinhas, como base para as medidas de ordenamento.

No capítulo 3 constam informações sobre a biologia das tartarugas marinhas, hábitos alimentares, ciclo de vida e comportamento reprodutivo, de modo a elucidar a aplicabilidade de cada medida mitigadora ou programa de monitoramento.

No capítulo 4 é apresentada uma descrição das áreas de reprodução das tartarugas marinhas ao longo da costa brasileira e uma síntese dos conhecimentos sobre as áreas marinhas de alimentação e deslocamentos destes animais, assim os licenciadores e/ou empreendedores poderão obter informações que subsidiarão a escolha do local de instalação do empreendimento, bem com o emprego de medidas mitigadoras de impactos sobre as tartarugas marinhas.

O capítulo 5 apresenta uma síntese dos impactos potencialmente incidentes nas tartarugas marinhas, decorrentes das atividades associadas a cada tipologia de empreendimento, e as principais medidas de mitigação e/ou monitoramento destes impactos.

O capítulo 6 traz um levantamento mais detalhado dos principais impactos identificados para cada atividade relacionada a empreendimentos costeiros/marinhos sobre as tartarugas marinhas e também a indicação e fundamentação das medidas de mitigação aplicáveis. O detalhamento apresentado neste capítulo auxilia na análise dos impactos e na aplicabilidade e dosimetria das medidas de mitigação.

O Guia de Licenciamento contém ainda um conjunto de anexos com sugestões de Termos de Referência para atividades, diretrizes de mitigação da fotopoluição e de monitoramento de praias, e legislação ambiental relacionada às tartarugas marinhas,

que visam facilitar a organização das informações e a execução de ações em metodologias com grau de confiabilidade adequado.

O Guia é um documento de livre acesso, disponibilizado no formato impresso e digital, o que possibilita a ampla divulgação a partir de download direto, que pode ser feito pelo seguinte link: <[https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia\\_licenciamento\\_tartarugas\\_marinhas\\_v8.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/guia_licenciamento_tartarugas_marinhas_v8.pdf)>.

O documento contou com campanha de divulgação, durante a qual cópias impressas foram encaminhadas para os órgãos municipais, estaduais e federal de Licenciamento Ambiental, assim como, apresentações presenciais da aplicabilidade do documento foram realizadas nos estados que compreendem as áreas prioritárias de reprodução de tartarugas marinhas.

O processo de aperfeiçoamento dos estudos ambientais e de assimilação do conteúdo do Guia é um processo gradativo. Após aproximadamente três anos da publicação do Guia de Licenciamento, é possível observar a citação e aplicação do documento em estudos ambientais submetidos ao Centro TAMAR para a análise, assim como, uma maior clareza por parte dos empreendedores, consultorias ambientais e licenciadores quanto aos principais impactos que demandam mitigação e conhecimento prévio quanto à espacialização dos empreendimentos propostos ante as diferentes classes de prioridade das áreas costeiras para as tartarugas marinhas. Destaca-se também o uso do documento em processos de licenciamento ambiental situados em áreas não abrangidas pela Resolução CONAMA n° 10/1996, o que pode ampliar as possibilidades de mitigação de impactos. Uma análise pormenorizada da efetividade do Guia e da percepção dos atores quanto a sua aplicabilidade está em fase inicial de preparação.

Como mecanismos para garantir a contínua aplicabilidade e aprimoramento do Guia de Licenciamento – Tartarugas Marinhas, é prevista a revisão periódica do documento. Esta etapa considera a evolução dos conhecimentos técnicos e científicos sobre a biologia e ecologia das tartarugas marinhas; a inovação no planejamento dos empreendimentos e desenvolvimento de tecnologias de mitigação e monitoramento dos impactos ambientais; e a dinâmica dos regulamentos e procedimentos relacionados ao licenciamento ambiental de empreendimentos em áreas relevantes para as tartarugas marinhas.

## **3.1 Principais Tipologias de Empreendimentos**

### *3.1.1 Portos, terminais, estaleiros*

A atividade portuária, quando desenvolvida em áreas importantes para as tartarugas marinhas, possui elevado potencial de geração de impactos ambientais sobre estes animais, em especial, no que se refere à iluminação artificial; ocupação da orla, com perda de área disponível nas praias de desova; captura de animais durante as dragagens; perturbações no meio marinho e atropelamento devido a intensificação do trânsito de

embarcações e obras costeiras. As principais medidas de mitigação aplicadas consistem no controle da fotopoluição, inclusive no canteiro de obras e nas embarcações, a partir de medidas como execução de projeto e adaptações luminotécnicas, além da utilização de elementos da paisagem (vegetação e topografia) como barreira auxiliar à dispersão luminosa; planejamento locacional adequado, evitando áreas com alta densidade de desovas; aplicação de janela ambiental para as intervenções nas praias e atividade de dragagem, de modo a evitar o início de atividades durante o período reprodutivo; uso eficiente de defletores nas dragas; monitoramento da dragagem por observador de bordo; controle da velocidade das embarcações; programas de monitoramento de praia e proteção dos ninhos, entre outros.

### *3.1.2 Empreendimentos hoteleiros e imobiliários*

O litoral brasileiro é objeto de diversos empreendimentos hoteleiros e imobiliários, licenciados por órgãos estaduais e municipais, e durante a instalação e operação destes, ocorrem variadas atividades geradoras de impactos sobre as tartarugas marinhas, como, iluminação artificial, uso turístico das praias e obras costeiras.

As medidas rotineiramente aplicadas para a mitigação dos impactos demandam o planejamento locacional adequado do empreendimento, que deve garantir o máximo afastamento possível da linha de preamar e dos trechos com maior atividade reprodutiva, em especial nas áreas prioritárias e regulares de reprodução. O controle da fotopoluição é também de elevada importância e deve ser adotado desde a fase de implantação e canteiro de obras, até a operação, com necessidade continuada de ajuste e manutenção das fontes de iluminação aprovadas em projeto luminotécnico; e o aproveitamento de elementos da paisagem (topografia e vegetação) devem ser considerados de modo a ampliar a contenção da luminosidade. O ordenamento do acesso de pessoas às praias, assim como a divulgação da proibição do trânsito de veículos nas praias é aspecto regularmente recomendado, assim como são apresentadas sugestões de medidas para reduzir o risco de interação e ataques de animais domésticos a ninhos, filhotes e fêmeas de tartarugas marinhas que buscam as praias para desovar. Ainda quanto aos usos da praia, solicita-se a remoção durante a noite de eventuais equipamentos de lazer utilizados, evitando obstáculos físicos, assim como a adequada coleta e destinação dos resíduos tem elevada importância, de modo a reduzir o risco de proliferação de animais oportunistas que podem representar uma ameaça aos ninhos e fêmeas de tartarugas marinhas.

### *3.1.3 Exploração e produção de óleo e gás offshore*

Cerca de 93% da produção brasileira de petróleo e 73% da produção de gás natural é proveniente de bacias marítimas (ANP, 2015). Na Zona Costeira, encontram-se ainda quase todas as unidades de processamento de gás natural, terminais aquaviários

e malha dutoviária do país, além da metade das refinarias, configurando-se, portanto, em um importante espaço da atividade de petróleo e gás natural e suas cadeias produtivas. Inclusive para as bacias terrestres, 67% do petróleo produzido se originam em municípios localizados na Zona Costeira, nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe, Bahia e Espírito Santo.

Os principais impactos ambientais previstos para essa tipologia de empreendimento estão associados à prospecção sísmica, iluminação artificial, trânsito de embarcações, obras costeiras e operações com óleo. A mitigação dos impactos contempla o atendimento à Instrução Normativa IBAMA/ICMBIO 01/2011, referente a Áreas de Restrição Temporária para Atividades Sísmicas; monitoramento das pesquisas sísmicas por observadores de bordo; controle da fotopoluição, compatíveis com as normas de segurança; planejamento do cronograma de obras costeiras de modo a evitar o pico do período reprodutivo das tartarugas marinhas; elevação de dutos perfilados na praia; inserção, nos Planos de Emergência Individuais (PEIs) e nos Planos de Emergência para Vazamento de Óleo (PEVOs), medidas específicas para atuação em áreas de alimentação/desenvolvimento e de reprodução de tartarugas marinhas.

### *3.1.4 Outros empreendimentos de grande porte*

Com relação aos demais empreendimentos pretendidos ou instalados na região costeira e marinha, diversas atividades podem gerar ameaças às tartarugas marinhas, tais como instalações industriais, obras de contenção e controle de erosão, parques eólicos, emissários submarinos, urbanização da orla, entre outros. Assim, a análise comparativa dos impactos previstos para o empreendimento, ante aqueles já descritos para as demais tipologias, pode elucidar a definição de medidas e programas de monitoramento apropriados.

## **3.2 Matrizes de Impacto**

As medidas de mitigação encontram-se compiladas e resumidas nas tabelas contidas no Capítulo 5 do Guia de Licenciamento (matrizes de impactos). Nas matrizes foram incluídas as ações mais comumente adotadas para o controle ou mitigação dos impactos, identificadas com base na literatura sobre o tema e na experiência de gestão adquirida pelo Centro TAMAR, no exercício da aplicação da Resolução CONAMA nº 10/1996.

A organização apresentada nas matrizes considera uma análise genérica dos impactos para cada tipologia de empreendimento, frente aos conhecimentos disponíveis sobre os impactos e sua mitigação, assim como quanto à biologia e ecologia das tartarugas marinhas em cada região.

Ao analisar as matrizes, deve-se considerar o local previsto para a instalação do empreendimento pretendido, e como o mesmo se insere nas áreas relevantes para as tartarugas marinhas, indicadas na Figura 1, para que se possa efetuar um adequado

planejamento locacional, imprescindível para definição do escopo, abrangência e intensidade das medidas mitigadoras aplicáveis.

## **4 | PERSPECTIVAS DE ATUALIZAÇÃO DO GUIA DE LICENCIAMENTO – TARTARUGAS MARINHAS**

A continuada produção de conhecimento científico e sua conversão em medidas de manejo, proteção e mitigação de impactos é a premissa que demanda um contínuo processo de atualização do Guia de Licenciamento. Desde a publicação da primeira edição do Guia, algumas tipologias de empreendimentos, impactos, programas de monitoramento e medidas mitigadoras merecem destaque, seja por novos conhecimentos agregados, seja pela perspectiva de surgimento de novas demandas e processos de licenciamento.

Os empreendimentos portuários foram objeto de programas de monitoramento, dentre os quais se destaca os monitoramentos de praia (PMP) e os monitoramentos embarcados, realizados por observadores de bordo. De modo geral, tais programas possibilitaram o acompanhamento dos impactos de atividades críticas como dragagens, com o registro de interações fatais com tartarugas marinhas (GOLDBERG et al., 2015) e elaboração de documentos técnicos para mitigação de tais impactos. Dentre as medidas gradualmente implantadas destaca-se o uso de variados modelos de defletores nas cabeças de dragagem, ativação exclusiva da bomba de dragagem quando próxima ao fundo, definição de estratégia adaptativa com variação espacial e temporal para a execução da atividade. Alguns métodos complementares para a mitigação também estão em avaliação, a exemplo de arrastos prévios com embarcações de pesca, ao longo das áreas a serem dragadas, para remoção ou afugentamento das tartarugas marinhas e a aplicação da telemetria por satélite para investigar o uso da área pelas espécies e identificar locais e períodos de maior concentração dos animais.

Dentre os programas de monitoramento, destaca-se a crescente aplicação da telemetria de tartarugas marinhas por satélite, como subsídio para identificação de áreas de uso, assim como avaliação de impactos, a exemplo dos estudos associados à pesquisa sísmica (BELLINE et al., 2019). Os resultados de tais levantamentos têm demonstrado o potencial de aplicação da técnica para outros empreendimentos a exemplo de portos, com perspectiva de continuidade dos monitoramentos em distintas fases de implantação das obras, uma vez que os resultados podem subsidiar a tomada de decisões relacionada a atividades de rotina e manutenção, a exemplo das já citadas dragagens.

Dado o caráter atemporal dos dados espaciais obtidos nos monitoramentos por telemetria, o crescente número de estudos possibilitará também melhorias na identificação de habitats críticos no mar, com possibilidade de categorização de relevância similar à já aplicada às praias.

A atualização do Guia de Licenciamento abordará também uma nova tipologia de

empreendimento, as usinas eólicas marinhas. A demanda por esse tipo de empreendimento tende a crescer nos próximos anos, o que motivou o Ibama a iniciar a elaboração de um Termo de Referência com orientações gerais quanto aos estudos e impactos a serem considerados pelos empreendedores. Uma vez que tais projetos podem gerar impactos diretos a áreas críticas para as tartarugas marinhas, devido a modificação ou supressão de importantes áreas utilizadas pelas tartarugas no mar, é prioritária a proposição complementar e mais detalhada de estudos, medidas de mitigação ou mesmo restrições à instalação de tais empreendimentos em áreas críticas para as espécies.

A versão revisada do Guia, em elaboração, trará ainda atualizações referentes a alguns impactos e respectivas medidas mitigadoras. Dentre os principais e mais recorrentes impactos ambientais identificados está a fotopoluição. Apesar dos efeitos da fotopoluição nas tartarugas marinhas já serem bem documentados, destaca-se o crescente número de pesquisas e a evolução do conhecimento quanto a desorientação destes animais também no ambiente marinho, como resultado de fontes de iluminação instaladas em estruturas como plataformas, píer, embarcações diversas e sondas de exploração de petróleo. A Convenção sobre Espécies Migratórias durante o 13º Encontro da Conferência das Partes em 2020, publicou a Resolução 13.5, que em seu Anexo II - Diretrizes de Poluição, apresentam robusta revisão bibliográfica sobre o tema, assim como agrega novas orientações sobre o monitoramento e auditoria ambiental, no sentido de reduzir os efeitos negativos da poluição luminosa para a biodiversidade. Tais considerações serão objeto de análise e incorporação à nova versão do Guia de Licenciamento, com contribuição significativa para o detalhamento das medidas já sugeridas e aprimoramento das alternativas para mitigação nos projetos luminotécnicos dos empreendimentos.

## 5 | CONCLUSÃO

O Guia de Licenciamento – Tartarugas Marinhas representa uma síntese dos conhecimentos adquiridos, ao longo dos 24 anos de vigência da Resolução CONAMA Nº 10/1996, a partir da análise de variados processos de licenciamento ambiental, pesquisas científicas e manifestações emitidas pelo Centro TAMAR. No entanto, tais informações não esgotam a possibilidade de impactos não avaliados ocorrerem, nem reduzem a necessidade de definição de medidas de mitigação complementares ou o aprimoramento continuado das medidas propostas. Aspecto também a ser considerado é a constante evolução da compreensão dos impactos ambientais, que é periodicamente modificada a partir das pesquisas e publicações científicas, evidências de campo e resultados dos programas de monitoramento, o que gera a gradual proposição de novas medidas e retroalimentação nos processos, com revisão e adequação de ações já propostas ou implementadas. Da mesma forma, observa-se mudanças no comportamento do empreendedor, na busca pelo diálogo e informações, na implementação das medidas, e proatividade na busca de soluções.

A avaliação dos impactos ambientais de empreendimentos na biodiversidade é tarefa complexa que demanda uma análise acurada das especificidades do empreendimento, de modo que as informações sumarizadas no Guia de Licenciamento não devem ser transcritas “automaticamente” para os Estudos Ambientais, sem considerar o contexto e detalhes do projeto, assim como o local e período em que se pretende a implantação ou ampliação.

É necessário enfatizar que a efetiva avaliação quanto à viabilidade ambiental do projeto pretendido, na localização indicada, no que se refere à harmonização com as condições ambientais necessárias à conservação das populações de tartarugas marinhas, deverá ser efetuada caso a caso, em cada processo de licenciamento. Esta etapa do processo de licenciamento é particularmente importante, visto que, em áreas de maior relevância para a conservação das tartarugas marinhas, dependendo do porte e natureza do empreendimento, mesmo com a aplicação de todo um conjunto de medidas de mitigação conhecidas, esta harmonização poderá não ser viável.

## REFERÊNCIAS

ANP - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - Brasil. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis: 2015**, 2015. 249 p. ISSN 1983-5884.

BELLINI, C. *et al.* **Projeto de monitoramento de quelônios por telemetria satelital nas Bacias Sergipe/Alagoas e Ceará/Potiguar. IBAMA e Indústria de Pesquisa Sísmica: em busca do conhecimento e sustentabilidade através do licenciamento ambiental**. 1ed. Rio de Janeiro: Mind Duet Comunicação e Marketing, v. 1, p. 37-60, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria n.º 444**, de 17 de dezembro de 2014. Disponível em <[https://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes\\_normativas/PORTARIA\\_N%C2%BA\\_444\\_DE\\_17\\_DE\\_DEZEMBRO\\_DE\\_2014.pdf](https://www.icmbio.gov.br/sisbio/images/stories/instrucoes_normativas/PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama n.º 10**, de 24 de outubro de 1996. Disponível em <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=209>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

DA SILVA, A. C. C. *et al.* **Nesting biology and conservation of the olive ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Brazil, 1991/1992 to 2002/2003**. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, v. 87, n. 4, p. 1047–1056, 30 ago. 2007.

GOLDBERG, D. W. *et al.* **Hopper dredging impacts on sea turtles on the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil**. Marine Turtle Newsletter, v. 147, p. 16–20, 2015.

INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE. **IUCN Red List of Threatened Species**, 2020. Version 2020-2. Disponível em <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 31 ago. 2020.

LOPEZ, G. G. *et al.* **Coastal development at sea turtles nesting ground: efforts to establish a tool for supporting conservation and coastal management in northeastern Brazil, 2015**. Ocean & Coastal Management, v. 116, p. 270-276, nov. 2015.

LUTCAVAGE, M. E. *et al.* **Human impacts on sea turtle survival, 1997.** In: LUTZ, P. L. & MUSICK, J. A. *The Biology of Sea Turtles*, 1997, v. 1, 387-409. Marine Science Series. CRC Press. 432 p.

MARCOVALDI, M. Â.; CHALOUPKA, M. **Conservation status of the loggerhead sea turtle in Brazil: an encouraging outlook.** *Endangered Species Research*, v. 3, p. 133–143, 2007.

MARCOVALDI, M. Â. *et al.* **Fifteen years of hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting in Northern Brazil.** *Chelonian Conservation and Biology*, v. 6, n. 2, p. 223–228, 2007.

SFORZA, R.; MARCONDES, A. C. J.; PIZETTA, G. T. **Guia de Licenciamento Tartarugas Marinhas - Diretrizes para Avaliação e Mitigação de Impactos de Empreendimentos Costeiros e Marinhos.** Brasília: ICMBio, 2017. 130p.

# CAPÍTULO 13

## AValiação DE IMPACTO AMBIENTAL DE PISCICULTURAS NO RIO SÃO FRANCISCO

Data de submissão: 07/09/2020

### **Érika Alves Tavares Marques**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Desenvolvimento e Meio  
Ambiente  
Recife - PE  
<http://lattes.cnpq.br/6496402766685784>

### **Gérsica Moraes Nogueira da Silva**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Engenharia Civil  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/1083961408446763>

### **Ariane Silva Cardoso**

Universidade Federal de Pernambuco,  
Departamento de Engenharia Civil  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/5595590568057397>

### **Maristela Casé Costa Cunha**

Universidade do Estado da Bahia, Campus VIII,  
Departamento de Educação  
Paulo Afonso-BA  
<http://lattes.cnpq.br/2064821391086747>

### **Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho**

Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia de Pernambuco, docente,  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/4312346687923790>

### **Nailza Oliveira Arruda**

Empresa de consultoria ambiental MOTIR-ON  
Soluções Integradas Cabo de Santo Agostinho-

PE

<http://lattes.cnpq.br/2320800546313023>

### **Maria do Carmo Martins Sobral**

Universidade Federal de Pernambuco, docente,  
departamento de Engenharia Civil  
Recife-PE  
<http://lattes.cnpq.br/4167833928991356>

**RESUMO:** A região da Bacia do Rio São Francisco possui características ideais para o desenvolvimento da piscicultura, tanto pelo clima favorável, com pela presença de diversos reservatórios. Com o desenvolvimento da atividade pesqueira, as políticas públicas então, passaram a fomentar a piscicultura nos reservatórios sob o domínio da União em detrimento da pesca artesanal. A piscicultura pode causar tanto impactos positivos, como impactos negativos. Atualmente a região detém a cadeia de produção formando um Arranjo Produtivo Local, porém sua produção está aquém do potencial esperado. Nesse sentido, buscou-se compreender os entraves que afetam a atividade e levantar seus impactos com vistas a apontar ações para tornar esta atividade sustentável. O levantamento de informações foi realizado a partir de fontes bibliográficas e coleta de dados primários, entre os anos de 2008 a 2015. O licenciamento ambiental foi apontado como um dos gargalos para a expansão da piscicultura. Os principais impactos positivos foram referentes à geração de emprego e renda. Enquanto que os impactos negativos foram apontados principalmente quanto à alteração da qualidade da água e introdução constata de espécies

exóticas, entre outros. A sustentabilidade da atividade demanda uma ação coordenada entre piscicultores, fábricas de rações, agências regulatórias e instituições de ensino e pesquisa para o ordenamento do setor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquicultura; Licenciamento ambiental, Políticas públicas.

## ENVIRONMENTAL IMPACT EVALUATION FROM PISCICULTURES IN THE SÃO FRANCISCO RIVER

**ABSTRACT:** The São Francisco Valley has ideal climate for fish farming. This activity was originated in the region after the construction of reservoirs for power generation, however, caused the decline of traditional fishing. Public policies since then promote fish farming in Union reservoirs areas over artisanal fisheries. Fish farming can cause both positive and negative impacts. Currently the region has a production chain forming a Local Productive Arrangement, but its production is less than the expected potential. In this sense, we sought to understand the barriers that affect the activity and raise its impacts in order to point out actions to make this sustainable activity. The survey information was based on bibliographic and documentary sources and primary data collection took place between the years 2008-2015. The environmental permit was pointed as one of the obstacles for the expansion of fish farming. The main positive impacts were related to the generation of employment and income. As to the negative impacts were identified changes in water quality, among others. Sustainability demands a coordinated action between fish farmers, feed mills, regulatory agencies and educational institutions and research for planning of the sector.

**KEYWORDS:** Aquaculture; Environmental license; Public policies.

### 1 | INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância que o Rio São Francisco exerce sobre a vida daqueles que vivem às suas margens ou na área de sua influência. O uso indevido dos recursos hídricos disponíveis na Bacia do Rio São Francisco pode conduzir ao colapso as diversas atividades desenvolvidas na região, o que vem sendo uma grande preocupação na atualidade, principalmente em decorrência das mudanças climáticas.

De acordo com Rocha e Vital (2012), na década de 70, após a alteração do ambiente do rio São Francisco pela construção das Usinas Hidrelétricas, o sistema lótico transformado em um sistema lêntico, contribuiu para o declínio da pesca artesanal na região. Contudo, criou condições privilegiadas para o desenvolvimento da piscicultura intensiva em tanque-rede (SOARES et al., 2007).

A Bacia do Rio São Francisco caracteriza-se por reunir condições ideais ao desenvolvimento da piscicultura, pois apresenta boa qualidade e quantidade de água, boa oxigenação e clima quente com pequena variação de temperatura ao longo do ano, entre 25 e 27°C (CODEVASF, 2010). O interior de Pernambuco, na região do Sertão do São Francisco têm sido alvo das principais ações dirigidas à expansão de aquicultura por parte do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e da Superintendência Federal de Pesca e

Aquicultura do Estado de Pernambuco (SFPA/PE), principalmente na produção de tilápia *Oreochromis niloticus*, espécie introduzida da África (SOARES et al., 2007).

Considerada como “Polo Aquícola de Pernambuco” ou a “Vitrine Aquícola do Estado” (FERNANDEZ, 2015), responsável pela produção de 8.820 toneladas de tilápia no Estado e um total de 14.676 toneladas de tilápia para todo reservatório de Itaparica em 2014 (RIBEIRO et al., 2016).

A cadeia produtiva da piscicultura apresenta atores e interrelações que permitem caracterizar esta atividade como um Arranjo Produtivo Local (APL) (ROCHA; VITAL, 2012). Contudo, enquanto negócio, é considerado vulnerável quando a gestão produtiva se realiza de maneira ineficiente (SEBRAE, 2014).

A Resolução CONAMA nº 237 define o licenciamento ambiental como:

Procedimento Administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou que possam causar degradação ambiental (BRASIL, 1997).

Neste contexto, se faz necessário entender o processo de licenciamento ambiental como instrumento de avaliação de impactos ambientais para a atividade de piscicultura, assim como a obtenção de informações relevantes que possam ser utilizadas pelos tomadores de decisão, no intuito de mitigar conflitos e impactos. Uma visão interdisciplinar a partir dos aspectos socioeconômicos e ambientais, podem auxiliar a reduzir os possíveis gargalhos que a atividade apresenta auxiliando para uma gestão sustentável das atividades econômicas desenvolvidas na região.

## 2 | METODOLOGIA

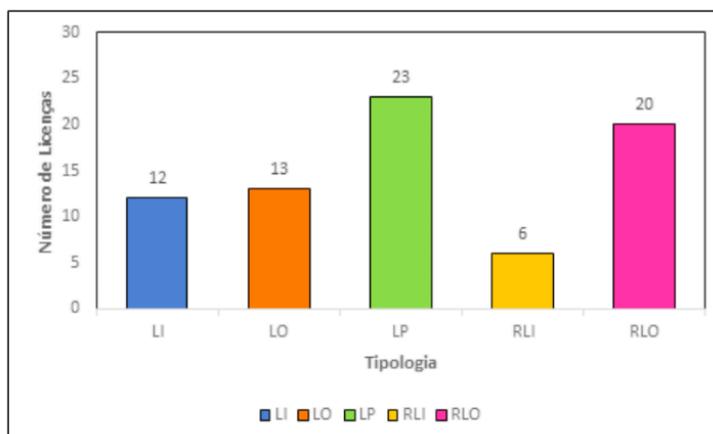
A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (Figura 1) é a terceira maior bacia hidrográfica do Brasil com relação à área e é a única inserida totalmente em território brasileiro, encontrando-se dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. Juntas, estas regiões contemplam 57% do seu território inserido na região semiárida (MMA, 2004). O levantamento de licenças e outorgas emitidas foi realizado na região do Submédio do Rio São Francisco.



legal (MPA; SEBRAE, 2015).

A expansão da piscicultura no país tem sido fortemente limitada pela dificuldade do licenciamento ambiental, que depende da anuência de quatro agências da União (ANA, IBAMA, MARINHA e SPU) e do órgão ambiental do estado onde o projeto será implantado. Isso torna o licenciamento oneroso e demorado, fazendo com que muitos pleitos se arrastem por longos períodos. Pleitos com mais de seis anos sem qualquer deferimento ou satisfação aos solicitantes são casos comuns. Sem as licenças ambientais de implantação e operação, os empresários e cooperativas não encontram um ambiente seguro, tampouco conseguem obter crédito, para a implantação e expansão dos seus cultivos, sendo esse um dos motivos da produção da aquicultura no Brasil ser inferior ao registrado em países com menos recursos naturais (KUBITZA, 2014).

Segundo Marques et al. (2015), foram levantadas 74 licenças ambientais emitidas no período compreendido entre 2009 a 2014 para empreendimentos aquícolas no Estado de Pernambuco (Figura 2), sendo que 12 estão relacionadas com Licenciamento de Instalação (LI), 13 com Licença de Operação (LO), 23 com Licença Prévia (LP), 6 relacionam-se com Renovação de Licença de Instalação (RLI), 20 com Renovação da Licença de Operação (RLO).



LI: Licença de Instalação; LO: Licença de Operação; LP: Licença Prévia;

RLI: Renovação de Licença de Instalação; RLO: Renovação da Licença de Operação.

Figura 2: Tipologia das licenças ambientais emitidas para a aquicultura em Pernambuco no período entre 2009 e 2014.

Fonte: Adaptado de Marques et al. (2015).

Com relação às outorgas para aquicultura foram identificadas 2 outorgas referentes ao Alto São Francisco, 0 para o Médio São Francisco, 17 referentes ao Submédio e 12 referentes ao Baixo São Francisco (BA). Das outorgas expedidas, 64,52 % foram favoráveis à empreendimentos aquícolas no reservatório Itaparica, 19,35% em Três Marias, 12,90 em Xingó e 3,23% em Sobradinho (ANA, 2011). No mapeamento dos empreendimentos de piscicultura foram visualizadas 28 pisciculturas em tanque-rede no reservatório de Itaparica. O mapeamento aponta seis áreas de conflito com a pesca artesanal, auxiliando como ferramenta na gestão das atividades pesqueiras como um todo.

### **Principais impactos oriundos da piscicultura sob a Bacia do Rio São Francisco**

Segundo Fernandez (2015), existem fortes impactos dos empreendimentos de aquicultura sobre os meios de produção da pesca artesanal, água e peixes. Também sobre os acessos às águas do reservatório e às áreas de pesca. Frente a ameaça que supõe a expansão da aquicultura às condições de reprodução social da pesca artesanal, as lutas pessoais e coletivas dos pescadores e pescadoras têm se convertido num empecilho a esse processo totalizador, que pretende privatizar as águas, o principal meio de produção da pesca.

### **Impactos sobre os recursos hídricos**

A piscicultura e as práticas alimentares dos peixes confinados têm impacto ambiental mais ou menos severo, conforme a intensidade do regime de produção (BOYD, 1999; MONTE-LUNA et al., 2004). Segundo Silva e Silva (2011), dependendo da área e da densidade de estoque, um sistema de piscicultura pode ser tão poluente quanto qualquer fonte doméstica ou industrial. No reservatório de Itaparica, os corpos d'água adjacentes às fazendas de aquicultura recebem, via efluentes, cargas elevadas de nutrientes acelerando o processo de eutrofização.

Gunkel et al. (2015), avaliando a capacidade suporte de pisciculturas no reservatório de Itaparica através da carga de fósforo, calcularam um valor de carga total de 3,30 g m<sup>2</sup>/ano, este valor encontra-se além do valor crítico de 2,84 g m<sup>2</sup>/ano, indicando que o ambiente estaria sobrecarregado. Segundo os autores, já se observa a eutrofização, tal como o desenvolvimento em massa de algas e macrófitas submersas nas áreas com empreendimentos em funcionamento. No entanto fica claro no trabalho que não foi considerado condições de troca de água, sendo necessário uma avaliação crítica das agências e órgãos responsáveis pelo licenciamento e fiscalização do monitoramento limnológico exigido aos empreendimentos.

### **Impacto sobre a ictiofauna e pesca artesanal**

A construção de barragens ao longo do rio exerceu forte impacto social àqueles que dependiam da pesca, direta ou indiretamente, visto que a oferta de pescado diminuiu consideravelmente. Assim, a piscicultura tornou-se uma alternativa para o restabelecimento

do mercado pesqueiro nas áreas de reservatório do rio São Francisco (CODEVASF, 2011).

De um modo geral, o rio São Francisco está sob ameaça crescente pois vem sofrendo com a destruição de matas ciliares, assoreamento, agrotóxicos provenientes da agricultura, poluição, sobreuso das águas e pesca predatória (ALVES, 2012). Diante dessa realidade a ictiofauna é bastante prejudicada, situação aprimorada com a construção de barragens, influenciando o fluxo natural da correnteza do rio, impedindo que espécies migradoras subam para desova, sendo um dos principais obstáculos para a reprodução, onde algumas espécies já se encontram ameaçadas de extinção (MACHADO JÚNIOR, 2010).

Especificamente no tocante à piscicultura, o uso de espécies nativas ou já introduzidas é um requisito fundamental para proteger a biocenose natural dos peixes. Quando novas espécies são usadas, indivíduos escapam do sistemas de aquicultura e podem tornar-se predadores de espécies naturais, agir como vetores de doenças de peixes ou substituir espécies nativas por ser mais competitivas nos ecossistemas locais (GUNKEL et al., 2015).

### **Sustentabilidade da piscicultura**

A preocupação ambiental trouxe à luz o conceito de desenvolvimento sustentável - o uso, administração e conservação de recursos naturais - e mudanças tecnológicas e institucionais que podem assegurar provisão contínua de água doce de qualidade, que satisfaça as necessidades dos seres humanos atuais e o bem-estar de gerações futuras (FAO, 1988). O desenvolvimento sustentável de atividades agrícolas, incluindo a piscicultura, deve preservar a terra, a água, a flora e a fauna, ser tecnicamente correto, economicamente viável e socialmente desejável (CYRINO et al., 2010).

Dependendo da forma como é conduzida, a piscicultura pode gerar impactos positivos, tais como emprego e renda para a população, ou causar diversos impactos negativos na localidade onde está inserida. O rumo tomado pela atividade dependerá principalmente das políticas públicas adotadas para o setor.

Segundo a CODEVASF (2013), a sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção pode ser melhorada com a adoção de boas práticas de manejo. No caso da criação em viveiros escavados, as principais práticas para reduzir o impacto ambiental são: redução da taxa de renovação de água; uso de ração balanceada e de forma controlada para evitar sobras; controle rigoroso na adubação dos viveiros; uso dos efluentes como água para fertirrigação; uso de lagoas de decantação para tratamento do efluente dos viveiros aliado à colocação de telas e construção de filtro; priorizar a criação de espécies da bacia hidrográfica onde está localizada a piscicultura; adoção da prática do policultivo para aproveitar melhor o espaço e os recursos naturais dos viveiros; construção dos viveiros preferencialmente em áreas já degradadas.

## 4 | CONCLUSÃO

Dentre os gargalos que a piscicultura vem enfrentado estão a dificuldade do licenciamento ambiental dos cultivos. Os principais impactos positivos foram referentes à geração de emprego e renda. Quanto aos impactos negativos, foram apontados alteração da qualidade da água, introdução de peixes exóticos, o aumento das concentrações nutrientes e matéria orgânica, dentre outros.

A sustentabilidade demanda uma ação coordenada entre todos os atores para o ordenamento do setor: com a expansão da piscicultura é necessário que os produtores adotem práticas de manejo sustentáveis, que as agências regulatórias aumentem a fiscalização e que as instituições simplifiquem o processo de licenciamento ambiental.

A realização de estudos de avaliação da capacidade suporte para empreendimentos de piscicultura são fundamentais, uma vez que a demanda de licenças é maior a cada ano e a liberação de outorgas não apresenta tal disponibilidade, bem como o monitoramento da fauna nativa, para mitigar os impactos sobre a pesca artesanal, assim como as áreas licenciadas para instalação dos empreendimentos aquícolas não devem ser de interesse conflitante com a pesca artesanal.

## AGRADECIMENTOS

A FACEPE, à CAPES e ao Projeto de Cooperação Internacional Innovate, desenvolvido com financiamento do Ministério de Tecnologia Alemão (BMBF) e do pelo Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil (MCTI).

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos**. Panfleto. Brasília: ANA, 2011.

ALVES, J. E. D. **A degradação do rio São Francisco**. Net. 2012. Disponível em: Acesso em: 21.05.2016.

ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE MUNICÍPIOS – AMM. **Associação apoia a divulgação do macrozoneamento Ecológico-Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (MacroZEE)**. Net. 2019. Disponível em: <https://portalamm.org.br/amm-apoia-a-divulgacao-do-macrozoneamento-ecologico-economico-da-bacia-hidrografica-do-rio-sao-francisco-macrozee/>. Acesso em: 03.09.2020.

BOYD, C.E. **Aquaculture sustainability and environmental issues**. World Aquaculture, v.30, p.10-72, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. 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: 01 maio 2010.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. de A.; SADO, R. Y.; DAIRIKY, J. K. **A piscicultura e o ambiente - o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura**. R. Bras. Zootec, vol.39, Viçosa, 2010.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Manual de criação de peixes em tanques-rede**. Brasília: CODEVASF, .69 p., 2010.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Arranjo Produtivo de Aquicultura do Lago de Itaparica**. 2011. Net. Disponível em: [http://www.codevasf.gov.br/programas\\_acoes/desenvolvimento-territorial/arranjos-produtivos-locais/arranjo-produtivo-de-aquicultura-do-lago-de-itaparica](http://www.codevasf.gov.br/programas_acoes/desenvolvimento-territorial/arranjos-produtivos-locais/arranjo-produtivo-de-aquicultura-do-lago-de-itaparica). Acesso em: 23 Set 2011.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. 2013. **Manual de Criação de Peixes em Viveiros**. Regina Helena Sant'Ana de Faria [et al.]. Brasília-DF: CODEVASF, 2013. 136p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Aspects of FAO's policies, programs, budget and activities aimed at contributing to sustainable development**. Document to the Ninety-fourth Session of the FAO Council, Rome: FAO, 1988.

FERNANDEZ, J. I. V. **A política nacional de desenvolvimento sustentável da pesca e da aquicultura e seus impactos sobre a pesca artesanal no Estado de Pernambuco**. Dissertação de Mestrado. Recife: UFPE, 119p., 2015.

GUNKEL, G., MATTA, E., SELGE, F., NOGUEIRA DA SILVA, G. M.; SOBRAL, M. C. **Carrying capacity limits of net cage aquaculture for Brazilian reservoirs**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 36, junho 2015.

KUBITZA, f. **O país do potencial travado em nome do ambiente**. 2014. Net. Disponível em: <http://www.panoramadaaquicultura.com.br/novosite/?p=3789>. Acesso em: 04.08.2016.

MACHADO JUNIOR, M. C. **Os Impactos ambientais e sociais das grandes usinas hidrelétricas**. 2010. Disponível em: <http://www.webartigos.com/artigos/os-impactos-ambientais-e-sociais-das-grandesusinas-hidreletricas/32832/> . Acesso em: 21.05.2016.

MARQUES, E. A. T.; SOBRAL, M. C.; CUNHA, M. C. C.; MELO, M. G. S. **Análise dos procedimentos de regularização ambiental da atividade aquícola em Pernambuco**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 36, junho, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do São Francisco**. Maurício Cortines Laxe [Org.]. Brasília-DF: MMA, 2004. 134p.

MONTE-LUNA, P.; BROOK, B. W.; ZETINA-RENÓN, M. J. et al. **The carrying capacity of ecosystems**. Global Ecology and Biogeography, v.13, p. 485-495, 2004.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA - MPA; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Guia de Orientação para Regularização da Aquicultura em Águas da União**. Brasília, 2015).

RIBEIRO, M. R. F.; SANTOS, J. P. dos; SILVA, E. M. da; PEREIRA-JÚNIOR, E. de A.; TENÓRIO, M. A. L. dos S.; LINI e SILVA, I. de L.; WEHBI, M. D.; LOPES, J. P.; TENÓRIO, R. A. **A piscicultura nos reservatórios hidrelétricos do submédio e baixo São Francisco, região semiárida do nordeste do Brasil.** Acta Fish. Aquat. Res., v. 3, n. 1, p. 91-108, 2016.

ROCHA, B. G. da; VITAL, T. **A piscicultura em tanque-rede no município de Petrolândia - PE: um arranjo produtivo local em construção.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 5, n. 3, 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Piscicultura - Criação de Peixes. Ideias para negócios 2014. Agronegócios.** Brasília-DF: 2014.

SILVA, J. L. A. de; SILVA, F. R. da. **Gestão do uso e reuso da água de cultivos de alevinos em Itacuruba - PE.** Congresso Mundial da Água, XIV. Anais... Porto de Galinhas\_PE, 25 a 29 de setembro de 2011.

SOARES, M.C.F; LOPES, J.P; BELLINI, R; MENEZES, B.Q. **A piscicultura no rio São Francisco: é possível conciliar o uso múltiplo dos reservatórios?** Rev. Bras. Enga. Pesca, 2. ed., maio, 2007.

# CAPÍTULO 14

## ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: APLICAÇÃO PRÁTICA EM 3 VERÕES SEGUIDOS (2017 A 2020)

**Livia Lomar Paulino**

Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ

**Marcelo Abranches Abelheira**

Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro,  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/7628303227986201>

**Pedro Reis Martins**

Centro de Operações e Resiliência - COR,  
Rio de Janeiro – RJ  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0858470929479772>

**Kátia Regina Alves Nunes**

Programa de Engenharia Civil da COPPE/  
UFRJ, Rio de Janeiro – RJ  
<http://lattes.cnpq.br/3785349617238396>

**Orlando Sodrê Gomes**

Centro Universitário Celso Lisboa, Defesa Civil  
Municipal do Rio de Janeiro,  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/5197006270528336>

**Alexander de Araújo Lima**

Centro Universitário Unicarioca;  
Centro Universitário Celso Lisboa,  
Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro,  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/2429551137349395>

**Leandro Vianna Chagas**

Gerente de Monitoramento e Alerta de  
Desastres da Defesa Civil,  
Rio de Janeiro - RJ

**Luiza Dudenhoefler Braga**

Centro de Operações e Resiliência - COR,  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** A Redução do Risco de Desastres é uma temática que cresce a cada dia na produção de conhecimento acadêmico, técnico e científico, no sentido de promover maiores e melhores meios para o entendimento dos desastres e maneiras de evitá-los e mitigar seus efeitos. Neste sentido foi criada a Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos, com a finalidade de estratificar os eventos em níveis de impactos, e ainda entender o envolvimento dos órgãos do poder público em cada evento. Este trabalho tem por finalidade realizar um estudo comparativo entre os três últimos verões (2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020) por meio da aplicação da escala. Além da comparação propriamente dita, será demonstrada a metodologia de avaliação, bem como os passos para elaboração da escala e o envolvimento dos técnicos da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro neste processo. Se chegou à conclusão sobre a eficácia da ferramenta e que esta se constitui em um poderoso meio de registro histórico dos eventos meteorológicos, da utilização dos recursos e equipes públicas nestas ocasiões.

**PALAVRAS - CHAVE:** resiliência. impactos. desastres. verão

## IMPACT SCALE FOR METEOROLOGICAL EVENTS IN RIO DE JANEIRO: PRACTICAL APPLICATION IN 3 CONSECUTIVE SUMMERS (2017 TO 2020)

**ABSTRACT:** Disaster Risk Reduction is a theme that grows every day in the production of academic, technical and scientific knowledge, in order to promote greater and better means for understanding disasters and ways to avoid them and mitigate their effects. In this sense, the Impact Scale of Meteorological Events was created, with the purpose of stratifying the events in terms of impact levels, as well as understanding the involvement of government agencies in each event. This work aims to carry out a comparative study between the last three summers (2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020) through the application of the scale. In addition to the comparison itself, the evaluation methodology will be demonstrated, as well as the steps for preparing the scale and the involvement of technicians from the City Hall of Rio de Janeiro in this process. The conclusion was reached about the effectiveness of the tool and that it constitutes a powerful means of historical record of meteorological events, the use of resources and public teams on these occasions.

**KEYWORDS:** disaster. impacts. resilience.

### 1 | INTRODUÇÃO

A região de inserção da cidade do Rio de Janeiro apresenta elevada variabilidade espacial e temporal de elementos meteorológicos. Os maciços florestais influenciam o comportamento da temperatura, ventos, evaporação e nebulosidade, e principalmente da precipitação (ABELHEIRA et al., 2019).

Somado a isso, a cidade sofreu com um crescimento desordenado durante muitas décadas, e hoje possui uma população estimada de mais de 6,5 milhões de habitantes, com muitas moradias em áreas de risco, rios canalizados e uma grande impermeabilização do solo (MOTTA et al., 2014a).

O processo de produção do espaço urbano tornou frequente a prática do desmonte de morros, ocupação das encostas, drenagem de áreas úmidas e redefinição do contorno da orla por sucessivos aterramentos, o que contribuiu para o aumento da exposição de pessoas e do patrimônio público e privado aos perigos climáticos. Nesse contexto, ao promover a extensiva alteração dos espaços naturais e a não priorização da implantação de espaços livres/verdes, veio a comprometer uma gama de serviços ecossistêmicos, a exemplo da preservação dos recursos hídricos, manutenção da estabilidade de encostas e o arrefecimento da calor intraurbano, COPPE/UFRJ (2016).

Desde a década de 60 do século passado, temos diversos relatos de desastres relacionados a precipitações pluviométricas intensas, podemos citar o evento de 11/01/66 ou, menos distante, o de 04/04/2010, D'ORSI et al. (2015).

Os eventos meteorológicos que causam maior impacto na cidade do Rio de Janeiro, costumam ocorrer entre os meses de novembro e abril, mais especificamente durante o verão (21 de dezembro a 20 de março). Portanto, muito embora haja na história alguns desastres ocorridos fora deste período, é bastante comum a menção à estação

do verão como referência para o planejamento e/ou atuação no que concerne os eventos meteorológicos extremos.

Para buscar entender as vulnerabilidades e minimizar os impactos, o Centro de Operações Rio (COR) e a Defesa Civil Municipal (DCM), como instituições de integração e coordenação, desenvolvem anualmente Planos de Contingência e/ou Planos de Atuação Integrada. Estes planos, que englobam diversos órgãos públicos municipais e até mesmo da esfera estadual (Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro), também envolvem concessionárias de serviços públicos e de transporte, sendo as atribuições de cada instituição ilustrada em uma Matriz de Atividades x Responsabilidades (NUNES et al., 2019).

Desde o Verão 2017/2018 é utilizado um grupo de tomadores de decisão denominado Equipe Gestão de Crise (EGC), visando uma comunicação e integração direta, rápida e eficiente entre os principais representantes dos órgãos mais envolvidos nas ações antes, durante e depois da chuva. Desta forma é possível ter total conhecimento do que está acontecendo, em especial dos impactos causados pelos eventos meteorológicos (LIMA et al., 2020).

Com base na observação das ocorrências e problemas mais recorrentes causados pelos precipitações pluviométricas e/ou pelos ventos, foi possível idealizar e desenvolver uma ferramenta de avaliação do quanto a cidade foi impactada por determinado evento (ABELHEIRA et al., 2018a). Desta forma, contando com a colaboração de servidores experientes de vários órgãos, foi criada a Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos para a Cidade do Rio de Janeiro.

Cabe destacar que o Marco de Sendai para Redução do Risco de Desastres ressalta, como uma de suas prioridades de ação, a importância da “compreensão do risco de desastres”, inclusive por meio da análise de dados e informações, assim como o uso e fortalecimento de parâmetros de referência (UNISDR, 2015).

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos para a Cidade do Rio de Janeiro (ABELHEIRA et al., 2018b), é a ferramenta utilizada para classificar os eventos meteorológicos em um dos três níveis:

- Nível 1 – Médio Impacto
- Nível 2 – Alto Impacto
- Nível 3 – Muito Alto Impacto

Os dez critérios que compõem esta escala englobam ocorrências referentes a diversas áreas, com várias instituições envolvidas na identificação do problema, avaliação de sua gravidade e/ou atuação direta ou indireta na divulgação ou mitigação ou solução da ocorrência.

Cada um destes dez critérios possui parâmetros específicos referente ao seu nível de impacto (nível 1 ou nível 2 ou nível 3).

## 2.1 Critério 1 – CHUVA ou VENTO

Este critério se refere ao volume de chuva ou velocidade do vento, medido, respectivamente:

- pelos 33 pluviômetros do Sistema Alerta Rio (dados automáticos no site a cada 15 minutos);
- pelos 04 equipamentos de leitura de vento.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
<b>CHUVA ou VENTO</b>	10mm/15min em pelo menos 3 leituras (no mesmo pluviômetro ou em diferentes) OU 40mm/h em pelo menos 1 pluviômetro OU vento forte em pelos menos 2 leituras OU vento muito forte em pelo menos 1 leitura	15mm/15min em pelo menos 3 leituras (no mesmo pluviômetro ou em diferentes) OU 40mm/h em pelo menos 3 pluviômetros OU 80mm/h em pelo menos 1 pluviômetro OU vento forte em pelos menos 4 leituras ou vento muito forte em pelo menos 2 leituras	25mm/15min em pelo menos 5 leituras (no mesmo pluviômetro ou em diferentes) OU 50mm/h em pelo menos 5 pluviômetros OU 80mm/h em pelo menos 3 pluviômetros OU vento forte em pelos menos 8 leituras ou vento muito forte em pelo menos 4 leituras

Tabela 1 - critério 1 - chuva ou vento

## 2.2 Critério 2 – BOLSÕES/ALAGAMENTOS ou ENCHENTE

Este critério observa a quantidade de bolsões/alagamentos ou enchentes ou volume máximo de reservatório de amortecimento da grande Tijuca. As informações respectivas terão as seguintes fontes:

- a quantidade de bolsões/alagamentos será verificada pelo Sistema Comando do COR;
- a quantidade de enchentes (considerada pelo extravasamento de rio) poderá ser verificada pelo Sistema Comando do COR ou por imagens de câmeras ou informação de integrantes da Fundação Rio-águas;
- o volume máximo de utilização em algum reservatório de amortecimento será informado por algum integrante da Fundação Rio-águas presente no Centro de Operações ou presente no grupo EGC.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
BOLSÕES, ALAGAMENTOS ou ENCHENTE	5 bolsões/alagamentos ou 1 extravasamento de rio ou 1 reservatório em 100%	10 bolsões/alagamentos ou 1 extravasamento de rio ou 1 reservatório em 100%	30 bolsões/alagamentos ou 1 extravasamento de rio ou 2 reservatórios em 100%

Tabela 2 - critério 2 - bolsões/alagamentos ou enchente

### 2.3 Critério 3 – QUEDA DE ÁRVORES

Este critério se refere a quantidade de árvores derrubadas pela chuva e/ou vento em áreas públicas. A contabilização será pela Companhia de Limpeza Urbana (COMLURB), que informará o número atualizado no grupo EGC ou por representante no COR.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
QUEDAS DE ÁRVORES	3 quedas de árvores	10 quedas de árvores	100 quedas de árvores

Tabela 3 - critério 3 - Queda de árvores

### 2.4 Critério 4 – MOVIMENTO DE MASSA

Este critério se refere a quantidade de movimentos de massa, englobando nesta classificação todas as subdivisões descritas na Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), ou seja:

- Quedas, tombamentos e rolamentos (blocos, lascas, matacões ou lajes);
- Deslizamentos (de solo e/ou rocha);
- Corridas de massa (solo/rocha ou rocha/detrito);
- Subsidências e colapsos.

Caberá à Defesa Civil Municipal e/ou à Fundação Geo-Rio a definição da quantidade de movimentos de massa, bem como a eventual classificação se o evento é de pequeno ou grande porte e informar se houve desabamento de moradia associado a ocorrência.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
<b>MOVIMENTO DE MASSA</b>	1 movimentos de massa (mesmo que de pequeno porte)	3 movimentos de massa (mesmo que de pequeno porte)	10 movimentos de massa (mesmo que de pequeno porte) OU 1 movimento de massa de grande porte (com desabamento de residência)

Tabela 4 - critério 4 - Movimento de massa

## 2.5 Critério 5 – VIAS INTRANSITÁVEIS

Este critério se refere a quantidade de vias intransitáveis, que pode ter sido oriundo de uma ou mais das condições a seguir:

- alagamento;
- queda de árvore;
- interdição preventiva.

Caberá à CET-RIO e/ou ao COR a definição se a via está intransitável, bem como quantificar o número de vias nesta situação.

A classificação das vias (local, coletora, arterial ou de trânsito rápido) seguirá a definição do anexo I do Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
<b>VIAS INTRANSITÁVEIS</b>	1 via (de qualquer porte)	3 vias locais/coletoras ou 1 via arterial/expressa	10 vias locais/coletoras ou 5 vias arteriais ou 1 via expressa

Tabela 5 - critério 5 - Vias intransitáveis

## 2.6 Critério 6 – FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA

Este critério se refere ao número de regiões sem energia elétrica durante ou logo após os eventos meteorológicos.

Caberá a concessionária de energia elétrica da cidade (LIGHT) definir o que será considerado como “região” ou “área” sem energia elétrica. Poderá ser uma rua ou uma linha de transmissão.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
FALTA DE ENERGIA ELÉTRICA	1 região sem luz	1 bairro ou 5 pequenas áreas sem luz	3 bairros ou 15 pequenas áreas sem luz

Tabela 6 - critério 6 - Falta de energia elétrica

## 2.7 Critério 7 – ACIONAMENTO DE SIRENES

Este critério se refere ao número de comunidades integrantes do Sistema de Alarme Sonoro (Sirenes) que tiveram o acionamento do toque de desocupação.

Caberá a Defesa Civil Municipal informar este quantitativo.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
ACIONAMENTO DE SIRENES	1 sirene acionada (comunidade)	5 sirenes acionadas (comunidades)	15 sirenes acionadas (comunidades)

Tabela 7 - critério 7 - Acionamento de sirenes

## 2.8 Critério 8 – SOLICITAÇÕES EMERGENCIAIS À DEFESA CIVIL

Este critério se refere ao número de solicitações de vistorias e/ou atendimentos emergenciais da Defesa Civil, seja pela ocorrência ou pela iminência de ocorrência. A solicitação, que pode ser feita via ligação para o 199 ou para 1746, é validada por técnicos da Defesa Civil presentes no Centro de Operações Rio que retornam o contato para melhor entendimento. Caberá a Defesa Civil Municipal informar este quantitativo.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
SOLICITAÇÕES EMERGENCIAIS DC	3 solicitações emergenciais	15 solicitações emergenciais	50 solicitações emergenciais

Tabela 8 - critério 8 - Solicitações emergências à Defesa Civil

## 2.9 Critério 9 – DEMANDA DE INFORMAÇÕES E/OU REPERCUSSÃO NA MÍDIA

Este critério se refere à busca de informações pelos veículos de informação. O número de pedidos de entrevista ao vivo é uma das demonstrações do impacto na cidade e da demanda de informações.

Caberá à Assessoria de Comunicações do Centro de Operações (ASCOM/COR) a

quantificação do número de entrevistas ao vivo bem como da definição de outros parâmetros para este critério.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
DEMANDA DE INFORMAÇÕES DA MÍDIA	1 pedido de entrevista ao vivo	3 pedidos de entrevista ao vivo	10 pedidos de entrevista ao vivo

Tabela 9 - critério 9 - Solicitações emergências à Defesa Civil

## 2.10 Critério 10 – DANOS HUMANOS

Este critério se refere aos Danos Humanos (desalojados/desabrigados, feridos ou mortos) decorrentes de qualquer um dos outros critérios ou de outro motivo diretamente relacionado a chuva (queda de muro, choque elétrico entre outros). Caberá a Secretaria de Assistência Social e/ou a Defesa Civil definir a quantidade.

	<b>nível 1 MÉDIO IMPACTO</b>	<b>nível 2 ALTO IMPACTO</b>	<b>nível 3 MUITO ALTO IMPACTO</b>
DANOS HUMANOS	1 vítima (ferido ou óbito) ou 1 família desalojada	5 feridos em situações distintas ou 1 óbito ou 10 famílias desalojadas	3 óbitos em pelo menos 2 situações distintas ou 100 famílias desalojadas

Tabela 10 - critério 10 - Danos humanos

## 3 I CLASSIFICAÇÃO DOS EVENTOS METEOROLÓGICOS

Para cada nível de impacto, há um quantitativo mínimo de critérios a serem alcançados:

- Nível 1 (Médio Impacto): é necessário que os parâmetros de pelo menos 3 critérios sejam alcançados (ou que pelo menos 1 critério no parâmetro do nível 2);
- Nível 2 (Alto Impacto): é necessário que os parâmetros de pelo menos 5 critérios sejam alcançados;
- Nível 3 (Muito Alto Impacto): é necessário que os parâmetros de pelo menos 7 critérios sejam alcançados.

Quando é verificado que não são atingidos pelo menos 3 critérios do nível 1 (Médio Impacto) ou 1 critério do nível 2, o evento é considerado de Baixo Impacto e não entra na relação dos eventos desta escala.

As tabelas a seguir mostram a relação dos eventos com sua respectiva classificação

a Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos nos seguintes períodos específicos:

- Verão 2017/2018 (21/12/2017 a 20/03/2018)
- Verão 2018/2019 (21/12/2018 a 20/03/2019)
- Verão 2019/2020 (21/12/2019 a 20/03/2020)

<b>VERÃO 2017/2018 (de 21/12/2017 a 20/03/2018)</b>			
<b>INÍCIO DOS IMPACTOS</b>			<b>NÍVEL NA "ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS"</b>
<b>DATA</b>	<b>DIA DA SEMANA</b>	<b>PERÍODO</b>	
23/12/2017	sábado	início da noite	nível 1
29/12/2017	sexta-feira	meio da tarde	nível 1
02/01/2018	terça-feira	final da tarde	nível 1
03/01/2018	quarta-feira	final da tarde	nível 1
07/01/2018	domingo	madrugada	nível 2
12/01/2018	sexta-feira	meio da tarde	nível 1
22/01/2018	segunda-feira	início da noite	nível 1
26/01/2018	sexta-feira	meio da manhã	nível 1
07/02/2018	quarta-feira	final da manhã	nível 1
14/02/2018	quarta-feira	noite	nível 3
21/02/2018	quarta-feira	tarde	nível 2
27/02/2018	terça-feira	final da tarde	nível 1

Figura 1 – Eventos Meteorológicos do verão 2017/2018 e sua classificação na escala

<b>VERÃO 2018/2019 (de 21/12/2018 a 20/03/2019)</b>			
<b>INÍCIO DOS IMPACTOS</b>			<b>NÍVEL NA "ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS"</b>
<b>DATA</b>	<b>DIA DA SEMANA</b>	<b>PERÍODO</b>	
24/12/2018	segunda-feira	início da tarde	nível 1
05/01/2019	sábado	final da tarde	nível 1
16/01/2019	quarta-feira	início da noite	nível 1
25/01/2019	sexta-feira	final da tarde	nível 1
04/02/2019	segunda-feira	início da manhã	nível 1
06/02/2019	quarta-feira	noite	nível 3
12/02/2019	terça-feira	noite	nível 1
17/02/2019	domingo	início da noite	nível 1
25/02/2019	segunda-feira	tarde	nível 1
26/02/2019	terça-feira	início da noite	nível 1
01/03/2019	sexta-feira	início da noite	nível 1
03/03/2019	domingo	final da tarde	nível 2
06/03/2019	quarta-feira	final da tarde	nível 1
11/03/2019	segunda-feira	madrugada	nível 1
13/03/2019	quarta-feira	tarde	nível 1
15/03/2019	sexta-feira	manhã	nível 1
16/03/2019	sábado	início da tarde	nível 1
19/03/2019	terça-feira	noite	nível 1

Figura 2 – Eventos Meteorológicos do verão 2018/2019 e sua classificação na escala

<b>VERÃO 2019/2020 (de 21/12/2019 a 20/03/2020)</b>			
<b>INÍCIO DOS IMPACTOS</b>			<b>NÍVEL NA "ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS"</b>
<b>DATA</b>	<b>DIA DA SEMANA</b>	<b>PERÍODO</b>	
23/12/2019	segunda-feira	meio da tarde	nível 1
03/01/2020	sexta-feira	meio da manhã	nível 1
13/01/2020	segunda-feira	final da madrugada	nível 1
30/01/2020	quinta-feira	meio da noite	nível 1
02/02/2020	domingo	início da noite	nível 2
03/02/2020	segunda-feira	final da tarde	nível 1
05/02/2020	quarta-feira	final da tarde	nível 1
10/02/2020	segunda-feira	meio da tarde	nível 1
29/02/2020	sábado	início da noite	nível 3

Figura 3 – Eventos Meteorológicos do verão 2019/2020 e sua classificação na escala

O dashboard de ocorrências relacionadas às chuvas, link <http://bit.ly/OcorrenciasChuvas>, disponibilizado pelo Centro de Operações Rio (RIO DE JANEIRO, 2010), é, juntamente com o contato direto com as instituições, conforme descrito no item 2 deste trabalho, uma fonte de consulta dos impactos da chuva para classificação na Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos.

## 4 | ESTUDO COMPARATIVO

Um dos objetivos da Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos e possibilitar a comparação entre diferentes períodos. Muito embora seja fundamental ressaltar que diversos fatores, internos ou externos, podem interferir, direta ou indiretamente, na ocorrência destes eventos e seus respectivos impactos, esta escala permite aos pesquisadores, aos servidores municipais de carreira (técnicos de suas instituições) e/ou aos tomadores de decisão (gestores públicos) o conhecimento sobre “quando e com qual intensidade” estas situações aconteceram.

	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	TOTAL DE EVENTOS CLASSIFICADOS NA EIM
VERÃO 2017/2018 (21/12/2017 a 20/03/2018)	9	2	1	12
VERÃO 2018/2019 (21/12/2018 a 20/03/2019)	16	1	1	18
VERÃO 2019/2020 (21/12/2019 a 20/03/2020)	7	1	1	9
SOMATÓRIO	32	4	3	39

Figura 4 – Comparação entre os verões (2017 a 2020)

Conforme já mencionado na introdução, em várias ocasiões a cidade foi duramente impactada em qualquer das quatro estações (até mesmo no inverno, como por exemplo em 20/06/2017). Em abril de 2019 houve um evento extremo que no qual foi decretado Estado de Calamidade Pública, conforme o decreto municipal 45.805 (RIO DE JANEIRO, 2019), que obviamente atingiu o nível 3 na Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos. Entretanto, visando a comparação com o mesmo período em 3 anos seguidos, foi definido que este trabalho teria o período específico detalhado na Figura 4.

Analisando as figuras 1 a 4, observamos que a quantidade de eventos que foi levantada e seus níveis de impacto nos permite verificar e analisar o perfil de cada período de verão, a dispersão e atuação das equipes de resposta e a articulação para tomada de decisão, por meio dos registros documentais e iconográficos.

Esta percepção nos leva a analisar e entender o que o cidadão e, mais diretamente, os integrantes de órgãos públicos e/ou concessionárias com atuação direta na resposta

aos impactos na cidade, vivenciaram. Assim sendo, a escala de impactos por ser utilizada como importante ferramenta de registro histórico e de avaliação da atuação das equipes, resultando em respostas cada vez mais rápidas, eficientes e eficazes, o que contribuiria com a construção da resiliência da cidade.

Outro ponto importante a se destacar é que não houve qualquer alteração nos parâmetros dos critérios no período analisado, fato que pode vir a ocorrer na fase de validação da ferramenta e, neste caso, precisará ser considerado em futuras comparações.

O aprimoramento e/ou adaptação dos parâmetros ou mesmo de eventuais pequenas mudanças de critérios, podem ser feitas com o passar do tempo, após constatação de necessidade de adaptações, ou mesmo por sugestões de técnicos experientes, em especial por meio da colaboração acadêmica.

De qualquer forma, a intenção desta proposta é que a metodologia e as definições gerais sejam consolidadas, validadas e implementadas.

## **5 | AÇÕES PARA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA**

O Marco de Sendai 2015 - 2030, principal documento norteador na área de Redução de Risco de Desastres (RRD) em nível internacional, aborda, de forma consistente, a importância do conhecimento, da educação, da capacidade e da resiliência para essa temática (UNISDR, 2015).

A Defesa Civil Municipal do Rio de Janeiro, possui um histórico de sucesso em iniciativas de conscientização e educação em Redução do Risco de Desastres (MOTTA et al., 2013).

Além de diversas ações e projetos pontuais junto ao público jovem (em especial com crianças e adolescentes), cabe destacar o Projeto Defesa Civil nas Escolas, realizado de 2013 a 2016, contemplando cerca de 10.000 alunos do 5º ano de escolas públicas municipais (MARCHEZINI et al., 2019). A estratégia do projeto, que teve repercussão positiva a nível nacional e até mesmo internacional, inclusive sendo apresentado na Plataforma Global para Redução do Risco de Desastres – Cancun 2017 (UNISDR, 2017), consistiu em abordar os assuntos de forma transversal pelos professores, com auxílio de servidores da SUBPDEC, inclusive com algumas ações presenciais, diretamente nas escolas.

Mesmo com os bons resultados, servidores instrutores do Centro de Treinamento (CT), setor da SUBPDEC responsável pelos projetos de capacitação, perceberam a importância de idealizar e desenvolver estratégias complementares e inovadoras de abordagem do tema junto aos jovens. A abordagem tradicional, com palestras explicativas e expositivas, tem sua importância, porém, podem, e devem ser desenvolvidas diversas outras atividades com maior participação direta dos estudantes (LIMA et al., 2020).

No próprio Projeto Defesa Civil nas Escolas mencionado anteriormente, já eram realizadas atividades inovadoras, com a interação e atuação dos jovens como protagonistas,

vale mencionar o mapeamento de risco realizado pelos próprios alunos.

Com base na experiência adquirida com todas as ações e projetos, e entendendo as estratégias e formatos mais adequados em termos de envolvimento e participação, foram idealizados 03 (três) produtos:

01 – Jogo de Tabuleiro: “Vida em Jogo”

02 – Análise de situações de Risco ou Prevenção: “Veja e Reflita”

03 – Elaboração de texto em formato de matéria jornalística: “Voz da Prevenção”

De uma forma geral, todos tem como objetivo: “reduzir o risco de acidentes e desastres, promovendo a conscientização acerca do assunto, com situações cotidianas envolvendo comportamentos seguros e inseguros”. Além disso, cada um dos produtos tem seus objetivos específicos.

Convém ressaltar que a educação para a RRD pode ser compreendida como sendo o processo pelo qual os sujeitos de aprendizagem são motivados a construir uma compreensão das causas e consequências dos riscos de desastres, de modo a torná-los aptos a, proativamente, atuarem na prevenção, mitigação, na emergência e a se tornarem resilientes aos desastres (UNICEF; UNESCO, 2012).

Vale mencionar, ainda, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, Lei Federal 12.608 de 12/04/2012 (BRASIL, 2012), que dispõe no seu artigo 27 sobre a abordagem do tema Defesa Civil nas escolas, de forma transversal e multidisciplinar.

O trabalho de compartilhamento do conhecimento e consequente aumento da capacidade das pessoas frente às escolhas que podem reduzir vulnerabilidades, é fator essencial na construção de uma sociedade mais resiliente, e que podem, certamente, mitigar os impactos dos desastres.

Ainda como ação de promoção da resiliência envolvendo a sociedade civil, como parte interessada na sua proteção, a Defesa Civil da cidade do Rio de Janeiro, promove o cadastramento e a capacitação de voluntários para atuação eficaz e segura nas ações de prevenção, mitigação e preparação da população carioca por meio da oferta de um curso de formação de voluntários cuja grade contempla os conhecimentos necessários a estas ações, aproveitando ao máximo a motivação destes cidadãos (LIMA et al., 2019).

Desde 2016, o projeto de voluntários trata de noções básicas sobre defesa civil, percepção de risco, ações do órgão junto à população da cidade do Rio de Janeiro, conceito de resiliência, perfil e papel do voluntário na sociedade, prevenção e combate a incêndios - com abordagem teórica e prática, primeiros socorros e um módulo sobre o compartilhamento de experiências entre voluntários.

UNFCCC (2015) destaca que aumentar a capacidade adaptativa, fortalecer a resiliência e reduzir a vulnerabilidade às mudanças climáticas é um objetivo global. Portanto, a atual necessidade de adaptação é significativa e as ações para construção da resiliência mencionadas neste trabalho são fundamentais.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de uma cidade segura e resiliente, que inclusive é um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (UN AGENDA 2030, 2015), passa por uma política de “lições aprendidas” (*lessons learned*). Portanto, o entendimento dos acontecimentos passados, que é um dos objetivos deste trabalho, é fundamental para a busca por melhorias.

A criação de uma escala de impactos causada por eventos meteorológicos tem potencial de auxiliar bastante no entendimento de “quando”, “como” e “porque” a cidade foi impactada, promovendo a busca pela resiliência e a RRD.

UNISDR (2015) menciona que realizar coleta, análise, gestão e uso de dados e informações práticas relevantes, constitui um requisito para a RRD. Sendo assim, esta proposta torna-se importante e pertinente.

Além de realizar a comparação entre os três períodos de verão, a finalidade foi a de demonstrar a aplicabilidade da escala de impactos de eventos meteorológicos. Por meio desta ferramenta, que possui metodologia de análise e classificação, devido ao uso de critérios definidos por técnicos experientes, foi possível evidenciar com números os anos em que houve um número maior ou menor de eventos com impactos na cidade.

A escala de impacto facilita o registro histórico dos eventos meteorológicos com impacto significativo, o que pode trazer diversas vantagens diretas e indiretas, como o estímulo e/ou facilitação de estudos acadêmicos sobre os eventos meteorológicos em que a cidade foi impactada, uma análise dos órgãos públicos para a busca de melhores ações.

Observa-se, ainda, que não é objetivo da escala buscar induzir que o aumento de eventos meteorológicos com impacto na cidade tenha relação apenas com o processo de mudanças climáticas, seja à nível global ou local, haja vista que não somente a precipitação seja o único fator determinante para o aumento ou redução desses impactos.

A realização de ações de prevenção, mitigação e preparação para a RRD para a construção de uma cidade resiliente, capaz de minimizar e/ou absorver os impactos, bem como retornar para a normalidade com a maior eficiência e brevidade possível são ações que não podem ser desprezadas quando se mede os impactos referentes aos eventos meteorológicos.

## REFERÊNCIAS

ABELHEIRA, M.; GOMES, O. S.; AGUIAR, I. S.; FILHO, S. G. R. S. (2019). **Sirenes de Alarme para Deslizamentos de Encostas: A Experiência Precursora da Cidade do Rio de Janeiro**. Revista Mosaicos: Estudos em Governança, Sustentabilidade e Inovação, Curitiba, v.1, n.1, p 48-63, ago. 2019. Disponível em: <http://revistamosaicos.isaebrazil.com.br/index.php/EGS>. Acesso em: 02/09/2020.

ABELHEIRA, M.; AGUIAR, I. S.; NUNES, K. R. A.; GOMES, O. S.; LIMA, A. A.; CHAGAS, L. V.; ALVES, L. A. M.; MARTINS, P (2018a). **Proposta de uma Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos para a Cidade do Rio de Janeiro**. In: Anais do I Encontro Nacional de Desastres, Porto Alegre-RS, julho de 2018. Disponível em: <http://anais.abrh.org.br/works/3722>. Acesso em: 02/09/2020.

ABELHEIRA, M.; AGUIAR, I. S.; NUNES, K. R. A.; GOMES, O. S.; LIMA, A. A.; CHAGAS, L. V.; ALVES, L. A. M.; MARTINS, P. (2018b). **Elaboração de uma Escala de Impactos de Eventos Meteorológicos: Caso da Cidade do Rio de Janeiro**. In: Redução de Riscos de Desastres – Métodos e Práticas, capítulo 8. Atena Editora 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/2274>. Acesso em: 02/09/2020.

BRASIL (2012). **Lei Federal 12.608 - Política Nacional de Proteção e Defesa Civil**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm). Acesso em 02/09/2020.

COPPE/UFRJ (2016). **Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro**. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6631312/4179912/ESTRATEGIA\\_PORT](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6631312/4179912/ESTRATEGIA_PORT). Acesso em 02/09/2020.

D'ORSI, R.N.; MAGALHÃES, M. A.; COELHO, R. S.; JUNIOR, L. R.S.; CARNEIRO, T. S.; PAES, N. M. (2015). **Breve análise da evolução da resistência/resiliência da cidade do Rio de Janeiro em relação a eventos pluviométricos intensos no período 1966-2013**, in Anais do 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, Bento Gonçalves/RS.

LIMA, A. A.; GOMES, O. S.; ABELHEIRA, M.; MANDARINO, F. C.; MARTINS, P. R.; NUNES, K. R. A., CHAGAS, L. V. (2020). **Resultados da Aplicação da Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos na Cidade do Rio de Janeiro: Comparação entre os verões 2017/18 e 2018/19**. In: Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, capítulo 7 – Atena Editora 2020. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3069>. Acesso em: 02/09/2020.

LIMA, A. A.; GOMES, O. S.; AGUIAR, I. S. (2019). **Voluntariado em Defesa Civil: Inovação, Educação e Formação para Redução do Risco de Desastres**. *Revista Carioca de Ciência, Tecnologia e Educação* v.4 n.2. Disponível em: <https://recite.unicarioca.edu.br/rccte/index.php/rccte/article/view/86>. Acesso em: 02/09/2020.

MARCHEZINI, V.; MENDONÇA, M. B.; SATO, A. M.; ROSA, T. C. S.; ABELHEIRA, M. (2019). **Educação para Redução do Risco de Desastres: Experiências Formais e Não Formais no Estado do Rio de Janeiro**. In: Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. Disponível em: [http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2019\\_4/2019\\_04\\_102\\_117.pdf](http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2019_4/2019_04_102_117.pdf). Acesso em: 02/09/2020.

MOTTA, M.; ABELHEIRA, M.; GOMES, O.; FONSECA, W; BESEN, D. (2014a). **Heavy Rains at Rio de Janeiro: Risk Monitoring** in Anais of 4th International Conference on Building Resilience. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009265>. Acesso em 02/09/2020.

MOTTA, M.; ABELHEIRA, M.; GOMES, O.; FONSECA, W; BESEN, D. (2014b). **Rio de Janeiro Community Protection Program** in Anais of 4th International Conference on Building Resilience. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567114009228>. Acesso em 02/09/2020.

NUNES, K. R. A.; ABELHEIRA, M.; GOMES, O. S.; MARTINS, P.; AGUIAR, I. S. (2019). **Disaster risk assessment: The experience of the city of Rio de Janeiro in developing an impact scale for meteorological-related disasters**. *Progress in Disaster Science*. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590061719300535>. Acesso em 02/09/2020.

RIO DE JANEIRO (2010). **Decreto Municipal 33.322 - Cria o Centro de Operações Rio**. Disponível em: <http://doweb.rio.rj.gov.br/portal/visualizacoes/jornal/1082/#/p:3/e:1082>. Acesso em 02/09/2020.

RIO DE JANEIRO (2019). **Decreto Municipal 45.805 - Declara Estado de Calamidade Pública**. Disponível em: <http://doweb.rio.rj.gov.br/portal/visualizacoes/html/4105/#e:4105>. Acesso em 02/09/2020.

UNISDR (2015). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. Disponível em: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>. Acesso em 02/09/2020.

UNISDR (2017). **Global Platform for Disaster Risk Reduction**. Disponível em: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLBDwPnveHho\\_ThVvloHtXeQchp4bquWTD](https://www.youtube.com/playlist?list=PLBDwPnveHho_ThVvloHtXeQchp4bquWTD). Acesso em 02/09/2020.

UN AGENDA 2030 (2015). **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Disponível em: [http://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E). Acesso em 02/09/2020.

UNFCCC (2015). **Paris Agreement**. Disponível em: [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf). Acesso em 02/09/2020.

## AVALIAÇÃO DE IMPACTOS EM PROPRIEDADE AGRÍCOLA NO AMAZONAS

*Data de submissão: 03/08/2020*

**Joanne Régis Costa**

Embrapa Amazônia Ocidental  
Manaus-AM

<http://lattes.cnpq.br/3474223741879939>

**Adriana Morais da Silva**

Senar-AM  
Manaus-AM

<http://lattes.cnpq.br/7589376587736375>

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a avaliação de impactos socioambientais e econômicos em propriedade agrícola localizada em um assentamento da reforma agrária, na zona rural de Manaus (Amazonas). O método utilizado para avaliação foi o “Sistema de Avaliação de Impactos de Inovações Tecnológicas Agropecuárias” (Ambitec-Agro, v.8.15), que consiste de um conjunto de 148 indicadores, organizados em 27 critérios descritores do desempenho socioambiental do estabelecimento rural. Sete aspectos essenciais de análise compõem o sistema: i. Eficiência Tecnológica, ii. Qualidade Ambiental, iii. Respeito ao Consumidor, iv. Emprego, v. Renda, vi. Saúde e vii. Gestão e Administração. O estudo de caso evidenciou fortes impactos ambientais negativos na propriedade ‘Família Santos’, onde são observadas áreas desmatadas sem produção agrícola, inclusive em encostas. Ganhos foram obtidos, especialmente, com a introdução da criação

animal, fruticultura diversificada e o aumento da produção de hortaliças, em preceitos como ‘Geração de renda’, ‘Valor da propriedade’, ‘Bem-estar e Saúde animal’ e ‘Segurança alimentar’. Os resultados da análise dos indicadores de sustentabilidade contêm bases para a tomada de decisão de estratégias com vistas à melhoria da propriedade e aprimoramento das práticas de manejo e a necessária adequação ambiental.

**PALAVRAS - CHAVE:** sustentabilidade, floresta, impactos ambientais.

### ASSESSMENT OF IMPACTS ON FARM IN AMAZONAS

**ABSTRACT:** This paper presents the assessment of socio-environmental and economic impacts on farm located in an agrarian reform settlement, in the rural area of Manaus (Amazonas). The method used for evaluation was the “Impact Assessment System for Agricultural Technological Innovations” (Ambitec-Agro, v.8.15), which consists of a set of 148 indicators, organized into 27 criteria that describe the socio-environmental performance of the rural establishment. Seven essential aspects of analysis make up the system: i. Technological Efficiency, ii. Environmental Quality, iii. Respect for the Consumer, iv. Employment, v. Income, I saw. Health and vii. Management and Administration. The case study showed strong negative environmental impacts on the ‘Família Santos’ farm, where deforested areas without agricultural production are observed, including on slopes. Gains were made, especially, with the introduction of animal husbandry, diversified fruit growing and increased production of vegetables, in precepts such as ‘Income generation’, ‘Farm

value', 'Animal welfare and health' and 'Food security'. The results of the analysis of the sustainability indicators contain bases for decision-making strategies with a view to improving ownership and improving management practices and the necessary environmental adequacy. **KEYWORDS:** sustainability, forest, environmental impacts.

## 1 | INTRODUÇÃO

O bem-estar humano e o sistema econômico são fortemente dependentes do capital natural (água, ar, solo, fauna e flora) e dos serviços resultantes do funcionamento dos ecossistemas. Logo, mudanças no funcionamento ecológico de qualquer ecossistema podem ter efeitos diretos ou indiretos sobre os benefícios e a qualidade de vida das populações humanas (Burkhard *et al.*, 2012; Costanza *et al.*, 1997a; Daily, 1997).

Em uma avaliação de 1.300 autores e colaboradores de 95 países, foi identificado o declínio de 15 dos 24 serviços ecossistêmicos em nível global, o que pode causar um grande impacto negativo para o bem-estar humano no futuro (Avaliação Ecosistêmica do Milênio-Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

A utilização do solo pelas atividades agrícolas promove alterações nos processos biológicos, físicos e químicos do ambiente e tais alterações devem ser monitoradas e avaliadas, a fim de que ações corretivas da degradação que por ventura exista possam ser implementadas (Merten e Minella, 2004).

Considerando o contexto amazônico, as mudanças climáticas e os serviços ambientais ameaçados e a produção de alimentos são preocupações que ganharam mais relevância ainda nas últimas décadas, especialmente devido ao avanço do desmatamento, da perda da biodiversidade e da escassez de água no planeta e do aumento populacional nessa região.

O atual cenário tem enfatizado o uso sustentável dos recursos naturais, via reconhecimento, seleção e adoção de procedimentos de gestão ambiental. A gestão ambiental deve visar à melhoria do desempenho produtivo para permitir aos produtores a adoção de medidas de conservação (Buschinelli, 2006) e fornecimento de serviços ambientais.

A gestão ambiental busca ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio e essa ordem considera desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros (Lavorato, 2003). Significa, portanto, incorporar sincrônica e diacronicamente as estratégias de uso dos recursos disponíveis (Moura, 2011).

Estudos sobre serviços ambientais e indicadores são importantes para uma adequada gestão ambiental. Serviços ambientais referem-se não somente aos serviços que tratam dos benefícios ao homem derivados de ecossistemas naturais, como também dos benefícios associados a diferentes tipos de gestão ativa de ecossistemas, por exemplo,

práticas de agricultura sustentável e de gestão de paisagens rurais (Muradian *et al.*, 2010).

Nesse sentido, a aplicação do aparato teórico-metodológico pode ajudar a enfrentar inúmeros desafios, por exemplo, ausência de dados e a complexidade inerente da relação entre o sistema natural e o sistema econômico e social. A aplicação dos indicadores econômico-ambientais pode auxiliar na resolução de problemas práticos, teóricos e metodológicos, contribuindo para o avanço do conhecimento a respeito da relação entre o sistema econômico e social e o sistema natural (Parron *et al.*, 2015).

O presente trabalho visa apresentar a avaliação do desempenho socioambiental e econômico da propriedade agrícola “Sítio Família Santos” (Manaus-AM), utilizando o Sistema Ambitec-Agro a partir de uma visão integrada da propriedade agrícola, cujos resultados podem contribuir com fundamentos para tomadas de decisão mais adequadas visando à sustentabilidade da propriedade.

As ações estão vinculadas ao projeto ‘Gestão ambiental de pequenas propriedades agrícolas na APA Tarumã-Açu/Tarumã-Mirim, em Manaus-AM’, financiado pela Embrapa e ao projeto “Inovaflores” (Inovação em restauração florestal e recuperação de áreas degradadas: ações integradas, coletivas e de construção de conhecimento para a melhoria socioambiental da agricultura familiar no Bioma Amazônia), financiado pelo Fundo Amazônia (BNDES/Embrapa).

## **2 | METODOLOGIA**

### **2.1 Área de estudo:**

A propriedade ‘Sítio Família Santos’ pertence ao sr. Manoel Benício Cavalcante dos Santos e a sra. Elenice Silva dos Santos e situa-se na Comunidade Bom Destino, Assentamento Tarumã-Mirim, zona rural de Manaus (AM). O Assentamento Tarumã-Mirim (Manaus-AM) foi criado em 1992 pelo INCRA, com uma extensão de 42.910,76 ha e capacidade para 1.042 lotes com tamanho médio de 25 ha destinados à agricultura familiar e 7.088,62 ha de reservas florestais. Está situado em quase sua totalidade dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) da Margem Esquerda do Rio Negro, Setor Tarumã Açu – Tarumã Mirim. A porção noroeste faz parte do Parque Estadual do Rio Negro. Estas Unidades de Conservação foram criadas em 1995, com o intuito de preservar as bacias hidrográficas do Tarumã-Mirim e do Tarumã-Açu (INCRA, 1999).

### **2.2 O Sistema Ambitec-Agro:**

A avaliação da propriedade foi feita utilizando o método Ambitec-Agro e se desenvolveu a partir de entrevistas com o agricultor, com análise de indicadores, preenchendo as matrizes de ponderação, bem como avaliando cada índice de desempenho da propriedade.

O Sistema de Avaliação de impactos de inovações tecnológicas agropecuárias

(Ambitec-Agro; Rodrigues *et al.*, 2003a, b; Rodrigues, 2015) consiste de um conjunto de matrizes de ponderação multicritério, construídas para 148 indicadores, integrados em 27 critérios, distribuídos em sete aspectos relacionados aos impactos resultantes do contexto de adoção tecnológica ou implementação de atividades rurais, para o desempenho socioambiental do estabelecimento, quais sejam: Eficiência tecnológica e Qualidade ambiental na dimensão de impactos ecológicos; e Respeito ao consumidor, Emprego, Renda, Saúde e Gestão e administração na dimensão de impactos socioambientais.

Durante os estudos de avaliação de impactos, o usuário do sistema e o responsável pela propriedade indicam, conforme observações de campo e levantamento de dados históricos e de gestão do estabelecimento, os *coeficientes de alteração* dos indicadores, em razão específica da aplicação tecnológica e nas condições de manejo particulares à situação estudada, compondo assim cada produtor uma unidade amostral de avaliação de impacto (Tabela 1).

<b>Impacto da tecnologia ou atividade rural, observado sob as condições de manejo específicas do estabelecimento</b>	<b>Coefficiente de alteração do indicador</b>
Grande aumento no indicador (> 25%)	+3
Moderado aumento no indicador (≥ 25%)	+1
Indicador inalterado	0
Moderada diminuição no indicador (≤ 25%)	-1
Grande diminuição no indicador (> 25%)	-3

Tabela 1: Impacto da inovação tecnológica (ou atividade rural), conforme contexto específico de adoção observado no estabelecimento rural e *coeficientes de alteração* a serem inseridos nas matrizes de ponderação de indicadores Ambitec-Agro.

As matrizes de ponderação do sistema Ambitec-Agro incluem ainda dois fatores de ponderação, que se referem à importância do indicador na composição dos critérios de impacto, e à escala da ocorrência dos efeitos observados em campo. A ponderação da importância dos indicadores na composição do critério é uma etapa de normalização, devido aos diferentes números de indicadores que compõem os diferentes critérios. Os valores de importância dos indicadores, expressos nas matrizes de ponderação, podem ser alterados pelos usuários do sistema, para melhor refletir situações específicas de avaliação, nas quais se pretenda enfatizar (ou desconsiderar) alguns dos indicadores, desde que a soma dos valores de importância seja igual à unidade (+/-1, a depender a direção do impacto, se positivo ou negativo). A ponderação da escala da ocorrência explicita o espaço no qual se observam os impactos da tecnologia ou atividade rural considerada, conforme a situação específica de adoção e contexto de manejo observado no estabelecimento rural, e pode ser:

1. *Pontual* quando o impacto se restringe ao campo cultivado, à instalação ou recinto de criação, ou à unidade produtiva agroindustrial na qual esteja ocorrendo a alteração no indicador; **OU**
2. *Local* quando o impacto se estenda para além do pontual, porém confinado aos limites do estabelecimento rural ou agroindustrial; **OU AINDA**
3. *No entorno*, quando o impacto observado ultrapasse os limites do estabelecimento rural ou agroindustrial, afetando áreas vizinhas.

O fator de ponderação da escala da ocorrência implica a multiplicação dos coeficientes de alteração dos indicadores por valores predeterminados, conforme apresentado na Tabela 2.

Escala espacial de ocorrência dos impactos sobre os indicadores	Fatores de ponderação
<b>Pontual</b> : campo cultivado ou recinto, <b>OU</b>	1
<b>Local</b> : o estabelecimento rural ou agroindustrial, <b>ou</b>	2
<b>Entorno</b> : além dos limites do estabelecimento	5

Tabela 2. Fatores de ponderação multiplicativos, relativos à **escala da ocorrência** dos impactos sobre os indicadores de desempenho da atividade rural ou inovação tecnológica analisada.

Dois particularidades dos efeitos das tecnologias ou atividades rurais sobre os indicadores são incluídas nas matrizes de ponderação:

1. Primeiro, com o objetivo de diferenciar indicadores inalterados (aqueles com coeficiente de alteração igual a zero), daqueles que eventualmente não se apliquem ao caso em estudo; as matrizes de ponderação incluem uma linha para exclusão do indicador (*'não se aplica'*). Nesses casos, o usuário deverá zerar o fator de ponderação de importância do indicador excluído, e redistribuir o valor para os outros indicadores, mantendo assim a escala final de expressão de resultados (+/-1, a depender a direção do impacto).
2. Uma segunda característica, de algumas das matrizes de ponderação, é a restrição da escala de ocorrência somente ao nível pontual, quando a influência do indicador é espacialmente restrita, e não faz sentido considerar outras escalas. Nesses casos, visando manter a consistência da escala de expressão de resultados, o fator de ponderação será sempre o máximo (5).

O procedimento de avaliação Ambitec-Agro consiste em verificar a direção (aumenta, diminui ou permanece inalterado) e a escala de ocorrência (pontual, local ou entorno) dos coeficientes de alteração dos indicadores para cada critério, atribuídos em razão específica da aplicação da tecnologia ou implementação da atividade rural, nas condições de manejo observadas em campo. Os resultados finais da avaliação de impacto são apresentados graficamente na planilha 'Índices de impacto', expressos em escala de

atribuição multicritério entre  $\pm 15$ .

Assim, um estudo de avaliação de impactos com o método Ambitec-Agro se desenvolve em três etapas, quais sejam: 1) definição da magnitude de aplicação tecnológica ou atividade rural, delimitação geográfica da adoção e dos usuários, para seleção e contextualização da amostra; 2) vistoria de campo/levantamento de dados junto ao produtor, análise dos indicadores e preenchimento das matrizes de ponderação; e 3) avaliação dos índices de desempenho obtidos, interpretação e formulação de relatório individual ao produtor, com proposição de práticas alternativas de manejo e adoção tecnológica, visando minimizar impactos negativos e promover impactos positivos.

### 3 | RESULTADOS

A família Santos se dedicava, em 2008, à produção de hortaliças e, principalmente, à atividade carvoeira realizada em caieiras (forno artesanal no solo). Segundo o sr. Santos, esse processo é mais lento e difícil do que o forno tipo 'rabo quente' porque é necessária maior atenção para evitar a queima do carvão e a consequente perda da produção. A madeira para fazer o carvão era retirada da floresta. Evitavam retirar madeira da capoeira (regeneração natural) por não ter qualidade suficiente para obter um bom produto. Trabalharam com a atividade carvoeira por 6 anos e passaram a intensificar a produção de hortaliças a partir de ações da Embrapa e parceiros. Porém, devido à problemas de saúde, abandonaram a propriedade por um período de 6 anos, retornando em 2018.

A propriedade possui área total de 45 ha, sendo 3 ha de área usada (criação, plantios e infraestrutura) e 42 ha de mata primária. Atualmente, há na propriedade: Produção de Hortaliças (Cebolinha, coentro, alface americana, couve), Criação de galinha caipira, 4 Tanques de peixe (Matrinxã), Fruticultura diversificada (Palmeira Juçara, Cupuaçu, Limão, Tangerina, Mari, Pupunha, Castanha, Banana, Coco, Abacate), Andiroba e Macaxeira.

O Índice geral de desempenho da propriedade 'Família Santos' alcançou o valor de 5,55 com tendência positiva para a maioria dos critérios analisados. Os indicadores de mudanças nos usos diretos da terra, Capital social, Bem-estar e saúde animal, Valor da propriedade, Segurança e Saúde Ocupacional, Segurança alimentar, Dedicção e perfil do responsável apresentaram os maiores valores (Tabela 3).

<b>Crítérios de impacto da atividade</b>	<b>Importância do critério</b>	<b>Coefficientes de desempenho</b>	<b>Índices integrados</b>
Mudança no uso direto da terra	0,05	8,3	<b>Eficiência tecnológica</b>  2,2
Mudança no uso indireto da terra	0,05	6,8	
Consumo de água	0,05	-1,0	
Uso de insumos agrícolas	0,05	-1,0	
Uso de insumos veterinários e matérias-primas	0,05	-2,5	
Consumo de energia	0,05	2,0	
Geração própria, aproveitamento, reuso e autonomia	0,025	2,7	<b>Qualidade ambiental</b>  3,8
Emissões à atmosfera	0,02	15,0	
Qualidade do solo	0,05	-3,8	
Qualidade da água	0,05	0,8	<b>Respeito ao consumidor</b>  9,9
Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental	0,05	3,2	
Qualidade do produto	0,05	6,8	<b>Emprego / Ocupação</b>  6,0
Capital social	0,02	8,0	
Bem-estar e saúde animal	0,02	15,0	<b>Renda</b>  12,0
Capacitação	0,02	8,0	
Qualificação e oferta de trabalho	0,02	5,6	<b>Saúde</b>  13,2
Qualidade do emprego / ocupação	0,05	3,8	
Equidade entre gêneros, gerações, etnias	0,02	6,9	<b>Gestão</b>  8,3
Geração de renda	0,05	9,0	
Valor da propriedade	0,02	15,0	
Segurança e saúde ocupacional	0,025	14,0	
Segurança alimentar	0,05	12,3	
Dedicação e perfil do responsável	0,05	12,8	
Condição de comercialização	0,05	6,8	
Disposição de resíduos	0,04	6,0	
Gestão de insumos químicos	0	4,5	
Relacionamento institucional	0,02	11,3	
<b>Averiguação da ponderação</b>	<b>1</b>	<b>Índice de impacto da tecnologia</b>	<b>5,55</b>

Tabela 3: Coeficientes de desempenho socioambiental associados à propriedade 'Família Santos', obtidos via Ambitec-Agro.

A Geração de renda alcançou um índice de 9,0 especialmente relacionado à produção de hortaliças, mas obtém renda também a partir da fruticultura diversificada e da criação de peixe e galinha caipira, o que promoveu também melhoria na qualidade alimentar da família.

Não há histórico de competição pela propriedade ou interferência com posse ou uso por comunidades locais. O agricultor já recebeu o título definitivo da propriedade.

O consumo de energia (2,00) cresceu em função do uso de combustíveis para moto, bomba d'água e eletricidade para aparelhos domésticos.

O Consumo de água (-1,0) decorreu do aumento do consumo para os tanques de peixe e dessedentação animal.

A Eficiência Tecnológica (2,2) refere-se à contribuição da tecnologia para a redução da dependência do uso de insumos materiais, sejam eles tecnológicos ou naturais. Os indicadores de eficiência tecnológica: uso de insumos agrícolas, de energia e de recursos naturais.

O coeficiente de insumos agrícolas (-1,0) mostrou-se negativo devido ao aumento de uso de adubo químicos nos plantios de frutíferas e hortaliças. Geralmente o uso de agroquímicos é considerado como sendo inversamente proporcional à sustentabilidade agropecuária, por dois motivos principais: primeiro por serem recursos externos à propriedade e terem um valor comparativo alto, impondo assim um importante dreno de capital; segundo por terem alto potencial poluidor, e causarem problemas de contaminação quando não empregados de forma adequada. Existem alternativas tecnológicas que contribuem para reduzir e racionalizar o uso de agroquímicos (Pimentel, 1998). Dentre elas, por exemplo, as rotações de culturas, a adubação verde, a inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio atmosférico, a inoculação de fungos micorrízicos, o cultivo de plantas que favorecem estes microrganismos simbiotes e técnicas de cultivo mínimo, como o plantio-direto (Rodrigues, 2003b).

O coeficiente de Insumos veterinários (-2,5) resultou da dependência do uso de rações e suplementos na criação de aves. Porém, verificou-se o valor máximo de 15,00 para o Bem-estar e Saúde Animal devido ao bom manejo animal observado.

O aspecto Emprego (6,0) baseia-se na análise de quatro indicadores: Capacitação (8,0); Qualificação e oferta de trabalho (5,6); Qualidade do emprego e ocupação (3,8) e Oportunidade, emancipação e recompensa equitativa entre gêneros, gerações e etnias (6,9). O sr. Santos tem investido em capacitação juntamente com a esposa, a fim de melhorar a qualidade do trabalho. O agricultor foi escolhido para representar a comunidade em cursos oferecidos por instituições locais.

O critério Valor da propriedade atingiu o índice máximo de 15,0, resultado dos investimentos em benfeitorias, como a construção da infraestrutura, bem como os cultivos implantados, área de Reserva Legal intacta, além da demanda com mercado garantido e da produção diversificada.

No aspecto Saúde e Segurança (14,0) que retrata a exposição do trabalhador a fatores de periculosidade e insalubridade, verificou-se que há baixos riscos ocupacionais.

O critério Segurança Alimentar, item fundamental para garantir a sustentabilidade da propriedade, atingiu o índice 12,3, resultado da biodiversidade produtiva com frutas e proteína animal. O índice alcançado evidencia, portanto, o trabalho existente na propriedade.

As Condições de Comercialização melhoraram (6,8), inclusive com a cooperação

com outras famílias, mas verificou-se que é preciso adequação das condições de armazenamento, planejar as atividades e aproveitar subprodutos.

Finalmente, foram observados ganhos no aspecto Gestão (8,3), critérios utilizados como referenciais, como a Dedicção e Perfil do Responsável (12,8), Disposição de Resíduos (6,0), Gestão de Insumos Químicos (4,5) e Relacionamento Institucional (11,3), com fortalecimento de parcerias.

Os indicadores relacionados à qualidade ambiental apresentaram índices baixos em decorrência do desmatamento realizado nas áreas íngremes, em 2018, estando o solo ainda descoberto, o que o aumento do risco de impactos negativos sobre os recursos naturais. Mais precisamente, observou-se a qualidade do solo com índice de -3,8 e a qualidade da água (0,8). Contudo, a APP próxima à residência está bem preservada e a floresta primária está preservada em 93,33%, acima do exigido pelo Código Florestal. Adicionalmente, foram reduzidas as emissões como consequência da eliminação da atividade carvoeira e alteração positiva no indicador relativo a risco de incêndios. Há avistamentos de fauna silvestre e a caça é proibida na propriedade, mas não se tem controle sobre atividades de caçadores externos.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme análise do conjunto de critérios e indicadores ficou clara a contribuição da biodiversidade produtiva para a geração de renda e segurança alimentar da família.

‘Emissões à atmosfera’, ‘Valor da propriedade’, ‘Bem-estar e Saúde Animal e ‘Segurança e Saúde Ocupacional’ apresentaram os maiores índices na avaliação, bem como a ‘Dedicção e perfil’ que demonstra o esforço da família para reiniciar as atividades após um período ausente da propriedade.

Contudo, a propriedade agrícola avaliada necessita de mudanças para uma efetiva adequação ambiental, devendo haver a implantação de medidas corretivas de uso do solo, providenciando especialmente a recuperação das áreas de encosta.

A introdução da gestão ambiental na propriedade agrícola é algo imperativo para o cumprimento do Código Florestal Brasileiro (Lei nº. 12.651 de 2012), a partir de um planejamento participativo integrado e de medidas mitigadoras, podendo ser realizados plantios de espécies nativas em sistemas agroflorestais ou em outros sistemas consorciados, o uso de curvas de nível e de técnicas de nucleação, a manutenção de cobertura morta, o uso de cordões vegetados, plantios em faixas de retenção, entre outras alternativas.

É fundamental incorporar o componente ambiental na estrutura das decisões da família, visando o cumprimento da função social da propriedade rural, isto é, a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e a preservação do meio ambiente (Costa *et al.*, 2017).

## REFERÊNCIAS

BUSCHINELLI, C. C. de A. **Geotecnologias como ferramentas de apoio à certificação da qualidade no campo: noções gerais**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 48.

BURKHARD, B.; KROLL, F.; NEDKOV, S.; MÜLLER, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 21, p. 17-29, Special Issue, 2012.

COSTA, J.R.; SILVA, A.M. e SOARES, J.E.C. Educação ambiental para adequação de pequenas propriedades agrícolas. **Revbea**, v. 12, n.2, p. 96-101, 2017.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DAILY, G. C.; ALEXANDER, S.; EHRLICH, P. R.; GOULDE R, L.; LUBCHENCO, J.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. A.; POSTEL, S.; SCHNEIDER, S. H.; TILMAN, D.; WOODWELL, G. M. **Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems**. Issues in Ecology , Washington, DC, v. 1, n. 2, p. 1-18, 1997a.

DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997. 392 p.

INCRA-AM. **Informações do Projeto de Assentamento Tarumã-Mirim**. Manaus, 1999. 67p.

LAVORATO, M. L. A. As vantagens do benchmarking ambiental. **Revista Produção** (Online), Florianópolis, v. 4, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.producaoonline.inf.br>>. Acesso em: 25 jan. 2007.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being reports**.

Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em:

<<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.766.aspx.pdf>> Acesso em jul. 2020.

MERTEN, G.H. e MINELLA, J.P. (2004) Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38.

MOURA, M.A.P. **Epistemologia ambiental na formação da gestão ambiental**. IX Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Brasília, outubro, 2011.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL U.; KOSOY N.; MAY, P. H. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.

PARRON, L. M.; RACHWAL, M. F. G.; MAIA, C. M. B. F. **Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais**. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

PIMENTEL, D. **Judicious use of pesticides - economic and environmental benefits**. In: RODRIGUES, G.S. (Ed.). Racionalização do uso de pesticidas no Cone Sul. Montevideo: IICA/ PROCISUR, 1998. p. 81-84. (IICA/PROCISUR. Dialogo, 50).

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. An Environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, n. 2, p. 219-244, 2003a.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. **Avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária: Ambitec-Agro**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. Documentos 34, 2003b.

RODRIGUES, G.S. **Avaliação de impactos socioambientais de tecnologias na Embrapa**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. Documentos 99, 2015.

# CAPÍTULO 16

## APROVEITAMENTO DO LODO DE CURTUME NA AGRICULTURA: AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA TOXICIDADE E AÇÃO BIOFERTILIZANTE EM PLANTAS

Data de submissão: 06/10/2020

### **Gislayne de Araujo Bitencourt**

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
– UEMS  
Aquidauana - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6281770652280338>

### **Larissa Maria Vaso**

Instituto Agronômico de Campinas - IAC,  
Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical  
Campinas - São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/5782429426517619>

### **Natália da Silva Guidorissi**

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul -  
UEMS, Graduação em Agronomia  
Aquidauana - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/2073345628699558>

### **Pedro Henrique Lande Brandão**

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul -  
UEMS, Graduação em Agronomia  
Aquidauana - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7897366100601682>

### **Roanita Iara Rockenbach**

Cooperativa Agrícola de Mato Grosso do Sul  
Naviraí - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6731310129850543>

### **Jaine Pereira Flores**

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul -  
UEMS, Graduação em Agronomia  
Aquidauana - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/5765428687127554>

### **Valdemir Antônio Laura**

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,  
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de  
Corte.  
Campo Grande - Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/0383400192313290>

**RESUMO:** Vários estudos vêm sendo realizados a respeito dos impactos ambientais oriundos da destinação inadequada do lodo de curtume. Uma alternativa de reutilização desse resíduo, é sua aplicação na agricultura, como fertilizante e/ou corretivo. Todavia, existem algumas limitações para seu uso, devido a elevada concentração de matéria orgânica, cromo e sódio na sua composição, que podem ocasionar um estresse salino nas plantas. Partindo disso, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento de girassol, milho e eucalipto cultivadas em solo com aplicação de lodo de curtume, para a identificação de uma dose segura de utilização sem interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas. O lodo de curtume foi incorporado ao solo nas doses de: 0,1; 1; 10; 100 e 250 de lodo/solo (g kg<sup>-1</sup>). O experimento foi conduzido por 30 dias e foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento de raiz e parte aérea das plantas e, número de folhas. A dose de 10 g kg<sup>-1</sup> promoveu aumento em todas as variáveis no eucalipto com resultados superiores ao tratamento controle, sendo uma dose promissora para o reuso como biofertilizante. Entretanto, a dose de 100 g kg<sup>-1</sup> interferiu negativamente no crescimento do girassol, milho e eucalipto, gerando sintomas de toxicidade e a dose 250 g kg<sup>-1</sup> foi letal para o

girassol e eucalipto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubo. Fitotoxicidade. Resíduo. Salinidade. Tratamento do couro.

## USE OF TANNERY SLUDGE IN AGRICULTURE: PRELIMINARY EVALUATION OF TOXICITY AND BIOFERTILIZING ACTION IN PLANTS

**ABSTRACT:** Several studies have been carried out regarding the environmental impacts arising from the improper destination of the tannery sludge. An alternative to reuse of this residue is its application in agriculture, as a fertilizer and/or corrective. However, there are some limitations to use, due to the high concentration of organic matter, chromium and sodium in its composition, which can cause salt stress in plants. Based on this, the objective was to evaluate the growth and development of sunflower, corn and eucalyptus cultivated in soil with application of tannery sludge, for the identification of a safe dose of use without interfering with plant growth and development. The tannery sludge was incorporated into the soil in the doses of: 0.1; 1; 10; 100 and 250 of sludge/soil ( $\text{g kg}^{-1}$ ). The experiment was conducted for 30 days and the following variables were evaluated: root length and aerial part of the plants and number of leaves. The dose of  $10 \text{ g kg}^{-1}$  promoted an increase in all variables in the eucalyptus with results superior to the control treatment, being a promising dose for reuse as a biofertilizer. However, the dose of  $100 \text{ g kg}^{-1}$  interfered negatively in the growth of sunflower, corn and eucalyptus, generating symptoms of toxicity and the dose  $250 \text{ g kg}^{-1}$  was lethal for sunflower and eucalyptus and caused the reduction of variables, presenting plants with nutritional deficiencies and anomalies.

**KEYWORDS:** Fertilizer. Phytotoxicity. Residue. Salinity. Leather treatment.

## 1 | INTRODUÇÃO

A indústria de couro é de grande importância para economia, participa de diferentes cadeias produtivas, com destaque para o Brasil, que é considerado o maior exportador do couro do tipo wet-blue. Esse tipo de couro, é conhecido pelo seu tom azulado e molhado, resultado de um primeiro banho de cromo (Cr), após ser despelado e passar pela remoção de graxas e gorduras (QUADRO *et al.*, 2019; ALMEIDA *et al.*, 2017).

O processamento do couro passa basicamente por seu curtimento e acabamento nos curtumes. Na etapa de curtimento, exige tratamentos mecânicos e químicos, gerando resíduos em todo o processo, sendo eles, sólidos, líquidos e/ou gasosos. A água residuária é composta por materiais sólidos e dissolvidos, armazenada em lagoas de decantação, o material que sedimenta no fundo, com aspecto de lama, após a desidratação é removido para posterior descarte, sendo conhecido como lodo de curtume (ALMEIDA *et al.*, 2017).

No Brasil, a disposição do lodo de curtume recomendada pelos órgãos ambientais, são os aterros sanitários e/ou industriais. Fato esse, que representa uma preocupação, devido aos altos custos para o transporte, além dos riscos ambientais em virtude da constituição química do resíduo, que apresenta elevada carga orgânica, associada à presença de fenóis, sulfetos e cromo, que em elevadas concentrações podem ser tóxicos

e resultar na contaminação ambiental (LEMKE-DE-CASTRO *et al.*, 2015; GUIMARÃES *et al.*, 2015).

A importância econômica da indústria curtumeira atrelada ao seu potencial poluidor, vem estimulando pesquisas na busca por soluções. Nesse sentido, uma alternativa de reutilização, pode ser na agricultura, reduzindo os impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado, podendo constituir uma possibilidade de adubação, de correção do pH de solos ácidos ou ainda, na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais (LEMKE-DE-CASTRO *et al.*, 2015; BERILLI *et al.*, 2018b).

Diferentes estudos têm apontado o potencial de uso do lodo de curtume no cultivo de espécies agrícolas, como no café, maracujazeiro e palmeira-garrafa (BERILLI *et al.*, 2014; BERILLI *et al.*, 2018a; 2018b), eucalipto (POSSATO *et al.*, 2014), mamoneira (QUADRO *et al.*, 2019) e pimenta biquinho (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Toda via, é importante ressaltar que, o uso do lodo de curtume no solo tem acarretado no aumento de pH, da salinidade e da concentração de cromo (Cr) que podem inviabilizar sua utilização (GUIMARÃES *et al.*, 2015). Nesse contexto, é indispensável o conhecimento das características químicas, biológicas e toxicológicas dos resíduos, para o uso com segurança, reduzindo os impactos ambientais.

Partindo desse pressuposto, objetivou-se avaliar o crescimento e desenvolvimento de girassol, milho e eucalipto cultivadas em solo com aplicação de lodo de curtume, para a identificação de uma dose segura de utilização sem interferir no crescimento e desenvolvimento das plantas. Visando a reutilização de um resíduo indesejado com potencial agrícola, além de promover uma destinação ambientalmente segura.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, com clima verão chuvoso e inverno seco, temperatura média de 26°C, segundo a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2014).

O lodo de curtume de origem bovina foi disponibilizado pela Embrapa Gado de Corte, localizada em Campo Grande – MS. O resíduo foi seco, destorroado, peneirado em malha 2 mm e analisado quanto aos teores de cálcio (Ca), cromo (Cr), sódio (Na) e magnésio (Mg), no Ribersolo Laboratório de Análise Agrícola (Tabela 1).

pH CaCl <sub>2</sub>	CE μS cm <sup>-1</sup>	N g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	Ca cmolc dm <sup>-3</sup>	Cr mg kg <sup>-1</sup>	Na mg dm <sup>-3</sup>	Mg cmolc dm <sup>-3</sup>
7,85	2890	13,58	TF	21,3	8400	4,8	6,1

Tabela 1. Caracterização química do lodo de curtume utilizado no experimento.

pH = potencial hidrogeniônico; CE = condutividade elétrica; N = nitrogênio amoniacal; P= fósforo disponível; Ca = cálcio; Cr = cromo; Na= sódio; Mg = magnésio; TF= traços de fósforo.

O solo do tipo Argissolo Vermelho distrófico típico (SCHIAVO *et al.*, 2010). foi coletado na camada de 0-30 cm, em área de campo da UEMS, foi seco, peneirado (5 mm) e caracterizada quanto sua fertilidade pelo laboratório de análises do IAGRO (Tabela 2). A incorporação do lodo de curtume ao solo foi realizada nas doses de 0; 0,1; 1,0; 10; 100 e 250 de lodo/solo na base seca, em g kg<sup>-1</sup>, sendo que cada vaso foi constituído por 5 kg de mistura de solo + lodo de curtume (LC).

pH CaCl <sub>2</sub>	MO	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn
.....	g kg <sup>-1</sup>	%	.....mg dm <sup>-3</sup> .....				
6,0	22	63	142,8	16,23	7,15	0,27	3,94
CE	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC
mS cm <sup>-1</sup>	..... cmolc dm <sup>-3</sup> .....						
34,9	0,38	4	0,7	0	3	5,11	8,11

Tabela 2. Atributos químicos do solo coletado e utilizado no experimento.

pH = potencial hidrogeniônico; CE = condutividade elétrica do substrato; MO = matéria orgânica; V = saturação por bases; P = fósforo disponível extraído por Melich-1; Fe= ferro disponível; Mn = manganês; Cu = cobre; Zn = zinco; K= potássio trocável; Ca = cálcio trocável; Mg = magnésio trocável; Al = alumínio; H+Al = acidez trocável; S= soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica.

As misturas foram distribuídas em vasos, foram semeadas três girassol (*Helianthus annuus* L.); sete sementes de milho híbrido MG600PW da Dow Agrosiences (*Zea mays* L.) e, uma muda clonal de *E. Urograndis* I-144 com 30 dias, separadamente, por cultura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), sendo constituído por seis doses de lodo de curtume e três espécies vegetais. Cada vaso correspondeu a uma repetição, constando de cinco repetições de cada tratamento, totalizando em 90 unidades experimentais para o girassol, 210 para o milho e 30 para eucalipto. O experimento foi mantido em casa de vegetação por 30 dias, temperatura média de 26°C e a umidade do solo foi mantida em 40% da capacidade de retenção de água, por meio da pesagem dos vasos e adição de água diariamente (ISO 11269-2, 2014).

As variáveis avaliadas foram: comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA) e número de folhas (NF). Para a obtenção dos dados de comprimento de parte aérea e raiz utilizou-se uma régua milimetrada, medindo rente ao substrato até a ponta da última folha.

Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa estatístico SISVAR

(FERREIRA, 2019).

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os parâmetros quantificados apresentaram valores crescentes conforme o aumento da dose do resíduo (Tabela 3).

Lodo	pH	CE	N	P
g kg <sup>-1</sup>	H <sub>2</sub> O	μS cm <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>
0	6,56	28,4	4,65	169,97
0,1	6,23	26,2	6,74	153,68
1	6,67	40,8	8,59	144,97
10	7,43	153,9	7,54	171,80
100	7,49	568,6	7,69	15,03
250	7,63	2210	14,14	TF

Tabela 3. Caracterização dos parâmetros químicos do solo após a incorporação de lodo de curtume antes da semeadura e transplante das mudas.

pH = potencial hidrogênio iônico em água; CE = condutividade elétrica; N = nitrogênio amoniacal; P= fósforo disponível.

O pH expressou-se como levemente alcalino, e a CE demonstrou estar alta, acima da faixa recomendada para o cultivo das plantas, principalmente na dose de 250 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 3). Alguns autores relataram a elevação do pH em função do aumento de resíduo no solo (POSSATO *et al.*, 2014; BERILLI *et al.*, 2014). O pH mínimo aceitável para a comercialização de composto no Brasil é 6,0. Deste modo, o lodo de curtume apresenta pH dentro da faixa aceitável até a concentração de 1,0 g kg<sup>-1</sup>, acima desta, ficou mais alcalino (BRASIL, 2009).

O pH ideal para a cultura do milho varia de 6 a 7,2, o que justifica a sobrevivência das plantas nas doses que foram letais (100 g kg<sup>-1</sup> e 250 g kg<sup>-1</sup>) para o eucalipto e o girassol (Tabela 3).

Para o desenvolvimento de espécies florestais o solo escolhido deve, preferencialmente, ser arejado, com pH em uma faixa ideal varia de 5,5 a 6,0, valor também similar (5,2 a 6,4) para o bom desenvolvimento do girassol. Os solos devem ser permeáveis ao desenvolvimento radicular, e fornecer adequadamente às plantas tanto nutrientes minerais como água durante o seu ciclo. Solos mal drenados e compactados devem ser evitados para ambas as culturas (VIEIRA *et al.*, 2017).

Os altos valores de pH e CE no LC estão relacionados aos hidróxidos e carbonatos utilizados no processo de curtimento. Além disso, o Cr encontra-se na forma trivalente

(Cr<sup>3+</sup>) em solos com pH acima de 7,0, o que deixa esse elemento mais estável, com baixa mobilidade e menos tóxico, tornando-o na forma insolúvel Cr(OH)<sup>3</sup> (GUIMARÃES *et al.*, 2015).

Possato *et al.* (2014) relata que na faixa de pH de 4,0 a 5,5, o cromo encontra-se na forma Cr(OH)<sup>2+</sup>, sendo facilmente adsorvido pelos colóides do solo. Além de promover a precipitação dos metais, o incremento no pH também contribui para acréscimo das cargas negativas do solo, aumentando a adsorção do metal, o que evita a sua presença em solução.

Para a característica CE os valores revelaram aumento brusco na concentração de 250 g kg<sup>-1</sup> comparado a dose controle, sendo considerado muito elevado, pois valores acima de 1,10 mS cm<sup>-1</sup> são considerados extremos, podendo causar injúrias aos vegetais que são sensíveis a salinidade. A medição da condutividade elétrica, estima a quantidade total de sais dissolvidos na solução do solo, que são os cátions Ca<sup>2+</sup>, Na<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> (FILHO *et al.*, 2016; POSSATO *et al.*, 2014)

De acordo com Possato *et al.* (2014), devido a composição do LC ser rica em sais, altas doses podem aumentar a salinização do solo. Em função dessa composição os valores de pH, CE, relação de adsorção de sódio (RAS) e porcentagem de sódio trocável (PST) crescem proporcionalmente com as doses. Esses atributos são utilizados no diagnóstico da salinidade do solo, e o aumento em seus valores é esperado. Deficiências nutricionais podem ser oriundas do excesso de cálcio presentes no lodo de curtume (Tabela 1), que possivelmente interferiu na absorção de Mg, ocasionando sintomas de deficiência nutricional, semelhante aos solos salinos (BATISTA e ALOVISI, 2010).

Com relação aos valores de P, observa-se que os teores disponíveis são oriundos da composição química do solo, ao aumentar a dose de lodo, nota-se que ocorre a redução de P, até apresentar apenas traços de fósforo (Tabela 3).

Possato *et al.* (2014) relataram que o fósforo no lodo de curtume é encontrado em baixos teores, pois o alto pH promove a precipitação do P em formas insolúveis de fosfato de cálcio e hidroxiapatita. Assim sendo, necessária sua complementação com uso de outras fontes, para suprir a necessidade nutricional das plantas.

Quadro *et al.* (2019) ao analisarem a degradabilidade de resíduos de curtume no solo relatou que esta redução pode ter sido devida à imobilização do fósforo por microrganismos, devido à alta relação C/P do material. Desta forma, os microrganismos podem ter absorvido o fosfato para decompor a serragem e as aparas, diminuindo o fosfato disponível nestes tratamentos.

Diferente do P o N obteve concentrações crescentes juntamente com as doses do resíduo. A incorporação de lodo de curtume ao solo aumenta os teores de matéria orgânica, principalmente por conter ácidos orgânicos de alto peso molecular e substâncias húmicas estáveis provocando alterações no pedoambiente. Desta forma, ao incrementar o teor de matéria orgânica, também é promovido o incremento de N devido a sua relação C/N, após

a aplicação do LC, o efeito é positivo nas propriedades químicas dos solos (GUIMARÃES *et al.*, 2015).

A disponibilidade de nitrogênio constitui fator decisivo para o crescimento de uma planta, sendo constituinte de aminoácidos, ácidos nucleicos, bases nitrogenadas, além de estar presente nas moléculas de clorofila e participar da síntese de vitaminas e coenzimas (BERILLI *et al.*, 2018a).

Houve diferença significativa das doses de lodo de curtume nas variáveis avaliadas, sendo elas: comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA) e número de folhas (NF) para as três culturas, dose e interação culturas x dose (Tabela 4).

Fontes de variação	GL	CR	CPA	NF
Cultura	2	123,76*	21,22*	26,28*
Dose	5	43,17*	13,55*	5,83*
Planta x Dose	10	7,92*	1,71	3,28*
Erro	72			

Tabela 4. Resumo da análise de variância (teste F) para comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA) e número de folhas (NF) de girassol, milho e eucalipto cultivadas em solo com aplicação de lodo de curtume (0; 0,1; 1,0; 10; 100 e 250 g kg<sup>-1</sup>).

\*significativo ( $p < 0,05$ ) GL= Grau de Liberdade; CV= coeficiente de variação.

No teste de Tukey para a variáveis de crescimento CR e CPA, em centímetros, para a cultura do eucalipto a dose 10 g kg<sup>-1</sup> foi significativa, além de demonstrar potencial para biofertilizante nessa espécie. Na interação girassol x dose, a dose 100 g kg<sup>-1</sup> e 250 g kg<sup>-1</sup> foi significativa na variável comprimento de raiz, e para CPA apenas a dose 250 g kg<sup>-1</sup>, ambos parâmetros se diferenciando do controle. Para o milho, no CR houve diferença significativa em relação ao controle nas doses 10 g kg<sup>-1</sup>, 100 g kg<sup>-1</sup> e 250 g kg<sup>-1</sup>, em CPA as doses não diferenciaram entre si, no entanto, esse híbrido foi o único que sobreviveu na dose 250 g kg<sup>-1</sup>, nas outras culturas avaliadas essa dose foi letal para as plantas (Tabela 5).

Lodo g kg <sup>-1</sup>	Comprimento de raiz			Comprimento de parte aérea		
	Eucalipto	Girassol	Milho	Eucalipto	Girassol	Milho
0	16,80 abB	23,98 aB	54,83 aA	39,40 bA	33,87 aA	52,45 aA
0,1	13,60 bcB	20,57 aB	59,18 aA	38,60 bAB	24,95 abB	54,59 aB
1,0	16,40 bcB	18,14 aB	54,38 aA	42,00 abAB	29,27 abB	55,57 aA
10	28,00 aA	11,88 abB	38,38 bA	72,40 aA	21,28 abB	56,70 aA
100	6,40 bcAB	3,70 bB	16,73 cA	30,60 bcA	4,17 abB	44,83 abA

Tabela 5. Teste de Tukey para comprimento de raiz (CR) e de parte aérea (CPA), em centímetros, submetidas a diferentes doses (0; 0,1; 1,0; 10; 100 e 250 g kg<sup>-1</sup>) de lodo de curtume após 30 dias de crescimento.

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento de parte aérea e raiz são parâmetros importantes para determinar a produtividade das plantas, para o girassol e o milho observou redução em ambos os parâmetros com o aumento da concentração das doses. Em todas as culturas foi observada a redução da CPA e CR principalmente a partir da dose 100 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 5). A redução do comprimento de parte aérea em mudas de café conilon, também foi observada por Berilli *et al.* (2014).

A salinidade é um dos principais responsáveis pela redução da produtividade das culturas, interferindo nos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas, em virtude da redução do potencial osmótico da água no solo, que restringe a absorção de água pelas raízes, e em razão do acúmulo de quantidades tóxicas de vários íons na planta, principalmente de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>. Além disso, o aumento na concentração desses íons no ambiente radicular pode acarretar redução na absorção de cátions e ânions, ocasionando desequilíbrios nutricionais na planta e, podendo acarretar até mesmo na morte das mesmas (FILHO *et al.*, 2016).

Diferente foi citado por Malafaia *et al.* (2016) que utilizando o vermicomposto a base de lodo de curtume e a irrigação com água residuária de origem doméstica, observou aumento da altura e diâmetro caulinar nas plantas de milho.

Visualmente foi observada na dose 250 g kg<sup>-1</sup> uma camada adensada formada pela alta concentração de lodo aplicada via solo, assim, não sucedendo a infiltração de água, afetando de modo direto o potencial osmótico das mudas, o que pode ter acarretado na morte das plantas de girassol e de eucalipto. Esses resultados estão associados à menor quantidade de macroporos nesses tratamentos, que têm como consequência menor aeração. Em geral, nesses trabalhos altas doses de lodo de esgoto (70 e 80%) prejudicam a formação das mudas. (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2014).

A adição do lodo de curtume em níveis inferiores a 30% foi insuficiente para atender as necessidades nutricionais dos vegetais e, a partir de 50% ocasionaram efeitos tóxicos nas mudas de pimenta (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Nas mudas de eucalipto o comprimento de parte aérea e raiz aumentaram de maneira linear até a dose de 10 g kg<sup>-1</sup>, com incrementos de 83,76% e 66,67%, tendo potencial promissor para o reuso do resíduo na agricultura (Tabela 5). Segundo Possato *et*

al. (2014), a aplicação de lodo de curtume em plantas de eucalipto promoveu o aumento em 11,5% em altura comparando com o controle.

Resultados similares foram encontrados quando o lodo foi utilizado na forma de vermicomposto e realizou a irrigação com água residuária doméstica, promoveram aumento da altura e diâmetro caulinar nas plantas de milho (MALAFAIA *et al.*, 2016).

Rocha *et al.* (2019) observou que aplicação de lodo de curtume compostado ao solo proporcionou aumento nos níveis de nitrogênio nas plantas de feijão, interferindo positivamente no desenvolvimento da parte aérea.

Na comparação de médias para a variável número de folhas as mudas de eucalipto foram as únicas a demonstrarem diferenças significativas entre na interação planta\*doses, realçando a dose 10 g kg<sup>-1</sup> com resultados promissores. No entanto, em todas as culturas testadas é possível afirmar que a partir da dose 100 g kg<sup>-1</sup> é nítido o decréscimo do número de folhas e principalmente o efeito letal ocasionado no eucalipto e girassol na dose 250 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 6).

Lodo g kg <sup>-1</sup>	Número de folhas		
	Eucalipto	Girassol	Milho
0	28,40 abA	7,80 aB	4,00 aB
0,1	19,60 bcA	6,46 aA	4,00 aA
1,0	34,00 abA	7,33 aB	3,94 aB
10	47,60 aA	7,33 aA	4,00 aA
100	7,00 cA	1,53 aA	3,54 aA
250	0,00 cA	0,00 aA	1,90 aA

Tabela 7. Teste de comparação de médias para número de folhas (NF) submetidas a seis doses de lodo de curtume (LC).

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de folhas neste experimento foi considerado um indicador da toxicidade ocasionada pela salinidade sendo letal a concentração desses íons, fator que promoveu a queda das mesmas (Tabela 6). Em situações de estresse salino ocorrem alterações sobre a morfologia e anatomia nos vegetais, consequentemente reduzindo a transpiração para diminuir a absorção de água. Uma alternativa de adaptação é redução no número de folhas em resposta à salinidade (SOUSA *et al.*, 2011).

Filho *et al.* (2016) constatou que a parte aérea dos vegetais é mais sensível à toxidez de salinidade do que o sistema radicular, tanto em experimentos de longa, como os, de curta duração. A área foliar é importante para o estabelecimento e desenvolvimento de qualquer cultura, estando diretamente relacionada com a área de coleta da luminosidade e,

consequentemente, a síntese de fotoassimilados, além de outras características fisiológicas (BERILLI *et al.*, 2018a).

Mendonça *et al.* (2010) relatou que o aumento da concentração de sal não afetou a área foliar das mudas de *E. tereticornis* e *E. robusta*, mas causou redução desta característica em *Eucalyptus camaldulensis*. Os autores supõem com esses resultados que, em condições de elevada salinidade, a maior área e biomassa seca foliar estão relacionadas ao menor rendimento quântico do fotossistema II (Fv/Fm) e menor concentração de clorofila nas folhas de *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* e *E. robusta*.

Essa observação, levanta a hipótese de o lodo interferir no crescimento somente da parte aérea das plantas, podendo estar relacionado a deficiência de nitrogênio, presença de cromo ou de sódio. Almeida *et al.* (2017) cultivando pimenta biquinho observou que a partir de 30% de lodo de curtume ocorreu a redução nessa mesma variável.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Silva *et al.* (2011) em plantas de pimenta ornamental (*Capisicum* sp L.) e celosia (*Celosia cristata* L.) nos substratos que continham lodo de curtume.

Com base nas observações sugestionamos que a salinização do solo decorrentes dos elevados teores de cálcio (Ca) e cromo (Cr) contidos em sua composição in natura ocasionou esses sintomas tóxicos (Tabela 4, 5 e 6). Fato esse, pode ser associado a elevada condutividade, que provocou a redução em todas as variáveis avaliadas nas plantas de eucalipto, girassol e milho. Os resultados obtidos, sugerem que elevadas doses de lodo de curtume provocaram um efeito salino nas plantas utilizadas no experimento.

No entanto, para as mudas de eucalipto a utilização desse resíduo, constituiu-se em uma interessante alternativa, devido ao seu potencial agrícola averiguado na dose 10 g kg<sup>-1</sup>. Contudo, a dose a ser aplicada depende da composição química do resíduo, pois o acúmulo de elementos químicos no solo, como por exemplo, o cálcio, sódio e o cromo, podem ocasionar impactos negativos no crescimento dos vegetais.

## 4 | CONCLUSÃO

A aplicação da dose de 10 g kg<sup>-1</sup> de lodo de curtume promoveu aumento em todas as variáveis no eucalipto com resultados superiores ao tratamento controle, sendo uma dose promissora para o reuso como biofertilizante nessa espécie. Entretanto, para o girassol e milho, essa dose não diferiu do controle.

A dose de 100 g kg<sup>-1</sup> interferiu negativamente no crescimento do girassol, milho e eucalipto, gerando sintomas de toxicidade e de 250 g kg<sup>-1</sup> foi letal para o girassol e eucalipto. Em contrapartida, as plantas de milho sobreviveram, porém apresentaram reduções nas variáveis e sintomas de deficiência nutricional.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R.N.; FERRAZ, D.R.; SILVA, A.S.; CUNHA, E.G.; VIEIRA, J.C.; SOUZA, T. da. S.; BERILLI, S. da. S. Utilização de lodo de curtume em complementação ao substrato comercial na produção de mudas de pimenta biquinho. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba v. 18, n. 1, p. 20-33, 2017. doi: doi: 10.5380/rsa.v18i1.49914.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Gebruder Borntraeger, v. 22, n. 6, p. 711 – 728, 2013. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507.
- BATISTA, M.M.; ALOVISI, A.M.T. Alterações de atributos químicos do solo e rendimento da cana soca pela utilização de lodo de curtume. **Anuário da Produção de Iniciação Científica**, Valinhos, v. 13, n. 17, p. 387-396, 2010.
- BERILLI, S. da S.; QUIUQUI, J.P.C.; REMBINSKI, J.; SALLA, P.H.H.; BERILLI, A.P.C.G.; LOUZADA, J.M. Utilização de lodo de curtume como substrato alternativo para produção de mudas de café conilon. **Coffee Science**, Lavras, v. 9, n. 4, p. 472 - 479, 2014.
- BERILLI, S. S.; PEREIRA, L. C.; PINHEIRO, A. P. B.; CAZAROTI, P. F.; SALES, R. A. de; LIMA, C. F. Adubação foliar com lodo de curtume líquido no desenvolvimento de mudas de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.12, n. 2, p. 2477 – 2486, 2018a. doi: 10.7127/rbai.v12n200762.
- BERILLI, S. da S.; SALES, R. A. de.; PINHEIRO, A. P. B.; PEREIRA, L. C.; GOTTARDO, L. E.; CANDIDO, BERILLI, A.P.C.G. Componentes fisiológicos e crescimento inicial de mudas de palmeira-garrafa em resposta a substratos com lodo de curtume. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 94-101, 2018b.
- BRASIL. **Instrução normativa n. 25, de 23 de julho de 2009**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 Jul. Seção I, 2009.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FILHO, W. dos S. S.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; NOBRE, R. G.; FERNANDES P. D.; MIRANDA, R. de S. Melhoramento genético e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza - Ceará: INCTSal - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. Cap 17, p. 259-274.
- GUIMARAES, W.P.; ARAÚJO, A.S.F.de.; OLIVEIRA, M.L.J.; ARAÚJO, F.F.de; MELO, W.J.de. Efeito residual de lodo de curtume compostado sobre os teores de cromo e produtividade do milho verde. **Científica**, Jaboticabal, v.43, n.1, p.37–42, 2015.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1269:2. Qualidade do solo – determinação dos efeitos de poluentes na flora terrestre**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2014. 23 p.
- LEMKE-DE-CASTRO, M.L.; BORGES J.D.; LEANDRO W.M. Sorção competitiva entre cádmio e cromo em latossolo variando pH e eletrólito de suporte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.10, n.3, p.396–402, 2015.

MALAFAIA, G.; ARAÚJO, F.G.de.; LEANDRO, W.M.; RODRIGUES, A.S.L. de. Teor de nutrientes em folhas de milho fertilizado com vermicomposto de lodo de curtume e irrigado com água residuária doméstica. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 879-809, 2016. doi: 10.4136/ambi-agua.1680

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de Eucalyptus spp submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.

POSSATO, E.L.; SCARAMUZZA, W.L.M.P.; WEBER, O.L.S. dos.; NASCENTES, R.; BRESSIANI, A.L.; CALEGARIO, N. Atributos químicos de um cambissolo e crescimento de mudas de eucalipto após adição de lodo de curtume contendo cromo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.5, p. 847-856, 2014.

QUADRO, M.S.; F.A. de. O.; GIANELLO, C.; DALL'AGNOL, A.L.B.; Demarco, C.F.; Andrezza, R. Crescimento e teor de cromo em mamoneira cultivada em solo receptor de resíduos de curtume e carboníferos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v.24 n.6, p. 1095-1102, 2019.

ROCHA, S.M.B.; ANTUNES, J.E.L.; SILVA, A.V.C.R.; OLIVEIRA, L.M.de. S.; AQUINO, J.P.A. de.; MELO, W.J.de; FIGUEIREDO, M.do. V.B.; ARAUJO, A.S. de. Nodulation, nitrogen uptake and growth of lima bean in a composted tannery sludge-treated soil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 49, n.11 p. 1- 7, e20190301, 2019. doi: 10.1590/0103-8478cr20190301

SCHIAVO, J. A.; PEREIRA, M.G.; MIRANDA, L.P.M.DE.; DIAS NETO, A. H. D.; FONTANA, A. Caracterização e classificação de solos desenvolvidos de arenitos da formação Aquidauana - MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n.34, p. 881-889, 2010.

TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Utilização de lodo de esgoto na produção de mudas de Aroreira-pimenteira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.38, n.4, p.657-665, 2014.

VIEIRA, M. de L.; CEZÁRIO, A. S.; OLIVEIRA, N. C. de, PAULA, L. C. de; VALENTE, N. P.; SANTOS, W. B. R. dos, RIBEIRO, J. C.; BIANCHINI, E. M. Manejo e adaptação do girassol em solos do cerrado. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 13, n. Especial, p. 289-300, 2017. doi: 10.5747/ca.2017.v13.nesp.000234

# CAPÍTULO 17

## SISTEMA SILVIPASTORIL COM CLONES DE EUCALIPTO E A QUALIDADE DA *UROCHLOA BRIZANTHA* (HOCHST. EX A. RICH.) STAPF CV. XARAÉS

Data da submissão: 11/08/2020

### **Natália Andressa Salles**

Universidade Federal da Grande Dourados –  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias.  
Dourados – Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/9508288324844849>

### **Silvia Correa Santos**

Universidade Federal da Grande Dourados –  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias.  
Dourados – Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/4445231631127461>

### **Viviane Correa Santos**

Doutora em Zootecnia  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Baiano, Campus Santa Inês.  
Santa Inês - Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/9038969067689190>

### **Cleberton Correia Santos**

Universidade Federal da Grande Dourados –  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias.  
Dourados – Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6639439535380598>

### **Elaine Reis Pinheiro Lourente**

Universidade Federal da Grande Dourados –  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/3650987092971756>

### **Alessandra Mayumi Tokura Alovise**

Universidade Federal da Grande Dourados –  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/5030383787014962>

### **Gilmar Gabriel de Souza**

Universidade Federal da Grande Dourados –  
UFGD, Faculdade de Ciências Agrárias  
Dourados – Mato Grosso do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/5482973734332660>

**RESUMO:** O experimento foi realizado em dois sistemas silvipastoris (SSP) com quatro anos de idade, tendo como componente arbóreo o *Eucaliptus urograndis* (*E. urophylla* x *E. grandis*), *Eucaliptus Grancam* (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) e *Urochloa brizantha* cv. Xaraés como componente forrageiro. A área está localizada no município de Ivinhema - MS. Objetivou-se com esse trabalho identificar os espaçamentos de *Eucaliptus urograndis* e *Eucaliptus grancam* que contribuam para o cultivo simultâneo com *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. As análises bromatológicas foram feitas em duas épocas (janeiro e julho). O sombreamento proporcionado pelo componente arbóreo, reduziu a produção total de massa seca, porém favoreceu o aumento nos teores da variável proteína bruta (PB). A forrageira obteve acúmulo e nutrição ideais para a utilização no sistema silvipastoril (SSP). A produção e a qualidade da gramínea foram influenciadas pelos diferentes espaçamentos dos clones de eucalipto, com incremento de massa seca com o aumento do espaçamento.

**PALAVRAS - CHAVE:** sistema silvipastoril; braquiária; espaçamento.

## SILVIPASTORIL SYSTEM WITH EUCALYPTUS CLONES AND THE QUALITY OF *UROCHLOA BRIZANTHA* (HOCHST. EX A. RICH.) STAPF CV. XARAÉS

**ABSTRACT** - The experiment was conducted in two silvopastoral system (SSP) with four years of age, with the component the *Eucalyptus urograndis* tree (*E. urophylla* x *E. grandis*), *Eucalyptus Grancam* (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) and *Urochloa brizantha* cv. Xaraés as forage component. The area is located in the city of Ivinhema - MS. The objective of this work was to identify the spacing of *Eucalyptus urograndis* and *Eucalyptus grancam* that contribute to the simultaneous cultivation with *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. The experimental design was a randomized complete block in a split plot. The chemical analyzes were done twice a year (January and July). The shade provided by the eucalyptus trees, reduced the total dry mass production, but favored the increase in the contents of the variable crude protein (CP). Forage got ideal accumulation and nutrition for use in silvopastoral system (SSP). The production and grass quality were influenced by different spacings of *Eucalyptus* clones with dry mass increase with increased spacing.

**KEYWORDS:** silvopastoral system; brachiaria; spacing

### INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção, tal como os sistemas agroflorestais (SAF's), destacam-se por sistematizar uma produção vegetal e/ou animal sustentável. Dentre as modalidades dos SAF's, o silvipastoril é caracterizado pelo cultivo simultâneo de espécies arbóreas, forrageiras e/ou animais (pecuária) em uma mesma unidade de área (BOSI et al., 2014), promovendo melhorias nos atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo, sequestro de carbono, sombreamento para animais e qualidade bromatológica para as espécies forrageiras, além da comercialização da madeira (SARTOR et al., 2020), tornando-se uma alternativa na diversificação de renda familiar.

No entanto, as informações quanto a indicação de espécies de forrageiras e florestais a serem inseridas nesses sistemas ainda são incipientes, principalmente pelas características intrínsecas de cada espécie arbórea. Nesse sentido, a identificação de genótipos que apresentem maior adaptabilidade às condições edafoclimáticas irão contribuir na disseminação de recomendações técnicas a agricultores e/ou produtores que tenham interesse em implantar o sistema silvipastoril.

Considerando o componente arbóreo, os eucaliptos são largamente utilizados nestes sistemas integrados devido a sua precocidade e ser de múltiplos usos, sendo estes aspectos importantes na escolha de espécies e arranjos produtivos (MACHADO et al., 2013). Dentre os materiais disponíveis, os clones *Eucalyptus urograndis* (*E. urophylla* x *E. grandis*) e *Eucalyptus grancam* (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) apresentam características que podem beneficiar o crescimento e desenvolvimento das gramíneas, com diferenças quanto ao arranjo da copa.

O *Eucalyptus urograndis* é utilizado para diversos usos como papel, celulose, carvão vegetal, serraria em geral e apresenta como características a copa de árvore mais

densa quando comparadas a outros híbridos além de apresentar um rápido rendimento volumétrico. Já o clone *Eucalyptus granacam* apresenta menor crescimento em diâmetro de caule e é uma espécie que frequentemente observa-se problema da seca de ponteiro, fazendo as folhas sequem e caíam; além de apresentar a copa menor e mais rala (MACHADO et al., 2013).

Dentre as espécies de gramíneas forrageiras utilizadas como fonte alimentar para bovinos, a *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés tem como principais características a rápida rebrota, o grande acúmulo de biomassa e florescimento tardio, o que possibilita o pastejo prolongado até o inverno, além de um bom valor nutritivo, alta capacidade de suporte, e quando comparada a cultivar Marandu, se destaca por ter aproximadamente 20% a mais na produtividade animal por hectare (VALLE et al. 2004).

Todavia, na literatura são escassos estudos que descrevam as respostas bromatológicas e de produtividade da *U. brizantha* em função dos espaçamentos entre aléias de árvores desses clones de eucalipto, principalmente quanto ao sombreamento promovido pelas copas dessas espécies. Assim, objetivou-se com esse trabalho identificar os espaçamentos de *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus granacam* que contribuam para o cultivo simultâneo com *U. brizantha*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no ano de 2014/2015, localizada no município de Ivinhema – MS (22°15' S e 53°50' W). O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2018), com relevo de topografia ondulada, sendo inserido em 38,5% da bacia do Rio Ivinhema (OLIVEIRA et al., 2000). Sua fertilidade natural é baixa, com granulometria de 1,8; 188,6 e 809,7 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente (EMBRAPA, 1997) na profundidade de 0 – 40 cm. Os atributos químicos do Neossolo Quartzarênico nas profundidades 0 – 20 cm e 20 – 40 cm encontram-se na Tabela 1.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Cwa, temperado úmido com inverno seco e verão quente e chuvoso (PEEL et al., 2007), com temperatura média para o mês mais frio superior a 18°C (OLIVEIRA et al., 2000) e precipitação média anual entre 1750 a 2000 mm, cujos dados climáticos no período de coleta encontram-se na Figura 1.

A área experimental apresenta aproximadamente 200 hectares, em que o solo foi previamente preparado por meio de terraceamento e incorporação de 2 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico para correção considerando as análises químicas (Tabela 1). Os componentes arbóreos foram constituídos por dois clones de eucalipto: *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus granacam*, ambos implantados em julho de 2010, com disposição em nível de renques constituídos por linhas triplas em espaçamento de 3,0 x 2,0 m, sendo a largura das aléias variável devido ao desnível do terreno.

No momento de plantio do eucalipto realizou-se adubação de base no sulco (170 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo), e após 90 dias (82 kg ha<sup>-1</sup> de 20-5-20 + 0,5% B + 0,4% Zn), 180 dias (82 kg ha<sup>-1</sup> de 13-00-18 + 0,5% B + 0,4% Zn) e aos 12 meses (82 kg ha<sup>-1</sup> de KCl + 1,5% B e 0,5% Zn) em cobertura.

Profundidade	P (mg.dm <sup>-3</sup> )	MO (g. dm <sup>3</sup> )	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	SB	CTC	V (%)
0 – 20 cm	11,80	194,5	4,32	2,16	9,3	3,1	26,2	14,5	40,7	35,5
20 – 40 cm	3,93	138,4	4,36	1,82	7,6	2,7	21,0	12,1	33,0	36,2

Tabela 1. Análise química de solo na área experimental em sistema silvipastoril solo nas profundidades 0-20 cm e 20-40 cm, em 2014. Ivinhema - MS.

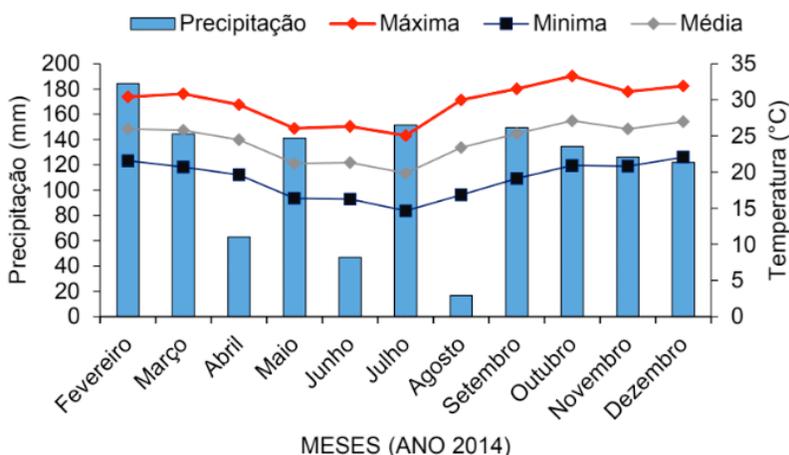


Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), médias de temperaturas mínima, média e máxima (°C) na região de Ivinhema - MS. 2014. Fonte: Estação A 709, INMET.

Decorridos oito meses após o plantio dos eucaliptos realizou-se a semeadura da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Xaraés a lanço entre aléias, momento em que os clones *E. grancam* e *E. urograndis* (Figura 2) apresentavam altura aproximada de 15,0 e 13,5 metros, respectivamente. Na semeadura da *U. brizantha* foi feita adubação com 100 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo, 50 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 20 kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR 12, e aos 25 dias após a emergência foi adicionada 110 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em cobertura. Iniciando-se o período das precipitações constantes de 2012/13 foram aplicados 150 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio em cobertura. Em julho de 2011 iniciou-se o pastejo por animais utilizando-se o método intermitente.

Foram selecionados quatro espaçamentos entre aléias de árvores para cada clone,

sendo 16, 20, 25 e 30 m para o clone *E. urograndis* (*E. urophylla* x *E. grandis*) e 14, 18, 21 e 24 m para o *E. grancam* (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*). A escolha dos espaçamentos foi delimitada considerando os espaçamentos já existentes em função do terraceamento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. Em cada espaçamento foram alocadas quatro parcelas a título de repetições e dentro de cada uma, quatro linhas de coleta paralelas às aleias. As linhas de coleta foram locadas a 1,5 m das aleias e aproximadamente 35% da distância paralela aos renques.



Figura 2. Divisa da propriedade, com os diferentes clones, em Ivinhema - MS.

Em cada linha de coleta foram retiradas duas amostras equidistantes da gramínea de acordo com a largura das faixas entre as árvores, em área de 0,25 m<sup>2</sup>, com auxílio de um quadro de coleta, à altura de 10 cm do solo em duas épocas, sendo em janeiro (E1) e julho (E2) de 2014.

Após a colheita da forragem foi realizada a separação em lâmina foliar, colmo e bainha foliar que, por sua vez, foram acondicionados em sacos de papel Kraft® e submetidos levados em estufa de circulação forçada de ar à 55 ± 5 °C até massa constante, obtendo posteriormente a massa seca total. Posteriormente, as lâminas foliares secas foram moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 0,1 mm e então foram feitas as seguintes análises bromatológicas:

(a) Proteína bruta (PB): adquirida por meio de dosagens de nitrogênio total (NT), em que o volume utilizado em cada amostra é multiplicado por 6,25, considerando-se que as proteínas contêm 16% de nitrogênio.

(b) Fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA): determinadas

segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando ANKOM 2000 analisador de fibra (ANKOM Technologies, Macedon, NY).

(c) Lignina: obtida através da diferença de pesagens após a remoção da lignina pelo reagente permanganato de potássio.

(d) Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica: as amostras ficaram em contato com o conteúdo líquido do rúmen no interior de um tubo de ensaio, durante 24 a 48 horas, após o período acrescenta-se solução.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos pelo teste F ( $p < 0,05$ ), submetidos à análise de regressão, utilizando-se o programa computacional SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de proteína bruta (PB) foram influenciados pelos espaçamentos entre aléias do *Eucalyptus grancam* e *Eucalyptus urograndis* ( $p < 0,05$ ) nas duas épocas de coleta (E1 e E2) (Figura 3a e 3b, respectivamente), sendo que a *U. brizantha* cultivada sob espaçamento de 14 e 16 m entre *E. grancam* e *E. urograndis*, respectivamente, apresentou maiores teores de PB, ocorrendo decréscimo conforme o aumento do espaçamento, demonstrando que o sombreamento em função das copas das arbóreas de eucaliptos contribuem no incremento dessa característica da forrageira.

Em geral, os maiores teores de PB das lâminas foliares das plantas sombreadas já foi amplamente discutido na literatura (PACCIULO et al., 2007; SOUZA, 2009; PACCIULO et al., 2011) e isso se dá devido à maior deposição e decomposição do material orgânico depositado pelas árvores, provocando a ciclagem e aumentando o fluxo de nitrogênio no solo (WILSON, 1996).

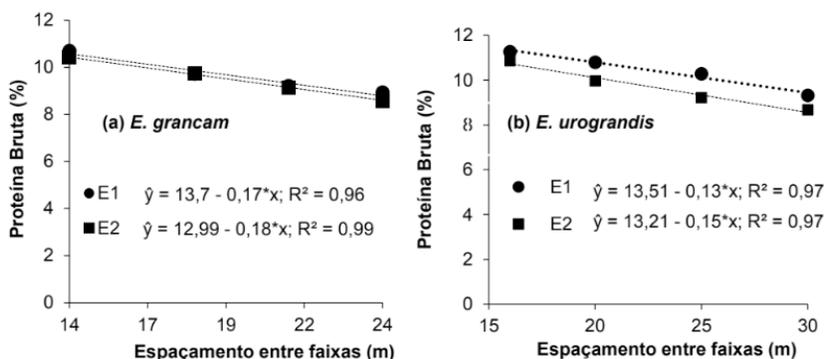


Figura 3. Proteína bruta de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés produzida sob espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* (a) e *Eucalyptus urograndis* (b) em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). \*( $p < 0,05$ )

A proteína das forragens é importante na dieta dos animais, pois fornece o nitrogênio necessário para que haja a reprodução das bactérias responsáveis pelo processo fermentativo que ocorre no rúmen. Para que aconteçam adequada atividade e reprodução bacteriana no rúmen do animal é necessário que a forragem tenha 8% de PB para atender as necessidades bacterianas necessárias do rúmen. Nas gramíneas a maior concentração de proteína se dá nas folhas (PACCIULO et al., 2011).

Embora a forrageira tenha apresentado redução na PB durante a estação seca rigorosa que ocorreu em 2014, os menores valores não ficaram abaixo do estabelecido como o mínimo necessário para a manutenção do funcionamento ruminal, que é de 7-8%. Segundo Sousa e Lobato (2004) a lixiviação de nitrogênio e a rápida decomposição da matéria orgânica em Neossolo Quartzarênico são dificuldades naturais de manejo nesta classe de solo. As junções destas características naturais à falta de manutenção da fertilidade do solo após o estabelecimento da gramínea podem ter sido determinantes para o menor valor da variável PB das forragens analisadas durante a estação seca.

Os teores de FDN diferiram ( $p < 0,05$ ) em relação ao espaçamento no *E. grancam* e *E. urograndis* nas duas épocas de coleta, sendo que observamos crescimento linear conforme aumento da distância entre as faixas de aléias das duas espécies arbóreas (Figura 4).

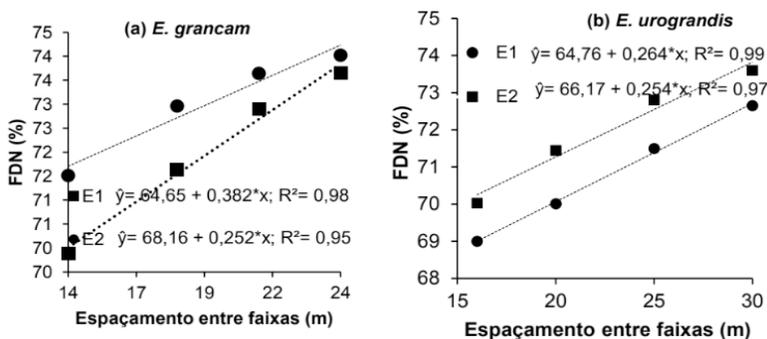


Figura 4. Fibra Detergente Neutro (FDN %) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés produzida sob espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancam* (a) e *Eucalyptus urograndis* (b) em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). \* ( $p < 0,05$ )

O consumo voluntário de matéria seca está diretamente relacionado com a concentração de fibra detergente neutro (FDN) na forragem, e este constituinte está diretamente relacionado a capacidade volumosa de ocupação de espaço no rúmen e, indiretamente, a densidade em energia disponível da forragem, portanto menor será o consumo de matéria seca com o aumento da concentração de FDN, devido ao maior espaço ocupado no rúmen. De acordo com Pacciulo et al. (2011) as gramíneas de clima

tropical apresentam níveis de parede celular (FDN) raramente inferiores a 55%, sendo que valores de 65% são normalmente observados em plantas em estágio vegetativo e de 75 a 80% nos estádios mais avançados de maturidade.

Os dados corroboram com os obtidos por Kephart e Buxton (1993), pois a menor disponibilidade de fotoassimilados nas áreas sombreadas promove redução do desenvolvimento da parede celular secundária, conseqüentemente reduzindo a concentração dos constituintes da parede celular, levando a menores teores de FDN.

Esses resultados podem estar associados ao fato de as coletas da E1 sob *E. graciam* serem realizadas após determinados períodos com menores temperaturas no inverno (Figura 4a), ocasionando diminuição na qualidade e conseqüentemente menor FDN. Além disso, nossos resultados indicam que o menor nível de sombreamento influenciou na redução. No entanto, as respostas da FDN quanto ao sombreamento variam. Castro et al. (2009) observaram que com a diminuição da luminosidade aumentava-se o acúmulo de massa de colmos, sendo o principal fator responsável pelo aumento do teor de FDN.

Pezzoni et al. (2012) e Paciullo et al. (2007), estudaram a gramínea *U. decumbens* em SSP cultivada em condições de sombreamento e a pleno sol e concluíram que o sombreamento provocado pelas árvores causou a redução do FDN e estaria relacionado à maior área foliar específica e menor índice de área foliar da gramínea submetida ao sombreamento das árvores.

Houve diferença significativa em relação as épocas para espaçamento no clone *urograndis*, e um efeito linear crescente com o aumento do espaçamento. Observou-se que na época da seca (E2) os valores de FDN foram menores estatisticamente a época das águas (E1) (Figura 4b).

Os teores de FDA foram significativos ( $p < 0,05$ ) em relação ao espaçamento no clone *Eucalyptus graciam*, com aumento constante conforme aumentaram os espaçamentos (Figura 5). A digestibilidade da matéria seca está diretamente relacionada com a fibra em detergente ácido, pois essa reflete o nível de lignina na fração parede celular, e quando somada à celulose e hemicelulose forma o complexo lignocelulose, que é o principal fator limitante à degradação dos carboidratos estruturais no rúmen.

De acordo com Sousa et al. (2007) e Moreira et al. (2009) dentre os fatores que promovem a alteração da FDA em espécies forrageiras, o período de descanso e o nível de sombreamento são os que de maior importância destacam por interferirem diretamente sobre o espessamento da parede celular e o estiolamento das gramíneas forrageiras. Em relação ao *E. graciam* observou-se efeito significativo de épocas com destaque para a época seca. Observamos efeito linear crescente com o aumento do espaçamento (Figura 5a). Em estudos com *U. decumbens* submetida a dois níveis de sombreamento (65% e 35%), Paciullo et al. (2007) não constataram diferença entre os teores de FDA em silvipastoril e a pleno sol, indicando que esse constituinte pode apresentar um comportamento incomum, podendo oscilar também de acordo com a característica genética da forragem.

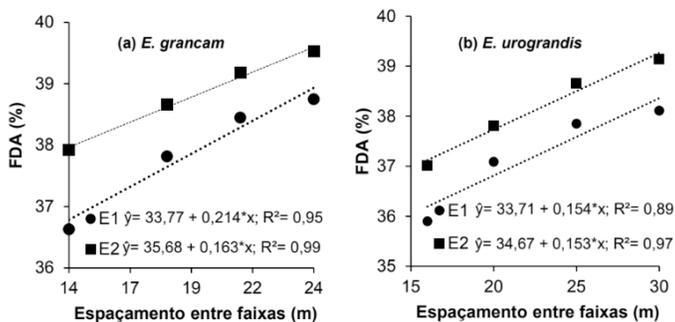


Figura 5. Fibra detergente ácido (FDA %) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés produzida sob espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancom* (a) e *Eucalyptus urograndis* (b) em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). \*( $p < 0,05$ )

Para *E. urograndis* obteve-se teores de FDA significativos em relação ao espaçamento, com o aumento dos níveis proporcionais ao aumento do espaçamento (Figura 5b). Os teores permaneceram abaixo de 40% de FDA, nível esse considerado o limite para uma adequada digestibilidade, reportando ainda que a diminuição da digestibilidade esteja ligada ao aumento da parede celular que reduz o valor nutritivo continuamente ao longo da maturação e isso limita a ingestão de energia pelos animais (NUSSIO et al., 1998).

Em geral, ocorreu incremento da MS total da *U. brizantha* conforme diminuiu o sombreamento, isto é, aléias mais espaçadas tanto sob *E. grancom* quanto em *E. urograndis*, ambas na E1 (Figura 6). Os teores demonstram que o sombreamento interfere na produção de biomassa. Esses dados corroboram com os obtidos Paciullo et al. (2007), avaliaram o comportamento de *U. decumbens* em diferentes graus de sombreamento, e observaram menor produção com sombreamento de 65% quando comparado ao sombreamento de 35% e a sol pleno.

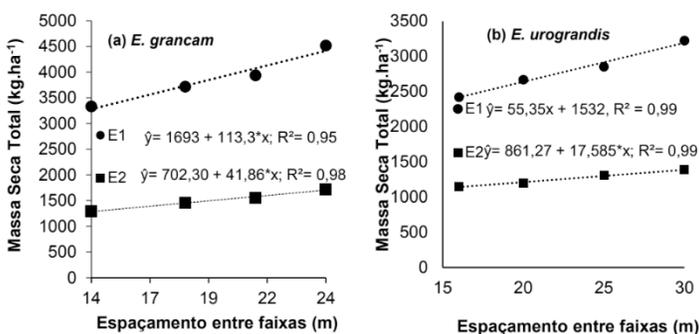


Figura 6 Massa Seca Total (kg.ha<sup>-1</sup>) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés produzida sob espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancom* (a) e *Eucalyptus urograndis* (b) em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). \*( $p < 0,05$ )

Além de se dar importância a qualidade bromatológica da forragem, é fundamental o conhecimento sobre o acúmulo da mesma, e com a estimativa a condições de evitar tanto a alimentação excessiva quanto a deficitária, o que ocasiona desperdício e compromete a produção e a saúde do animal. A quantidade de MST ingerida na dieta diariamente é uma medida crítica para que o veterinário responsável faça inferências a respeito do alimento e da resposta animal. A diminuição da MS está ligada a maiores proporções de folhas verdes dessas forragens nas áreas sombreadas, o que representa uma vantagem do ponto de vista do pastejo, uma vez que as folhas geralmente têm melhor valor nutritivo que os caules.

Além da diferença significativa em relação ao espaçamento, os teores de matéria seca também diferiram em relação as duas épocas avaliadas, sendo significativa a diferença entre o acúmulo de biomassa as épocas. Sob 24 m ocorreu incremento de 38% a mais de matéria seca no período das águas em relação ao período seco (inverno).

Observamos diferença significativa no acúmulo de matéria seca total (MStotal) entre os espaçamentos de aléias para o clone *urograndis* (Figura 6b); ocorreu aumento na biomassa conforme aumentaram os espaçamentos. Os dados corroboram com os obtidos por Cremon (2013), isto é, sob espaçamento de 15 m ocorreu menor acúmulo de biomassa, sendo 33% menor do que o espaçamento de melhor produção (27 m).

Constatamos aumento de MST conforme diminuíram os espaçamentos. Andrade et al. (2004) avaliando diferentes níveis de sombreamento artificial (0%, 30%, 50% e 70%) nas taxas de acúmulo de matéria seca de forragem de quatro gramíneas (*B. brizantha* cv. Marandu, *B. humidicola* cv. Quicuí-da-amazônia, *P. maximum* cv. Massai e *P. notatum* cv. Pensacola), também constataram menor produtividade de *U. humidicola* em períodos de déficit hídrico.

Os teores de DIVMO diferiram nos diferentes espaçamentos para o clone *grancam* (Figura 7); observou-se a diminuição nos níveis dessa variável de acordo com o a diminuição do sombreamento. A DIVMO está diretamente relacionada com os teores de FDN, FDA e proteína, pois com diminuição dos teores de fibra, aumenta a digestibilidade e a proteína da forragem. Os estudos que caracterizam os pastos em termos digestibilidade são importantes na avaliação de forrageiras, pois auxiliam na indicação da necessidade de suplementação da dieta em época de escassez para a categoria animal.

A estimativa da digestibilidade *in vitro* dos alimentos tem sido amplamente utilizada nas análises dos alimentos devido a sua alta correlação com a digestibilidade *in vivo*. No estudo de sombreamento provocado por duas densidades arbóreas em uma floresta de *Pinus elliottii* com 10 anos de idade, Barro et al. (2008) observaram que o sombreamento moderado reduziu em 57% o rendimento médio de forragem das três espécies avaliadas, porém aumentou em 5,5% a digestibilidade *in vitro* (DIVMO) quando as plantas estavam em florescimento pleno. Deinum et al. (1996) e Paciullo et al. (2001) observaram que tanto a composição química quanto a digestibilidade são variáveis qualitativas que variam de

acordo com a espécie, idade e a estação do ano.

Barro et al. (2008) estudaram o efeito do sombreamento provocado por duas densidades arbóreas em uma floresta de *Pinus elliottii* Engelm com 10 anos de idade, sobre o rendimento e o valor nutritivo da forragem de três gramíneas azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.); aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.); e aveia-branca (*A. sativa* L.) e concluíram que o sombreamento moderado reduziu em 57% o rendimento médio de forragem dos três genótipos avaliados, porém aumentou em 5,5% a digestibilidade *in vitro* (DIVMO).

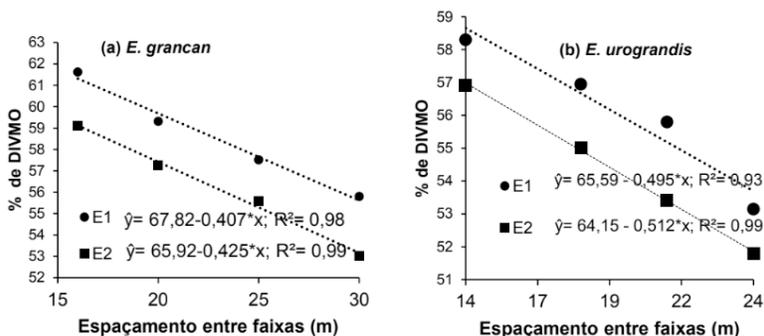


Figura 7. Digestibilidade *in vitro* de Matéria Orgânica (DIVMO) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés produzida sob espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus grancan* (a) e *Eucalyptus urograndis* (b) em duas épocas (E1: janeiro e E2: julho). \* ( $p < 0,05$ )

Para DIVMO também houve efeito significativo para espaçamentos, épocas e a interação. Em relação as duas épocas avaliadas para o clone *grancan* (Figura 7a), destacam os menores valores na estação das secas e efeito linear decrescente com o aumento dos espaçamentos.

Houve diferença entre as médias de DIVMO ( $P < 0,05\%$ ) nos diferentes espaçamentos para o clone *urograndis* (Figura 7b). Observou-se que os valores diminuem conforme o aumento do espaçamento. Isso se dá devido a adubação nitrogenada aplicada na forrageira, que resulta em elevação do valor nutritivo (ALENCAR et al., 2014). Após a correção do solo realizada no início da estação das águas, observou-se que a gramínea apresentou incremento nos teores de FDN, FDA e DIVMO. No caso desse trabalho, a fertilidade do solo pode ter influenciado positivamente na DIVMO.

Com a utilização do clone *urograndis* houve efeito significativo entre espaçamentos, épocas e a interação, com efeito linear decrescente com o aumento do espaçamento, e com menores valores de DIVMO na estação seca.

Alguns autores têm estabelecido relação entre anatomia, composição química e digestibilidade de gramíneas forrageiras. Correlações altamente significativas entre a

proporção de tecidos individuais, ou em combinação, e as entidades nutricionais têm sido observadas. Em geral, os constituintes fibrosos (FDN, FDA e lignina) são correlacionados negativamente à digestibilidade (Velásquez et al., 2010).

Quanto à lignina não houve efeito significativo dos tratamentos (Tabela 2), sendo que os valores observados nesse estudo estão de acordo com os encontrados por Pasciullo et al. (2007), em avaliação do comportamento de capim-braquiária sob sombreamento e a pleno sol. Além disso, segundo Hatfield et al. (1999) a lignina tem sido reconhecida como o principal componente químico da parede celular a limitar a digestibilidade de gramíneas.

<i>E. grancam</i>	Lignina*	<i>E. urograndis</i>	Lignina*
14 m	6.58 a	16 m	5.98 a
18 m	6.68 a	20 m	6.23 a
21 m	5.77 a	25 m	6.86 a
24 m	5.90 a	30 m	5.64 a
DMS	0.65	DMS	1.04
C.V. (%)	20.61	C.V. (%)	19.28
E1	6.65	E1	6.46
E2	5.82	E2	5.90

Tabela 2. Teste de médias para Lignina em *B. brizantha* cv. Xaraés no sistema silvipastoril.

(Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). DMS= diferença mínima significativa pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ), CV= coeficiente de variação).

## CONCLUSÕES

A forrageira *Urochloa brizantha* cv. Xaraés obteve acúmulo e nutrição ideais para a utilização no sistema silvipastoril.

A produção e a qualidade da gramínea foram influenciadas pelas diferentes épocas e espaçamentos dos clones de eucalipto, com incremento de massa seca com o aumento do espaçamento.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B.; MARTINS, C. E.; OLIVEIRA, R. A.; CÔSER, A. C.; CUNHA, F. F. Bromatologia e digestibilidade de gramíneas manejadas por corte submetidas à adubações nitrogenadas e estações anuais. **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p. 8-15, 2014.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

BARRO, R. S.; SAIBRO, J. C.; MEDEIROS, R. B.; SILVA, J. L. S., VARELLA, A. C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetida a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1721-1727, 2008.

BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, SANTOS, P. M.; NICODEMO, M. L. F. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 6, p. 449-456, 2014.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MULLER, M. D.; NASCIMENTO JR, E. D. Características agrônômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 11, n. 60, p.19-25, 2009.

CREMON, T. **Espaçamento entre faixas de árvores (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) e suas interações com o acúmulo de forragem [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés], microclima e bem-estar animal**. 2013. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS.

DEINUM, B.; SULASTRI, R.D.; ZEINAB, M.H.J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. Trichoglume). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v. 44, p. 111-124, 1996.

MACHADO, M. S.; FERREIRA, L. R.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MORAES, H. M. F.; GONÇALVES, V. A.; FELIPE, R. S. *Eucalyptus* growth in silvopastoral system under different crown diameters. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 851-857, 2013.

MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 3, p. 706-713, 2009.

NUSSIO, L. G., MANZANO, R.P., PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 1998, Piracicaba. Anais... Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. p.203-242.

OLIVEIRA, F. L. R.; MOTA, V. A.; RAMOS, M. S.; SANTOS, L. D. T.; OLIVEIRA, N. J. F.; GERASEEV, L. C. Comportamento de *Andropogon gayanus* cv. 'planaltina' e *Panicum maximum* cv. 'tanzânia' sob sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.2, p. 348-354, 2013.

OLIVEIRA, H.; URCHEI, M. A.; FIETZ, C. R. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. 52p. (Documentos, 25).

PACIULLO, D. S. C., DE CARVALHO, C. A. B., AROIRA, L. J. M., MORENZ, M. J. F., LOPES, F. C. F., ROSSIELO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573 – 579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. M.; SOUZA SOBRINHO, F.; CARVALHO, C. A. B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.2, p.270-276, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. da. Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 964-974, 2001.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; McMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007.

PEZZONI, T.; VITORINO, A. C.; DANIEL, O.; LEMPP, B. Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvipastoril. **Cerne**, v.18, n.2, p. 293301, 2012.

SARTOR, L. R.; RAMÃO, J.; SILVA, V. P.; CASSOL, L. C.; BRUN, E. J. Resistência mecânica do solo à penetração em sistema silvipastoril após onze anos de implantação. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 231-241, 2020.

SOUSA, D. M. G. S.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Cerrados, 2004, 416 p.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007.

VALLE, C. B., EUCLIDES, V. P. B., PEREIRA, J. M., VALÉRIO, J. R., PAGLIARINI, M. S., MACEDO, M. C. M., LEITE, G. G., LOURENÇO, A. J., FERNANDES, C. D., DIAS FILHO, M. B., LEMPP, B., POTT, A., DE SOUZA, M. A. **O Capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na Diversificação das Pastagens de Braquiária**. Campo Grande, EMBRAPA, 2004. Documentos, 149.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relations to animal nutrition. **Journal of dairy science**, Champaign, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VELÁSQUEZ, P. A. T.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A.; RIVERA, A. R.; DIAN, P. H. M.; TEIXEIRA, I. A. M. de A. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade in vitro de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1206-1213, 2010.

WILSON, J.R. Shade stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

# CAPÍTULO 18

## BIOMASSAS E SEU USO COMO BIOADSORVENTES: UMA REVISÃO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 22/08/2020

### **Graziela Taís Schmitt**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, CEP 93022-750, Rio Grande do Sul, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-7510-3931>

### **Emanuele Caroline Araujo dos Santos**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, CEP 93022-750, Rio Grande do Sul, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0001-6241-4274>

### **Regina Célia Espinosa Modolo**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, CEP 93022-750, Rio Grande do Sul, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0001-7088-2502>

### **Carlos Alberto Mendes Moraes**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, CEP 93022-750, Rio Grande do Sul, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0001-7295-2826>

### **Marcelo Oliveira Caetano**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, CEP 93022-750, Rio Grande do Sul, Brasil.

<http://orcid.org/0000-0002-0920-1971>

Artigo originalmente publicado nos anais do 5º Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, realizado em Porto Alegre – RS, no período de 02/12/2019 a 03/12/2019.

**RESUMO:** A contaminação de corpos hídricos por metais e substâncias orgânicas de origem sintética e natural vem se intensificando em consequência do crescimento populacional e do desenvolvimento industrial acelerado, acarretando em uma crescente preocupação para a sociedade e no maior rigor da legislação. A adsorção é um processo físico químico conhecido no tratamento de efluentes, onde um material tem a habilidade/capacidade de reter em sua superfície, contaminantes presentes em um fluido. A biomassa residual tem ganhado destaque no tratamento de efluentes por ser um material de fonte renovável e de baixo custo, quando comparado com os adsorventes convencionais. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica acerca dos principais bioadsorventes utilizados na adsorção de metais e substâncias orgânicas. Observou-se que biomassas de diversas origens têm sido estudadas, seja na forma in natura, ou após processos que transformam estas biomassas em energia, como carbonização e combustão, produzindo biocarvões e cinzas, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa; Efluente; Bioadsorventes.

### **BIOMASS AND THEIR USE AS BIOADSORBENTS: A REVIEW**

**ABSTRACT:** The contamination of water body by metals and organic substances of synthetic and natural origin has been intensified because of population growth and accelerated industrial development, resulting in a growing concern for society and the stricter legislation. Adsorption is

a physical chemical process known in the treatment of effluents, where a material has the ability / capacity to retain on its surface, contaminants present in a fluid. Residual biomass has gained prominence in the treatment of effluents because it is a material from a renewable source and of low cost, when compared with conventional adsorbents. In this sense, the present work aims to present a bibliographic review about the main bioadsorbents used in the adsorption of metals and organic substances. It was observed that biomasses of different sources have been studied, either in the fresh form, or after processes that transform these biomasses into energy, such as carbonization and combustion, producing biochar and ashes, respectively.

**KEYWORDS:** Biomass; Effluent; Bioadsorbents.

## 1 | INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento desordenado das cidades, várias atividades antrópicas, principalmente as industriais, têm gerado resíduos e efluentes líquidos contendo metais e substâncias orgânicas, as quais causam efeitos adversos ao meio ambiente.

De acordo com Vidal et al. (2014), a grande variedade de poluentes químicos orgânicos e inorgânicos encontrados na água, como metais tóxicos, BTEX, HPA's, ânions, entre outros, estimulou a necessidade de desenvolver tecnologias de tratamento destes contaminantes. Esses poluentes encontram-se em quantidades traço, são resistentes a tratamentos biológicos e processo físico-químicos podem não ser totalmente eficientes para sua remoção.

Somado a isso, a preocupação com a minimização ou reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais vem aumentando. A agricultura é uma das principais atividades econômicas do Brasil, sendo essencial para a produção de alimentos. Estas atividades agroindustriais geram uma elevada quantidade de resíduos que são classificados como biomassa. (Kieling, 2016). De acordo com Lima et al. (2019), o uso de resíduos de biomassa na preparação de materiais como o carvão ativado tem aumentado consideravelmente nos últimos anos.

Esses resíduos são provenientes do beneficiamento do produto de culturas como: cana de açúcar, arroz, crambe, moringa, pinus, pinhão-manso, castanha de caju, castanha do Brasil, açai etc. (Coelho et al., 2014).

Neste contexto, entende-se que a utilização de biomassas residuais como bioadsorventes pode ser uma alternativa promissora na mitigação de impactos ambientais negativos, bem como reduzir os custos de preparação dos adsorventes. Posto isso, o objetivo desse artigo de revisão é abordar os principais resíduos derivados de biomassa utilizados como adsorventes alternativos para tratamento de água e efluentes, promovendo assim, valor ao coproduto.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com Vom Brocke et al. (2009) a pesquisa nada mais é do que um projeto de sinergia, onde novos conhecimentos são acumulados. Em geral, a revisão da literatura é uma técnica de interpretação e associação de conhecimentos existentes, onde o pesquisador se baseia no que foi estudado antes. E, portanto, a qualidade dos trabalhos científicos é definida pelo processo de revisão. (Vom Brocke et al., 2009).

A metodologia de pesquisa deste trabalho consistiu em 5 etapas, onde primeiramente definiu-se 2 palavras-chave a serem utilizadas nos idiomas português e inglês, logo após realizou-se a busca dessas palavras em uma base de dados. Durante a pesquisa, foi delimitada uma relevância de tempo de 6 anos (2013 – 2019) para todos os trabalhos. Como a pesquisa com as palavras-chave *Biomass + Adsorption* gerou muitos resultados, selecionou-se apenas os trabalhos mais atuais e relevantes ao assunto abordado.

O primeiro filtro deu-se pelo título de cada obra e os trabalhos duplicados foram excluídos. Após isso, partiu-se para a etapa de seleção e análise de artigos, onde leu-se os resumos dos mesmos e definiu-se os mais adequados ao assunto. Os artigos considerados enquadrados no tema proposto foram lidos e analisados. Por fim, definiu-se os tópicos a serem abordados no presente trabalho.

O Fluxograma da Figura 1 ilustra a metodologia empregada.

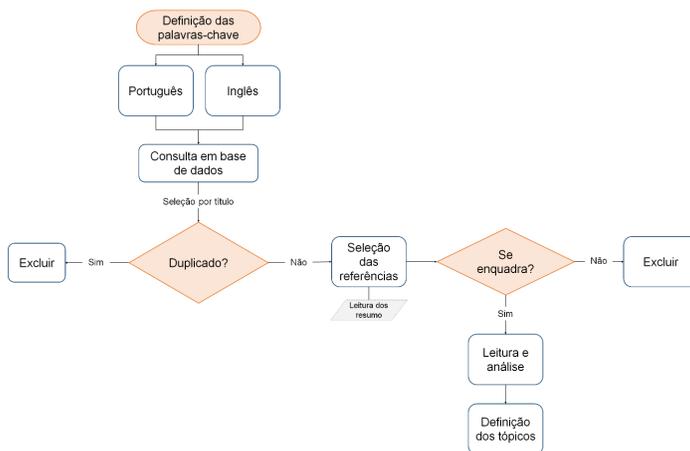


Figura 1 – Metodologia empregada

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 ilustra as palavras-chaves utilizadas, o número de resultados encontrados e o número de trabalhos selecionados.

Base de dados	Palavras-Chave	Resultados	Selecionados
Portal da capes	Biomassa + Adsorção	107	7
Portal da capes	<i>Biomass + Adsorption</i>	52.056	25

Tabela 1 – Número de resultados encontrados e selecionados

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para tópicos introdutórios e conceitos importantes optou-se por utilizar referências mais antigas ou encontradas fora da base de dados escolhida, pois tratam-se de trabalhos importantes para a construção do presente trabalho.

### 3 | RESULTADOS

O termo biomassa abrange todas as formas de material orgânico. Pode ser dividido em duas categorias diferentes: materiais residuais ou cultivos energéticos. Os resíduos de biomassa incluem resíduos agrícolas e florestais, resíduos sólidos urbanos, resíduos de processamento de alimentos e esterco animal, entre outros. (Bedia et al., 2018). Os diferentes tipos de matérias-primas de biomassa estão resumidos na Figura 2.



Figura 2 – Exemplos de biomassas

Fonte: Adaptado Bedia et al., 2018.

Se reaproveitados os resíduos de biomassa podem ser usados como matéria-prima para a síntese de novos produtos, bem como para reduzir o consumo de energia de fontes de combustíveis fósseis não renováveis. Além disso, a utilização destes resíduos também pouparia espaço em aterros e aumentaria o valor agregado da biomassa. (Bedia et al.,

2018).

Por outro lado, a contaminação da água por poluentes orgânicos e inorgânicos, tais como metais tóxicos, BTEX (benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno), HPAs (Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos), contaminantes emergentes, entre outros, desencadeou a necessidade de desenvolver tecnologias no intuito de remover esses poluentes encontrados em efluentes líquidos.

A adsorção é uma operação unitária que envolve o contato entre uma fase fluida (adsorbato) e uma sólida (adsorvente), originando uma transferência de massa da fase fluida para a superfície do sólido ocorrendo a acumulação de uma substância sobre a superfície da outra. (Francischetti, 2004).

Este fenômeno depende tanto das propriedades do adsorbato e do adsorvente, quanto dos fatores externos. Para os adsorventes as principais características são: área superficial, distribuição do tamanho dos poros, teor de cinzas, massa específica, grupos funcionais presentes na superfície e hidrofobicidade do material. A natureza do adsorbato depende da polaridade, tamanho da molécula, solubilidade das espécies, acidez ou basicidade. (Kieling, 2016; Brinques, 2005).

Diante disso, diversos estudos vêm sendo realizados no sentido de avaliar a capacidade de adsorção de biomassas residuais para o tratamento de contaminantes orgânicos e inorgânicos em soluções aquosas.

### **3.1 Adsorção de Metais**

Segundo Ferreira et al. (2015) o elevado custo de tratamento de contaminantes de íons metálicos dificulta o processo. Os mesmos autores estudaram a cinza do bagaço da cana-de-açúcar, como bioadsorvente, avaliando a sua eficiência na remoção  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  presentes no efluente líquido gerado pela indústria de petróleo. Obtiveram uma eficiência de remoção média de 97,3% para o  $\text{Cr}^{3+}$  e 96,4% para o  $\text{Cu}^{2+}$ , e concluíram que este bioadsorvente pode ser aplicado em diversos efluentes líquidos, como a água produzida nos poços petrolíferos. (Ferreira et al., 2015).

Fleck, Tavares e Eying (2015), apresentam alguns bioadsorventes (Figura 3) utilizados para remoção de íons metálicos. Os mesmos, salientam que alguns bioadsorventes podem apresentar eficiência elevada para adsorção de inúmeros metais, contudo, existem muitos bioadsorventes que são específicos para determinados tipos de metais.

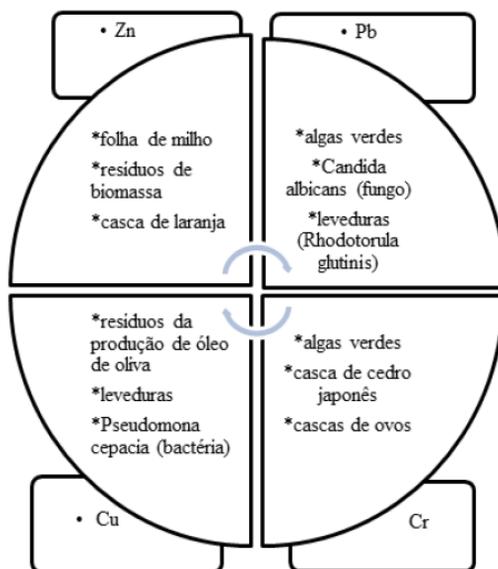


Figura 3 - Bioadsorventes testados para diferentes metais

Fonte: Fleck; Tavares; Eyng, (2015) e Mudhoo; Garg; Wang (2012).

O potencial da biomassa seca das macrófitas *Pontederia rotundifolia* (Pontederiaceae) e *Salvinia biloba* (Salviniaceae) como materiais adsorventes para remoção de íons  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$  de solução líquida foi avaliado por Freitas, Battirola e Andrade (2018). De acordo com os autores, os ensaios cinéticos revelaram que a adsorção foi inicialmente rápida para ambos os adsorventes. Concluíram então, que o adsorvente *S. biloba* é recomendado para remoção de  $\text{Cu}^{2+}$  de soluções, enquanto ambos os adsorventes podem ser indicados para remoção de  $\text{Pb}^{2+}$ .

Resíduos do processamento da mandioca como biossorventes para o tratamento de  $\text{Cu}$  (II) e  $\text{Zn}$  (II) presentes em água foram avaliados por Schwantes et al. (2015). Os autores realizaram primeiramente uma caracterização dos biossorventes, onde avaliaram a morfologia superficial, composição de minerais, grupos funcionais e ponto de carga zero (PCZ). Após isso, avaliaram o potencial de adsorção por técnicas cinéticas, de equilíbrio e termodinâmicas. Por fim, concluíram que os resíduos da mandioca são potenciais adsorventes para descontaminação de  $\text{Cu}$  (II) e  $\text{Zn}$  (II) em água.

Parlayici e Pehlivan (2019), prepararam bioadsorventes a partir da casca de cranberry (CKS), casca de rosa mosqueta (RSS) e casca de banana (BP) para remoção de  $\text{Cr}$  (VI) em soluções aquosas. A caracterização foi realizada por FTIR (Infravermelho com transformada de Fourier) e os ensaios de adsorção foram realizados sob diferentes critérios, como a quantidade de adsorvente, tempo de influência, temperatura, concentração de  $\text{Cr}$  (VI) e

pH. Além disso, modelos cinéticos, isotermas de equilíbrio de adsorção e termodinâmica foram realizados. A eliminação máxima de Cr (VI) da fase líquida teve sucesso em pH 2,0. A remoção ótima de Cr (VI) foi realizada em uma quantidade de biomassa de 10 g/L. Aplicando a equação do modelo de Langmuir, a capacidade máxima de adsorção de Cr (VI) em BP, RSS e CKS foi de 10,42, 15,17 e 6,81 mg/g, respectivamente.

Paz, Garnica e Curbelo (2018), avaliaram a capacidade do bagaço de cana-de-açúcar, modificado quimicamente (tratamento com ácido sulfúrico 1,0 mol/L), para a retenção de íons metálicos de chumbo. Os experimentos realizados pelos autores mostraram que a maior capacidade de absorção foi alcançada na temperatura de 30°C, sendo aproximadamente 4,8 mg de metal adsorvido por grama de adsorvente. O modelo de Langmuir foi o que melhor descreveu o processo de adsorção.

Tovar, Ortiz e Paternina (2015), estudaram a capacidade de bagaço de palma e casca de inhame, in natura e com tratamento ácido, para a remoção de Cr (VI) por adsorção e obtiveram uma melhora na eficiência, com a modificação, de 13-41 mg/g para o bagaço de palma e 22-26 mg/g para a casca de inhame, além disso, concluíram que trabalhar com biomassas em sistemas contínuos obtém-se uma melhoria no processo, por fim determinou-se que o sistema foi favorecido com pH 2 e tamanho de partícula de 1 mm.

A fibra e casca residuais da produção de óleo de palma foram utilizadas para produção de carvão ativado por Ramirez et al. (2017), utilizou-se ZnCl<sub>2</sub> para a ativação e a capacidade de remoção foi verificada utilizando-se azul de metileno em três concentrações: 50, 100 e 150mg/L. Com isso, obtiveram áreas superficiais de 835,3 m<sup>2</sup>/g para a fibra e 575,1 m<sup>2</sup>/g para a casca após a ativação, além de um desenvolvimento de poros bom. Por fim a capacidade de adsorção máxima encontrada foi de 763,4mg/g para a fibra e 724,6 mg/g para a casca.

### **3.2 Adsorção de Orgânicos**

Os compostos orgânicos, tóxicos, bem como os micropoluentes orgânicos oriundos de efluentes líquidos tem causado cada vez mais preocupação. Causadores de sérios riscos à saúde humana, por apresentarem propriedades carcinogênicas, teratogênicas ou mutagênicas, estes compostos possuem altos níveis de toxicidade e sua principal origem vem das atividades industriais. Além disso, estes contaminantes normalmente são resistentes a degradação natural, mantendo-se no ambiente. (Machado et al., 2015).

Honorato et al. (2015), estudaram a capacidade de adsorção de azul de metileno dos resíduos palha de milho e da bainha do palmito pupunha in natura através da caracterização deles. Os referidos autores avaliaram FTIR, MEV (Microscopia Eletrônica de Varredura), ponto de carga zero (PCZ) e testes de adsorção em função do pH e concluíram que os resíduos estudados possuem boas propriedades adsorptivas e podem ser utilizados como material alternativo na remoção do corante.

Enquanto que Wang et al. (2017) produziram biocarvão, em três temperaturas de

pirólise (400, 500 e 600 °C) a partir da palha de arroz. Esse biocarvão foi utilizado para investigar as propriedades de adsorção do 17 $\beta$ -estradiol (hormônio natural). As amostras de biocarvão foram caracterizadas por MEV, FTIR, análise elementar e área superficial por BET. As influências da temperatura de pirólise, concentração 17 $\beta$ -estradiol, pH, força iônica, eletrólito de fundo e ácido húmico também foram estudadas. Os autores concluíram que o biocarvão de alta temperatura exibiu uma melhor capacidade de adsorção para o 17 $\beta$ -estradiol em solução aquosa, quando comparado aos de baixa e média temperatura. Indicando assim, que o biocarvão de palha de arroz de alta temperatura pode ser aplicado para o tratamento de água visando a remoção de 17 $\beta$ -estradiol.

Já Lorenc-Grabowska e Rutkowski (2014), produziram carvão ativado a partir de celulose, serragem e suas misturas com poliestireno e polipropileno por um processo de pirólise de duas etapas seguido por ativação de vapor a 850°C. Esses carvões foram usados para determinar as propriedades de adsorção em relação ao fenol, vermelho do Congo e vitamina B12. O tempo de equilíbrio e a capacidade de sorção de equilíbrio foram determinados. Constataram que a mistura serragem/polipropileno possui alta eficiência de adsorção em relação ao fenol, por outro lado, a mistura de celulose e serragem (a qual passou por duas etapas de pirólise) apresentou alta capacidade de adsorção em relação ao vermelho do Congo e vitamina B12.

Compósitos de biopolímeros (polianilina, amido, polipirrol, quitosana anilina e quitosana pirrol) e casca de amendoim foram utilizados por Tahir et al. (2017) para avaliar a adsorção do corante violeta cristal em água e verificaram que este tipo de mistura pode ser um potencial adsorvente para o tratamento de corantes de efluentes têxteis.

Caprariis et al. (2017), estudaram o tratamento da água residual do processo de pirólise do álamo utilizando o biochar do próprio processo. Testou-se três biocarvões, sendo dois obtidos por diferentes temperaturas (550 e 750°C) e um através da ativação química da biomassa bruta, utilizando-se NaOH. Os resultados obtidos revelaram que a capacidade de adsorção do biocarvão foi ampliada com o aumento da temperatura de pirólise e consequente aumento de área superficial. No entanto, o processo de ativação química mostrou-se ainda melhor, pois possibilitou uma área superficial ainda maior equiparando-se a de um carvão ativado comercial e uma capacidade de adsorção 2,5 vezes maior do que a do mesmo. (Caprariis et al., 2017).

Lima et al. (2019) utilizaram a biomassa residual da casca de castanha do Brasil para o desenvolvimento de carvão ativado, os quais foram utilizados na adsorção de paracetamol para o tratamento de efluentes sintéticos hospitalares. O carvão ativado das cascas da castanha apresentou alta porcentagem de remoção (até 98,83%), além disso, o adsorvente foi regenerado magnificamente até 74% com uma mistura de solução de 0,1 mol L<sup>-1</sup> NaOH + 20% EtOH, podendo ser reutilizado por até quatro ciclos, garantindo o uso sustentável do adsorvente.

## 4 | CONCLUSÕES

Diante de toda a pesquisa encontrada no campo de bioadsorventes para a remoção de poluentes, tanto inorgânicos quanto orgânicos, presentes em águas e efluentes, pode-se perceber que há um grande potencial nesta área de estudo. A pesquisa bibliográfica permitiu verificar que as mais variadas biomassas, das mais variadas origens podem ser utilizadas para um processo relevante e necessário ao nosso dia a dia e para o futuro sustentável da sociedade em que vivemos.

Além disso, outros ganhos ambientais podem ser levantados como: aproveitamento de resíduos, diminuição da quantidade de resíduos em aterros, menor consumo energético para a fabricação de materiais comerciais, dentre outros. A partir dessa revisão, verifica-se que biomassas de diferentes origens são excelentes materiais para a remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos.

Portanto, verifica-se a necessidade de implementar esses adsorventes alternativos em escala industrial, levando em conta a disponibilidade de resíduos de biomassa e os rendimentos do processo global de fabricação.

## REFERÊNCIAS

Bedia, J. et al. 2018. Review on the Synthesis and Characterization of Biomass-Derived Carbons for Adsorption of Emerging Contaminants from Water. *Carbon Research*, v. 4, n. 4, p. 63.

Brinques, G. B. 2005. Adsorção de tolueno de solução aquosa em leito de carvão ativado em planta piloto. 148 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Química) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre.

Coelho et al. 2014. Uso de técnicas de adsorção utilizando resíduos agroindustriais na remoção de contaminantes em águas. *Journal of Agronomic Sciences*, v.3, n. Especial, pp.291-317.

Ferreira, P. P. L. et al. 2015. Adsorção de  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  em efluentes líquidos utilizando a cinza do bagaço da cana-de-açúcar. *Cerâmica*, v. 61, n. 360, p. 435–441.

Fleck, L.; Tavares, M. H. F.; Eyng, E. 2015. Adsorventes naturais como controladores de poluentes aquáticos: uma revisão. *Revista Eixo*, v. 2, n. 1, p. 39.

Francischetti, J. (2004). Remoção de Metais Pesados em Efluentes Líquidos Através da Filtração Adsorviva. 91 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Química), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis.

Honorato, A. C. Et al. 2015. Biossorção de azul de metileno utilizando resíduos agroindustriais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.19, N.7, pp. 705-710

Kieling, A.G. (2016) Adsorção de btex - benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno - em cinza de casca de arroz e carvão ativado. Tese Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais.

Lima, D. R. et al. 2019. Efficient acetaminophen removal from water and hospital effluents treatment by activated carbons derived from Brazil nutshells. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.

Lorenc-Grabowska, E.; Rutkowski, P. 2014. High adsorption capacity carbons from biomass and synthetic polymers for the removal of organic compounds from water. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 225, n. 8.

Machado, C. R. Et al. 2015. Avaliação da adsorção de Fenol e Bisfenol A em carvões ativados comerciais de diferentes matrizes carbonáceas. *Rev. Ambient. Água vol.*, v. 10, n. 12.

Mudhoo, A; Garg, V.; Wang, S. 2012. Removal of heavy metals by biosorption. *Environmental Chemistry Letters*. V.10, n.2, p.109-117, jun.

Parlayici, S., Pehlivan, P. 2019. Comparative study of Cr (VI) removal by bio-waste adsorbents: equilibrium, kinetics, and thermodynamic. *Journal of Analytical Science and Technology*. v. 10, n. 15.

Paz, E. M.; Garnica, A. I. C.; Curbelo, F. D. S. 2018. Estudo da adsorção de chumbo utilizando como adsorvente bagaço de cana-de-açúcar ativado. *Holos*. v.8

Ramirez et al. 2017. Preparación de carbón activado a partir de residuos de palma de aceite y su aplicación para la remoción de colorantes. *Ver. Colomb. Quim.* v. 46, n. 1, p. 33-41.

Schwantes, D., et al. 2015. Removal of Cu (II) and Zn (II) from water with natural adsorbents from cassava agroindustry residues. *Acta Scientiarum Technology*. v. 37, N. 3, pp. 409-417.

Silva, R. C. O; Oliveira, R.; Rocha, D. C. 2012. Utilização de casca de jabuticaba (*plinia sp.*) como adsorventes na remoção de cromo (vi): planejamento fatorial, cinética e estudo de equilíbrio. *Tecnológica*, v. 16, n.1, p. 19-24.

Tahir, N., Bhatti, H. N., Iqbal, M., Noreen, S. 2017. Biopolymers composites with peanut hull waste biomass and application for Crystal Violet adsorption. *International Journal of Biological Macromolecules*. V. 94, pp. 210-220.

Tovar, T. C.; Ortiz, V. A.; Paternina, R. E. H. 2015. Cinética de adsorción de Cr (VI) usando biomazas residuales modificadas químicamente en sistemas por lotes y continuo. *Rev. ion.* v. 28, n. 1, p. 29-41.

Wang, X. et al. 2017. Adsorption removal of 17 $\beta$ -estradiol from water by rice straw-derived biochar with special attention to pyrolysis temperature and background chemistry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 14, n. 10, p. 1–17.

## O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO ATRAVÉS DO PROCESSO DE GASEIFICAÇÃO MODULAR

**Genilson Jacinto Pacheco**

Universidade Católica do Rio de Janeiro.

**Ana Ghislane Henriques Pereira Van Elk**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

**Tácio Mauro Pereira de Campos**

Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) – Rio de Janeiro (RJ).

**Daniel Luiz de Mattos Nascimento**

Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO) – RJ.

**RESUMO:** Este estudo tem por objetivo analisar uma unidade que utiliza o processo de decomposição térmica de resíduos ou qualquer biomassa como fonte de geração de energia. Para isso, elaborou-se um estudo de caso com fundamentação teórica sobre a geração dos RSU no Brasil, e as formas de tratamento. Trata-se de uma pesquisa descritiva e qualitativa, em que o universo pesquisado envolveu a análise de um equipamento que coleta, tritura e alimenta os resíduos em um forno anaeróbico sem presença de oxigênio, gerando pela síntese dos materiais incinerados, um gás combustível composto principalmente por: Hidrogênio ( $H_2$ ), Monóxido de Carbono ( $CO_2$ ) e Metano ( $CH_4$ ). Nesse processo, esta tecnologia se apresenta como uma solução ecológica que transforma resíduos em energia através da Usina Gaseificadora Modular (UGM). Os resultados demonstraram a

viabilidade de utilização do equipamento para a produção de energia elétrica. Nesse estudo, foi analisada e avaliada a tecnologia do processo de gaseificação modular, um processo inovador com viabilidade para solucionar os problemas causados pelo lixo.

**PALAVRAS - CHAVE:** Aproveitamento Energético. Resíduos Sólidos Urbanos. Usina Gaseificadora Modular. Tratamento de Resíduos. Meio Ambiente.

### ENERGY RECOVERY THROUGH THE MODULAR GASIFICATION PROCESS

**ABSTRACT:** This study aims to analyze a unit that uses the thermal decomposition process of waste or any biomass as a source of energy generation. For this, a case study with theoretical basis was elaborated about the generation of MSW in Brazil, and the forms of treatment. This is a descriptive and qualitative research, in which the researched universe involved the analysis of an equipment that collects, grinds and feeds the waste in an anaerobic furnace without oxygen, generating by the synthesis of the incinerated materials, a fuel gas composed mainly by: Hydrogen ( $H_2$ ), Carbon Monoxide ( $CO_2$ ) and Methane ( $CH_4$ ). In this process, this technology presents itself as an ecological solution that transforms waste into energy through Modular Gasification Plant (MGP). The results demonstrated the feasibility of using the equipment for the production of electric energy. In this study, the technology of the modular gasification process was analyzed and evaluated, an innovative process with feasibility to solve the problems caused by garbage.

**KEYWORDS:** Energy Utilization. Urban solid

## 1 | INTRODUÇÃO

O processo de expansão econômica de um país vincula-se a um aumento da oferta de eletricidade gerada por investimentos aplicados no setor energético e que, por conseguinte, aumento do consumo (BORGES, BORGES e FERREIRA FILHO, 2012). Partindo desse princípio, (LOPES e TAQUES, 2016), afirmam que o desenvolvimento socioeconômico de um país está diretamente vinculado à evolução de seu setor energético, na medida em que a energia é o insumo básico para a melhoria de vários fatores essenciais como saúde, educação, alimentação e saneamento. Nesse sentido, a efetivação de energias renováveis, como a biomassa, em substituição a novas hidrelétricas que estão previstas para o futuro, o Brasil a longo prazo economizará recursos financeiros e reduzirá significativamente seus impactos, (FREITAS e FREITAS, 2018).

Para (LEITE e BELCHIOR, 2014), as externalidades ambientais influenciam diretamente a atividade econômica, devendo o Poder Público utilizar mecanismos que orientem e estimulem o empreendedor para a transformação e a reciclagem de produtos, bem como para o incremento de novas tecnologias para o aproveitamento energético dos RSU. Dentre estes instrumentos econômicos, a PNRS destaca a utilização de incentivos fiscais, financeiros e creditícios, o que comprova que a gestão ambiental não se limita ao órgão ambiental, mas deve partir de um diálogo Inter Setorial entre as pastas envolvidas. Segundo (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2014), em qualquer caso, é certa a necessidade de eliminar os lixões, com vistas ao aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbano (RSU) e, de se dispor de informações sobre a composição do RSU para seu melhor aproveitamento.

Dessa maneira, (BERTICELLI, PANDOLFO e KORF, 2017), afirmam que o tratamento de RSU pode ser compreendido como uma série de procedimentos físicos, químicos e biológicos que têm por objetivo diminuir a carga poluidora no meio ambiente, reduzir os impactos sanitários negativos do homem e obter o beneficiamento econômico do resíduo. Seguindo essa linha (MAZZER e CAVALCANTI, 2004) apontam que para haver o equacionamento da solução dos problemas gerados pelos resíduos, essas etapas têm que estar intrinsecamente ligadas. Dessa forma, as tendências e evoluções das inovações tecnológicas que acompanharam as necessidades energéticas, materiais e ambientais em resposta às demandas da população, crescimento, culturas e economias, tendo como base legislações claras e objetivas, implantadas progressivamente ao avanço das tecnologias, sensibilização social e educação de suas sociedades, (JUCÁ, DE LIMA, *et al.*, 2014).

De acordo com (AMBIENTE, 2011), a situação do Brasil passa por sérios problemas ocasionados por falta de gestão política e estratégia de processos orçamentários públicos para a resolução eficaz do tratamento dos resíduos. Dessa maneira (BROLLO e SILVA,

2001), apontam que os gestores dos municípios brasileiros, conforme a legislação vigente é responsável pelo tratamento do lixo urbano, dessa forma, os mesmos não estão conseguindo atender o marco regulatório estabelecido pela Lei nº 12.305/2010, PNRS, que determina que todo material produzido pelas atividades domésticas e comerciais que serão possíveis de coleta pelos serviços de limpeza pública, devem ser encaminhados para destinação final apenas quando foi esgotado todas as possibilidades de reaproveitamento, seja por meio de reciclagem, da reutilização, da compostagem ou da geração de energia. Quando não existir tecnologias viáveis os resíduos devem ser destinados a aterros sanitários. De todo o lixo produzido no Brasil, 30% tem potencial para ser reciclado, porém apenas 3% deste total é efetivamente reciclado.

Nessa conjuntura, (REIS, CONTI e CORRÊA, 2015) destacam que é preciso direcionar e envolver o planejamento dos processos inovadores em debates nacionais e internacionais para que se possa discutir a possibilidade de aproveitar energia a partir do lixo. Entretanto, (SILVA, SOBRINHO e SAIKI, 2004) atenta sobre o uso da gaseificação dos RSU no Brasil é uma prática pouco difundida, principalmente por tecnologia que demanda divulgação dessa prática. Levar alternativas às cidades que estão em busca de soluções para um dos grandes problemas enfrentado no mundo, e com isso, sustentar a ideia que é possível aproveitar energia a partir do lixo, com uma tecnologia 100% brasileira.

Neste sentido, este estudo pretende questionar de que forma a Usina Gaseificadora Modular poderá contribuir para a sustentabilidade do lixo. O estudo se insere como objetivo analisar o processo de gaseificação modular como forma de aproveitamento energético dos RSU.

## 1.1 Referencial Teórico

### 1.1.1 *Geração dos Resíduos Sólidos no Brasil*

Conforme (NASCIMENTO, SOBRAL, et al., 2015), os problemas relacionados à forma de apropriação e destruição da natureza no processo de desenvolvimento econômico vivenciado por diversas nações. É perceptível a necessidade de analisar um dos grandes problemas da atualidade, qual seja, o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos e os problemas decorrentes da falta de um gerenciamento adequado destes. Entretanto, a produção de resíduos sólidos não tem recebido o devido destaque. Seu crescimento não se deve apenas ao rápido crescimento populacional e as mudanças nos hábitos de consumo que causaram um aumento considerável na geração de resíduos sólidos, e as quantidades de resíduos destinados à maiores impactos ambientais, principalmente em países desenvolvidos, (RODRIGUES e DANTAS, 2018).

Nesse contexto, o mundo se depara com um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no Século XXI, é como lidar com a quantidade de resíduos gerada diariamente nos grandes centros urbanos (SOARES, MIYAMARY e MARTINS, 2017). A população

brasileira apresentou um crescimento de 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração per capita de RSU apresentou aumento de 0,48%. A geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período, atingindo um total de 214.868/t diárias de RSU no país (ABRELPE, 2017). Dessa quantidade, aproximadamente 59,1% do coletado, disposto em aterros sanitários. O restante, que corresponde 40,9% dos RSU coletados, foram despejados em locais inadequados por 3.352 municípios brasileiros, totalizando mais de 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações, veja na tabela 1.

Regiões	Total Municípios	População Total/2017	Total RSU Gerado (t/d)	Total RSU Coletados (t/d)	Geração Per capita
Norte	450	18.182.253	15.634	12.710.442	0.872%
Nordeste	1.794	56.760.780	55.492	43.894.172	0.969%
Centro Oeste	467	16.085.885	15.519	15.426,2	0.978%
Sudeste	1.668	87.711.946	105.794	103.783.914	1.217%
Sul	1.191	29.754.036	22.429	21.329.979	0.757%
Brasil	5.570	208.494.900	248.999.204	181.733.933	100%

Tabela 1 Panorama da Geração dos RSU no Brasil

Fonte: (ABRELPE, 2017).

## 1.2 Coleta Seletiva

Para (R. JACOBI e BESEN, 2006), a coleta seletiva, apesar de não ser a única solução para a problemática dos resíduos sólidos, promove o hábito da separação do lixo na fonte geradora para o seu aproveitamento, a educação ambiental voltada para a redução do consumo supérfluo e do desperdício, a prevenção e controle das doenças decorrentes da gestão inadequada do lixo, a geração de emprego e renda, a melhoria da qualidade da matéria orgânica para a compostagem, a economia de recursos naturais e a valorização de bens econômicos, e materiais recicláveis. Seguindo essa mesma linha de pensamento (PEREIRA e CURTI, 2013), afirmam que a coleta seletiva é uma etapa fundamental para a eficiência do sistema de gestão integrada de resíduos sólidos e, essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A implantação do sistema é justificada pelas externalidades positivas decorrentes do ganho ambiental gerado pelo aproveitamento dos resíduos recicláveis, (RODRIGUES e SANTANA, 2012). Abaixo a tabela 2, apresenta o índice de municípios com coleta seletiva de seus resíduos.

Região	Coleta seletiva	Índice coleta %
Norte	450	80,23%
Nordeste	1.794	78,22%
Centro-Oeste	467	93,05%
Sudeste	1.668	97,09%
Sul	1.191	94,07%
Brasil	5.570	90,41%

Tabela 2 Índice de municípios com iniciativas de coleta seletiva

Fonte: (ABRELPE, 2017).

Dessa forma (BRINGHENTI e GÜNTHER, 2011), afirmam que a participação social depende do perfil socioeconômico e cultural da população, com destaque para aspectos como grau de instrução e acesso à educação não formal.

### 1.3 Tratamento dos Resíduos Sólidos no Brasil

De acordo com (NASCIMENTO, SOBRAL, *et al.*, 2015), os resíduos sólidos urbanos podem ser tratados por meio de técnicas como: gaseificação, pirólise, incineração, plasma, compostagem, reciclagem e digestão anaeróbica. Estes tratamentos apresentam algumas vantagens e desvantagens e podem ser utilizados paralelamente. Com isso, (ANDRADE e FERREIRA, 2011), destacam que independentemente do tratamento ou técnica a ser utilizada, é necessário realizar a caracterização da composição gravimétrica dos resíduos.

E conseqüentemente o tratamento e a gestão dos resíduos devem ser observados com cautela e planejamento, principalmente devido ao impacto sobre o meio ambiente, abaixo a tabela 3 apresenta os tipos de tratamentos disponíveis no Brasil.

Tratamentos	Processos	Evolução	Produtos	Inovação
Triagem	Físico	Coleta Seletiva, Tratamento Mecânico-Biológico (TMB).	Matéria-Prima para Reciclagem e Energia	Recuperação dos resíduos (Waste to Resources-WTR) Energia derivada dos resíduos (Waste to Energy-WTF)
Biológico	Biológico	Biodigestores, Anaeróbios, Compostagem	Composto Orgânico e Energia	Agricultura e Energia derivada dos resíduos (Waste to Energy-WTE)

Incineração	Físico-Químico	Tratamento Térmico	Vapor e Energia elétrica	Energia derivada dos resíduos (Waste to Energy-WTE)
Aterros Sanitários	Físico, Químico e Biológico	Reator Anaeróbio, Tratamento da M. Orgânica	Biogás (Energia) e lixiviado	Energia derivadas dos resíduos (Waste to Energy-WTE) e Fertilizantes
Mecânico	Físicos	Reciclagem	REEE	Separação da fração física Classificação
Térmico	Secagem; Pirólise e Gaseificação.	Incineração; Plasma	Matéria-orgânica	Gás de Síntese
Usina Gaseificadora Modular	Gaseificação	Forno Anaeróbico	Biomassa	Gás de Síntese

Tabela 3 Tipos de tratamento do lixo no Brasil

Fonte: Adaptado, (ARDILA, 2015).

#### 1.4 Solução inovadora: Aproveitamento energético a partir do lixo, processo de gaseificação modular.

Na pesquisa de (KINTO, GALVÃO, *et al.*, 2002), abordam o princípio no qual estudiosos de diversos países estão empenhados em desenvolver novas tecnologias que visem substituir uma parcela razoável de combustíveis fósseis, por combustíveis alternativos. Dessa forma, (MACHADO e MORAES, 2004), destacam que não há alternativa única de tratamento e sim alternativa que podem resultar em composições mais ou menos adaptadas a uma situação. Para tanto, a ideia de utilizar o processo de gaseificação modular é produzir gás combustível a partir do tratamento do lixo (RSU) e sustentar o princípio do aquecimento dos resíduos em uma atmosfera pobre em oxigênio e sem contato com fogo, ocasionando a gaseificação dos resíduos.

Este processo chega a reduzir o volume de resíduos em 97% frente ao volume inicial e gera uma mistura de gases combustíveis ( $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ) com pequeno percentual de gases aromáticos e como subproduto cinzas e materiais inorgânicos que não se degradam com a tecnologia utilizada (metais, vidros, entre outros). A trituração tem a intenção de diminuir o tamanho das partículas dos resíduos, de forma a aumentar a eficiência do processo. Após a trituração, o resíduo permanecerá retido em uma Moega de onde será retirado com o auxílio de uma esteira enclausurada, em seguida é transportada da unidade até o forno (reator). O controle de admissão de resíduos triturados ao forno é realizado com o auxílio de uma guilhotina automática. O forno possui três camadas; gaseificação, queima dos gases e a camada externa, é o isolamento que evita a perda de calor do sistema.

O gás gerado no forno é direcionado a um ciclone, onde é retida as cinzas e outros

materiais carregados pelo gás, e em seguida o gás passa por um filtro de carbono ativado. Em seguida o gás é dividido em duas correntes, um Booster que pressurizará o gás armazenando em um tanque, sendo direcionado ao queimador do forno, substituindo o gás liquefeito (GLP). Na segunda corrente direciona o gás gerado a um catalisador para converter todo o gás, a uma mistura composta apenas por gás carbônico e água.

Na sequência do catalisador, a corrente de gás é juntada aos gases provenientes da Câmara de Combustão do forno, não antes de esta passar por um catalisador semelhante ao existente na outra corrente. E por fim, a corrente de gás será inserida na linha de combustível do queimador da Câmara de Combustão, onde é queimada e em seguida tratada (lavador venturi, bateria de lavadores ácidos e filtro de carvão ativado), todos esses já instalados no local, sendo por fim lançados à atmosfera. Cabe salientar que a temperatura na câmara de gaseificação deverá ficar na faixa dos 600°C da câmara de pós-queima que deverá operar sempre em uma temperatura acima dos 850 °C.

Já as cinzas e os materiais inorgânicos que não se degradam com a tecnologia utilizada (metais, vidros, entre outros), são direcionados a um depósito instalado abaixo do forno da unidade. Local esse que também se encontra o depósito de líquidos percolados que são coletados na parte inferior das esteiras de transporte e em seguida, com o auxílio de uma bomba, inseridos na entrada do forno para que também passem pelo processo de gaseificação.

Todos os componentes e equipamentos estão conectados a um computador central, instalado na cabine do caminhão, com sistemas de controle e monitoramento das atividades intrínsecas que ocorrem no interior da UGM. Além de permitir, através de GSM/GPRS, os controladores administrativos identifiquem sua localização e atividade, tendo como finalidade promover a segurança global para o operador e a população em geral, que estará próxima ao local por onde o equipamento irá trafegar. Este computador central, é monitorado pelo operador da UGM, que terá expertise suficiente para acompanhar todas as atividades que ocorrem no interior do caminhão, e tomar as medidas cabíveis em caso de emergência. O Software aplicativo também tem a incumbência de enviar para uma aplicação externa todas as informações a serem gerenciadas remotamente.

Todo o sistema possui válvulas de segurança para evitar possíveis acidentes. Parte do processo é submetido a combustão, para a manutenção contínua do processo e o restante é usado para movimentar uma turbina acoplada a um gerador elétrico de baixa velocidade, essa tecnologia tem baixo custo de implementação. A unidade básica tem capacidade de tratar 36/t/d de RSU, de qualquer biomassa, divididos em três turnos, 7 dias por semana, 365/d por ano com uma geração de 5 Mw. Em contribuição aos poderes públicos, agentes públicos e sociedade em geral na identificação, desenvolvimento e operação de soluções tecnológicas que atendam a eliminação do lixo urbano, a Usina Gaseificadora Modular (UGM), através da sua decomposição térmica, permiti a Geração de Energia Elétrica, veja na figura 1 abaixo;

1. **Elevador elétrico-caçamba:** transporta a Biomassa até a moega que abastece o triturador com capacidade de até 1.500 kg/h;
2. **Triturador:** Tritura os resíduos sólidos urbanos;
3. **Reator anaeróbico:** Processa o gás de Síntese gerado pelos resíduos de lixo;
4. **Lavador de gás e condensador:** Lava e desumidifica o gás gerado no reator, após esta etapa obtém o Syngas.
5. **Depósito de cinzas:** Armazena até 1m<sup>3</sup> de cinzas gerada no forno e outros materiais;
6. **Gerador:** Geração de energia para todos os equipamentos e componentes;
7. **FLARE:** Queima os gases excedentes.

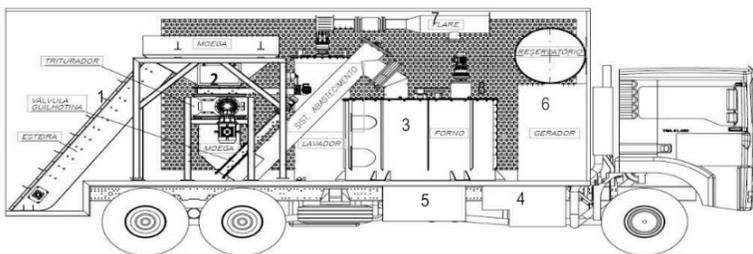


Figura 1 Ilustração do Projeto Caminhão  
 Fonte: Usina Gaseificadora Modular, (2020).

De acordo com (ROGOFF e GARDNER, 2015) o transporte do lixo e sua evolução permitiu a mudança do uso de caminhões convencionais para tecnológicos, que facilitou o melhor manuseamento e o menor impacto aos trabalhadores. Os caminhões de lixo foram desenhados especificamente para a coleta desde a década de 40, tornando a coleta de resíduos municipais mais eficiente. Os programas de coleta de resíduos sólidos estão evoluindo na medida em que o lixo coletado e os níveis de serviços são fornecidos aos clientes. Essas tendências estão as tensões de “fazer mais com menos” por prestadores de serviços públicos e privados. A tecnologia está sendo adotada por muitas agências para se tornar mais eficiente, reduzir custos aos seus clientes e reduzir os impactos.

## 2 | METODOLOGIA

Este estudo, conforme explicitado na seção introdutória, o universo de investigação envolve a Usina Gaseificadora Modular que tem por objetivo de obter o “combustível Syngas” para a geração de energia elétrica, e viabilidade econômica para sua implementação. Para

isso, baseou-se em uma estratégia qualitativa de pesquisa, de caráter descritivo, (GODOY, 1995). Neste contexto, foi elaborado um questionário com questões abertas e da mesma forma aplicada aos responsáveis envolvidos com o processo da empresa.

Para a revisão bibliográfica, foi feito uma busca de artigos científicos na base de dados scielo, google acadêmico, durante um período de 4 meses, compreendidos entre fevereiro a junho de 2019 para estudos recentes sobre o aproveitamento energético a partir do lixo. A maior parte dos artigos selecionados concentra-se nos anos de 2000 até 2018, que as seguintes temáticas, geração e coleta de RSU, cujos autores estão descritos na figura 2.

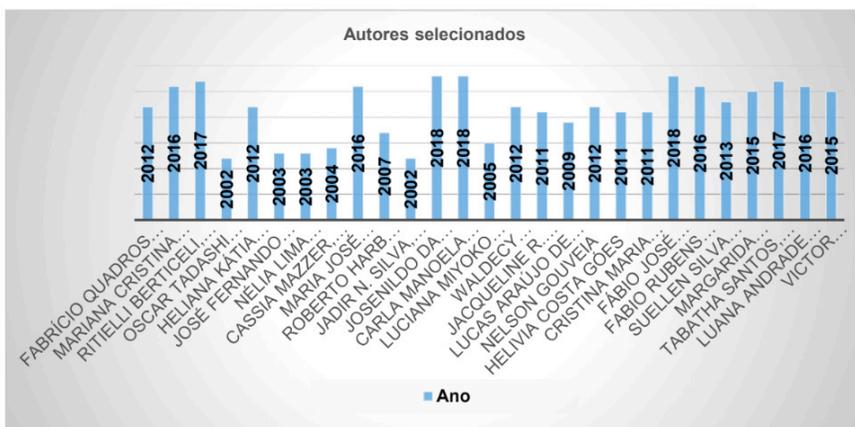


Figura 2: Autores pesquisados

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Neste contexto, foi elaborado um questionário composto de 8 perguntas e aplicado aos funcionários da empresa responsáveis pelo processo.

<b>Questionário</b>	O que acontece com o material coletado pela empresa?
	O que pode ser feito com o gás produzido?
	Quais os tipos de resíduos que podem ser processados?
	O custo do lixo tratado é superior aos outros tipos de tratamento existente?
	E de que forma a tecnologia poderá impactar diretamente na sustentabilidade do lixo?
	E porquê o processo adotado pela UGM trará benefícios para o meio ambiente e sociedade?
	Quais as oportunidades e desafios nesta prática quando se trata de uma tecnologia inovadora?
	Qual o maior desafio enfrentado em seu ramo de atuação?

Tabela 4 Questionário

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

### 3 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

#### 3.1 Geração dos resíduos sólidos e a coleta domiciliar no Brasil

Para análise e discussão da geração dos resíduos sólidos e a coleta domiciliar, foram utilizados estudos realizados com esta temática no Brasil. Para (CAMPOS, 2012), a geração per capita e a geração dos RSU tem a ver com o desenvolvimento econômico do país. Para este ano de 2019, a figura 3 apresenta um cenário com crescimento na geração dos resíduos em todas as regiões. Com destaque para as regiões Sudeste e Nordeste por concentrarem maior contingente populacional e consequentemente maior geração de resíduos. Em contrapartida, os resíduos coletados nas duas regiões são inferiores ao que são gerados.

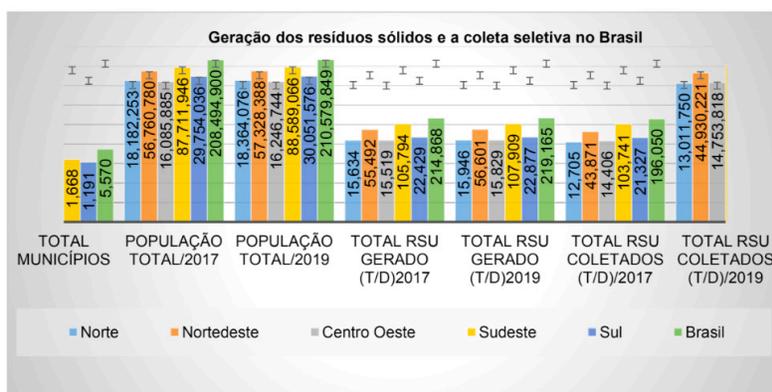


Figura 3 Análise dos resíduos sólidos no Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 3.2 Usina Gaseificadora Modular a solução inovadora

A análise a seguir apresentada na tabela 5 foram coletadas através dos questionários apresentados aos funcionários da empresa. A tabela compara os custos dos serviços de limpeza urbana entre a tecnologia da UGM com os meios tradicionais, que resumem basicamente em: (i) operação e manutenção dos veículos e equipamentos de coleta e transporte (Exemplo: combustível, pneus, lubrificantes, licenciamento e IPVA, seguros, depreciação, etc.); (ii) mão de obra de operação e administração (salários, leis sociais e benefícios); (iii) uniformes e equipamentos de segurança individuais (EPI). Destaca-se vantagens da tecnologia por tratar e a dispor os resíduos e, também por utilizar o gás gerado no processo em todo o percurso da coleta como combustível.

Descrição dos Itens	R\$ - Caminhão UGM	R\$ Caminhão Tradicional
Receita Bruta (Principais)	361.842	222.768
Coleta e Transporte de Resíduos Sólidos de Saúde - RSS	243.594	162.396
Tratamento/Descontaminação e Disposição de Resíduos	90.558	60.371
Gás Combustível	17.160	0
Cinzas	10.530	0
(-) Dedução sobre vendas (Impostos)	-29.490	-18.156
Receita Líquida	332.352	204.162
(-) Custos (Direitos) Produtos e serviços	-143.534	-124.980
Despesas com Pessoal (Coleta de Resíduos)	-84.173	-63.391
Combustível (Caminhão)	0	-13.268
Pneus (Caminhão)	-718	-1.076
Lubrificação e Lavagens (Caminhão)	-468	-702
Manutenção (Caminhão)	-11.250	-5.100
Licenciamento, Seguros e IPVA (Caminhão)	-3.466	-1.617
Tratamento / Descontaminação e Disposição de Resíduos	0	-27.612
Depreciação /Amortizações (Caminhão)	-26.300	-7.633
Custo Capital Investido (Caminhão)	-15.960	-4.580
(-) Despesas administrativas gerais	-21.460	-21.470
Margem de contribuição (Bruta-EBIT)	167.368	58.162

Tabela 5 Resultado econômico da tecnologia UGM

Fonte: Usina Gaseificadora Modular (2019).

A análise econômica da tabela acima, destaca-se a geração do gás combustível com 300 m<sup>3</sup> por turno comercializável as distribuidoras de combustíveis a R\$ 1,10 por m<sup>3</sup>, a energia 1,5 Megawatts por hora comercializáveis a R\$ 150,00 MW as cinzas 270 kg por turno comercializáveis a 0,50 kg. O diesel zero de custo de consumo, pois representa uma economia de R\$ 255,15 de litros por turno, isto é, 135 litros comparativamente com os gastos dos caminhões de coleta e compactação de resíduos tradicionais, a tecnologia da UGM é alimentada pelo próprio gás gerado, os lubrificantes, pneus e lavagem totalizam 40% de redução de gastos de consumo, outra vantagem é não precisar destinar os resíduos em aterros sanitários.

A figura 4 apresenta de forma ilustrativa o fluxograma da geração de energia a partir do lixo (Biomassa). Como resultado, produz gases que inicialmente são lavados e como resultado final é obtido o Syngas constituído de Metano (CH<sub>4</sub>), Monóxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) e Hidrogênio (H<sub>2</sub>). O Syngas gerado pode ser utilizado para outros fins inclusive na síntese do metanol, veja abaixo;

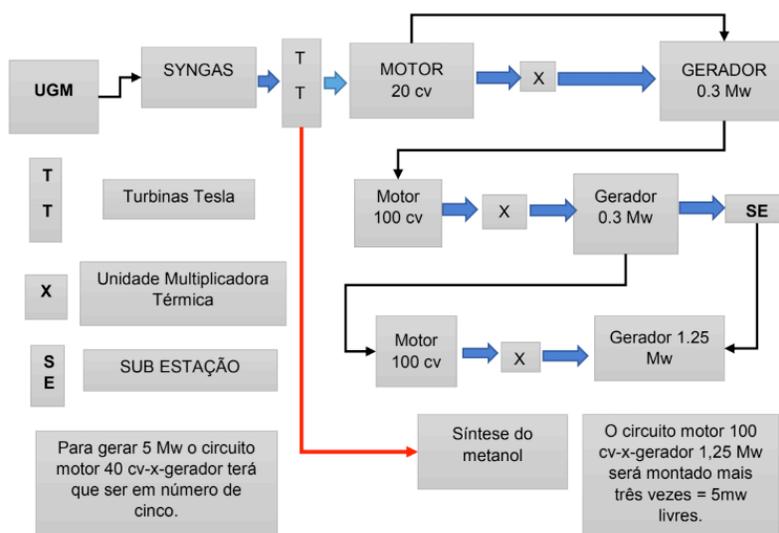


Figura 4 Produção do Syngas

Fonte: Usina Gaseificadora Modular (2019).

Os dados aqui apresentados e discutidos permitem conferir o estágio de evolução do tratamento de resíduos no Brasil e os desafios existentes para o cumprimento das determinações da PNRS. O que se observa através dos dados apresentados é que não existe uma perspectiva de diminuição em termos absolutos ou do valor per capita da geração dos RSU no Brasil, e este fato já contradiz com a hierarquia da gestão de resíduos recomendada pela PNRS. De acordo com a PNRS deve-se priorizar a redução dos resíduos, antes de

seu reaproveitamento e reciclagem. A coleta dos resíduos é um dos itens do sistema de limpeza urbana que alcançou um alto percentual de abrangência, principalmente nas áreas urbanas. No entanto, precisa ser ampliada para atingir a universalização. Com relação ao tratamento dos RSU ainda é bastante incipiente, pois além dos custos de implantação, operação e manutenção de uma unidade de tratamento, incluem os gastos relativos à execução de obras civis, aquisição de equipamentos, e projetos executivos e taxas de licenciamento.

## 4 | CONCLUSÃO

É inegável que houve avanços no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, porém, não foi suficiente para que as mudanças propostas pela PNRS fossem cumpridas e para que se estabeleça uma gestão eficaz e sustentável ao meio ambiente e sociedade.

A maior parte dos municípios brasileiros tem dificuldades para atender a Lei da PNRS, que recomenda a disposição dos resíduos em aterros sanitários depois de esgotada todas as possibilidades de seu reaproveitamento. Neste sentido, a tecnologia apresentada proporciona baixo custo, não produz impactos ambientais, leva à produção de energia verde, e promove a inclusão social. Para a implementação desta tecnologia de modo a atender aos municípios não é necessárias grandes estratégias de negócios, como também de altos investimentos, nesse contexto as parcerias públicas privadas são essenciais para melhorar os problemas da gestão de resíduos.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Associação Brasileira de Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, p. 1-74. 2017.

AMBIENTE, M. M. Guia para elaboração dos Planos de Gestão de resíduos sólidos. [https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/\\_arquivos/guia\\_elaborao\\_plano\\_de\\_gesto\\_de\\_resduos\\_rev\\_29nov11\\_125.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/guia_elaborao_plano_de_gesto_de_resduos_rev_29nov11_125.pdf), Brasília-DF, 2011.

ANDRADE, R. M. D.; FERREIRA, A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil Frente às questões da Globalização. **Rede Revista eletrônica do Prodem**, v. 6, n. 1, p. 7-22, Março 2011.

ARDILA, C. **Gaseificação da Biomassa para a Produção de Gás de Síntese e Posterior Fermentação para Bioetanol: Modelagem e Simulação do Processo**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2015.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos perspectivas e desafios. **Gestão sustentável ambiental**, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 711-744, outubro-março 2017.

BORGES, F. Q.; BORGES, F. Q.; FERREIRA FILHO, H. R. Modelo de Indicadores de Sustentabilidade

de Energia Elétrica para o Setor comercial paraense. **XXXVI Encontro da ANPAD**, Rio de Janeiro, 22-26 Setembro 2012. 15.

BRINGHENTI, J. R.; GÜNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Vitória, v. 16, p.21-430, Agosot 2011. ISSN 4.

BROLLO, M. J.; SILVA, M. Política e Gestão Ambiental em Resíduos Sólidos. Revisão e Análise sobre a atual situação no Brasil. **21 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, Janeiro 2001. 1-28.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos no Brasil. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Brasília, v. 17, p. 171-180, Agosto 2012. ISSN 2.

FREITAS, J. D. S.; FREITAS, J. D. S. Matriz energética amazônica: Convencional ou Renovável? **Revista Observatório de la Economía Latinoamericana**, Blumenau, p. 1-8, Dezembro 2018.

GODOY, S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-3, 1995.

JUCÁ, J. F. et al. **Análise das Diversas Tecnologia de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Universidade Federal de Pernambuco Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Jaboatão dos Guararapes. 2014. (978-85-60917-36-5).

KINTO, T. et al. Energia da gaseificação de biomassa como opção energética de desenvolvimento limpo. **SciELO Proceeding**, São Paulo, p. 1-6, 2002.

LEITE, J. R. M.; BELCHIOR, G. P. N. **Resíduos Sólidos e Políticas Públicas Diálogo entre Universidade Poder Público e Empresa**. Florianópolis. 2014.

LOPES, M. ; TAQUES, H. O desafio da energia sustentável no Brasil. **Revista cadernos de Economia**, , Chapecó, v. 20, p. 71-96, 2016.

MACHADO, L.; MORAES, L. R. S. RSSS: Revisitando as soluções adotadas no Brasil para tratamento e disposição final. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 9, p. 55-64, jan/mar 2004. ISSN 1.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, A. Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos. **Infarma**, v. 16, 2004. ISSN 11-12.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Minas e Energia. Rio de Janeiro. 2014.

NASCIMENTO, F. et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 10, n. 4, p. 889-902, 27 Abril 2015.

NASCIMENTO, F. et al. Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Ambiente & Água** -, Taubaté, v. 10, p. 889-902, Outubro 2015. ISSN 4.

PEREIRA, S.; CURI, R. C. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. **Scielo Books**, Campinas Grande, p. 149-172, 2013.

R. JACOBI, P.; BESEN, G. R. Gestão de Resíduos Sólidos na região metropolitana de São Paulo. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 90-104, abril 2006.

REIS, F.; CONTI, D.; CORRÊA, M. Gestão de Resíduos Sólidos: Desafios e Oportunidades para a cidade de São Paulo. **RISUS- Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v. 6, n. 2015, p. 77-96, dezembro 2015. ISSN 3.

RODRIGUES, C. M. C.; DANTAS, C. A perspectiva discente sobre os resíduos sólidos em uma escola do semiárido nordestino. **Ambiente e Educação**, Ceará, v. 23, 2018. ISSN 1.

RODRIGUES, W.; SANTANA, C. Análise econômica de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos: o caso da coleta de lixo seletiva em Palmas, TO. **Brasileira de Gestão Urbana**, v. 4, p. 299-312, Julho-Dezembro 2012. ISSN 2.

ROGOFF, ; GARDNER, R. MSWMANAGEMENT. [www.mswmanagement.com](http://www.mswmanagement.com), p. 5, Junho 2015. Acesso em: 15 2019 2019.

SILVA, J. N.; SOBRINHO, J. C.; SAIKI, E. T. Utilização de biomassa na secagem de protos agrícolas via gaseificação com combustão adjacentes dos gases produzidos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, p. 405-411, maio-agosto 2004. ISSN 2.

SOARES, F. R.; MIYAMARY, E. S.; MARTINS, G. Desempenho ambiental da destinação e do tratamento de resíduos sólidos urbanos com reaproveitamento energético por meio da avaliação do ciclo de vida na central de Tratamento de Resíduos-Caieiras. **Scielo**, v. 22, p. 993-1003, Outubro 2017. ISSN 5.

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL ANTIGA COM A SUBSTITUIÇÃO DOS CONDUTORES

Data de submissão: 05/08/2020

### Janaria Candeias de Oliveira Carminati

Engenharia Elétrica  
Linhares – Espírito Santo  
<http://lattes.cnpq.br/0768955882336051>

### Diego Moura Alves

Engenharia Elétrica  
Linhares – Espírito Santo  
<http://lattes.cnpq.br/9039267989333023>

### Rafael Carminati

Engenharia Mecânica  
Linhares – Espírito Santo  
<http://lattes.cnpq.br/1824355180172191>

### Tainara Candeias Oliveira

Engenharia Elétrica  
Linhares – Espírito Santo

**RESUMO:** Grandes períodos de seca se tornaram mais frequentes no Brasil, aumentando a preocupação com a insuficiência energética, uma vez que a matriz energética brasileira é composta principalmente por recursos hídricos. Nesse sentido, é necessário obter soluções que reduzam o consumo de energia elétrica, evitando um novo colapso no setor, como ocorreu em 2001. Nesse sentido, este trabalho visa obter eficiência energética, atualizando os sistemas elétricos em antigas instalações elétricas, onde uma instalação elétrica de 35 anos foi substituída por uma instalação que atendesse à

demanda dos residentes e cumprisse os padrões regulamentares. Com a nova instalação elétrica, foi possível economizar em média 125 kWh por mês e o tempo mínimo de amortização do investimento foi de 22,34 meses.

**PALAVRAS - CHAVE:** Instalação elétrica residencial; Instalação elétrica antiga; Eficiência energética.

### ENERGY EFFICIENCY IN AN OLD RESIDENTIAL ELECTRICAL INSTALLATION WITH THE REPLACEMENT OF CONDUCTORS

**ABSTRACT:** Large periods of drought have become more frequent in Brazil, increasing concern about energy insufficiency, since the Brazilian energy matrix is mostly made up of water resources. In this sense, it is necessary to obtain solutions that reduce the consumption of electric energy, avoiding a new collapse in the sector, as occurred in 2001. In this sense, this work aims at obtaining energy efficiency by updating electrical systems in old electrical installations, where a 35-year-old electrical installation was replaced by an installation that would meet the demand of residents and comply with regulatory standards. With the new electrical installation it was possible to save on average 125 kWh per month and the minimum time for amortization of the investment was 22.34 months.

**KEYWORDS:** Residential electrical installation; Old electrical installation; Energy efficiency.

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações do setor energético brasileiro é os longos períodos de estiagens, os quais estão se tornando cada vez mais frequentes. A matriz energética nacional de geração de energia elétrica, é em sua grande parte constituída da geração oriunda de hidroelétricas, representando 68,1%, totalizando 421,7 TWh (EPE, 2017).

As usinas hidroelétricas têm papel fundamental para o desenvolvimento do nosso país, pois apresenta baixo custo de geração quando à comparamos com as outras fontes de geração de energia elétrica. Porém os períodos de estiagem comprometem o seu funcionamento, podendo assim acarretar colapsos ao Sistema Interligado Nacional – SIN, como o apagão energético que ocorreu no ano de 2001 (BRONZATTI; IAROZINSKI NETO, 2008).

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2017, tendo como ano base 2016, o setor residencial foi responsável por 25,6% de todo o consumo de energia elétrica. Devido à grande quantidade de eletricidade consumida por esse setor, a economia de energia por parte dele representa um alívio significativo do setor energético. A redução do consumo de eletricidade pelo setor residencial pode ser realizado através de medidas simples mais que representam reduções significativas do desperdício de energia elétrica, como a troca dos condutores em instalações elétricas antigas.

As instalações elétricas antigas apresentam uma tendência natural de inadequações, considerando que: hoje a demanda de carga elétrica é maior do que quando as instalações foram projetadas, devido ao uso de novos equipamentos elétricos/ eletrônicos; evolução dos critérios técnicos e normas de segurança que envolvem eletricidade; condições de segurança aplicável aos usuários e a equipamentos. Essas inadequações podem ocasionar perdas de eletricidade, gerando um gasto desnecessário de energia, além do risco de acidentes que provoquem danos físicos e materiais. (INTERNATIONAL COPPER ASSOCIATION BRAZIL, 2014).

Com a atualização das instalações elétricas antigas, pode-se reduzir o consumo de eletricidade aumentando assim a eficiência energética, uma vez que eliminaria os desperdícios de energia elétrica proveniente de má condições dos cabos elétricos utilizados, do aumento das cargas elétricas sem previsão técnica, da falta de manutenção, do estado precário das instalações e do superaquecimento dos contatos, além de se tornar indispensável para garantir a segurança dos usuários (FREITAS, 2011).

Este trabalho buscou avaliar as condições de um sistema elétrico residencial com mais de 30 anos que foi feito a instalação elétrica, com o intuito de demonstrar a economia a longo prazo com a atualização das instalações elétricas, identificando a viabilidade econômica de se investir em modernização, redimensionamento e segurança das instalações elétricas.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A Primeira Lei da Termodinâmica, ou como é conhecida, Lei da Conservação de Energia nos fornece conceitos para definir a eficiência energética. Podemos relacionar a eficiência energética com o efeito energético útil com o consumo energético no sistema. Lembrando que de acordo com a Lei da Conservação de Energia, na natureza nada se perde nada se cria, tudo se transforma, a energia que não foi útil, transforma-se em energia térmica, tendo assim o Efeito Joule (LEAL; CORTEZ; NEBRA, 2000).

Em uma residência uma das soluções para evitar o desperdício de energia por efeito Joule é ter uma instalação elétrica projetada e executada dentro das normas técnicas brasileiras (NBR)<sup>1</sup> que atenda a demanda atual de energia elétrica de acordo com as cargas utilizadas pelos usuários. Entre as NBRs mais úteis em elaboração e execução de um projeto de instalação elétrica residencial de baixa tensão estão (LIMA FILHO; 2011):

- NBR 5410 – instalações elétricas de baixa tensão;
- NBR 5444 – símbolos gráficos para instalações elétricas prediais;
- NBR 5419 – proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

No que diz respeito à segurança, a norma que regulamenta as instalações elétrica é a NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (NR 10).

Um projeto elétrico consiste na antevisão escrita e na descrição detalhada de uma instalação elétrica. É na etapa do projeto que é feito todos os dimensionamentos necessários. Como o cálculo de demanda, determinando assim a potência de alimentação da instalação, também é feito o dimensionamento de iluminação e de tomadas, definindo os pontos e quantidades de tomadas e lâmpadas, dimensionamento de eletrodutos e o esquema de aterramento (CREDER, 2013).

O dimensionamento dos condutores também é realizado nessa fase, a bitola de um condutor é determinada pela quantidade total de carga do circuito elétrico. O dimensionamento de condutores tem por objetivo a utilização da seção mais adequada para permitir a passagem da corrente elétrica, sem que haja aquecimento excessivo, mantendo a queda de tensão dentro dos limites permitidos pela norma. Os condutores por sua vez, são separados por circuitos, a divisão da instalação em circuitos terminais, aumenta a segurança e a conservação de energia, pois reduz a queda de tensão e a corrente nominal. (CARVALHO JÚNIOR, 2011).

Outra etapa do projeto elétrico é o dimensionamento dos dispositivos de proteção, que tem como propósito garantir a segurança de pessoas, animais domésticos e bens contra perigos e danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas, em condições previstas (CAVALIN; CERVELIN, 2006).

---

<sup>1</sup> NBR – Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

A início foi necessário fazer o levantamento da potência instalada da residência, sendo esta informação útil para o cálculo de demanda, para assim dividir o trabalho em duas grandes fases. A primeira fase é em relação a instalação elétrica existente na casa, ou seja, a instalação elétrica antiga, sendo a segunda fase atribuída ao novo projeto elétrico, sendo este implantado na residência.

### 3.1 Instalação elétrica antiga

A princípio foram realizadas medições após o medidor tarifário, para conferência dos valores de tensão e corrente. Estas medições foram feitas inicialmente com todos os equipamentos e aparelhos domésticos desligados, verificando-se assim se a instalação apresentava fuga de corrente, posteriormente foram realizadas medições com alguns aparelhos ligados. Os aparelhos que estavam ligados foram: duas geladeiras; chuveiro elétrico na posição verão; TV; DVD player; ferro de passar; máquina de lavar; freezer; dois ventiladores e uma bomba d'água para verificar o consumo de energia.

Após as medições no relógio tarifário, foram realizadas medições de tensão em pontos de tomadas, com a finalidade de verificar se a instalação apresentava queda de tensão. Para realizar as medições foi utilizado o alicate volt-amperímetro digital, da marca Minipa, modelo ET-3200A, com resolução de 10mA e 100mV. Este aparelho foi utilizado em todas as medições de tensão e corrente feitas neste presente trabalho.

Após findadas as medições iniciais, foi realizado um levantamento em relação a parte física da instalação elétrica, sendo verificado a quantidade de pontos de tomadas, pontos de iluminação, divisão dos circuitos terminais, dispositivos de proteção, bitola dos condutores, eletrodutos. Feito o levantamento destas informações, foi feita uma análise para verificar a necessidade de realizar uma atualização na instalação elétrica.

### 3.2 Novo projeto elétrico

Ao constar a necessidade de realizar uma atualização na Instalação elétrica, deu-se início a segunda fase do trabalho, iniciado pela elaboração de um projeto elétrico adequado para a unidade consumidora, seguido pela execução do projeto e por fim foi feito as medições finais com o intuito de compara-las as medições iniciais.

As medições finais seguiram o mesmo processo que as medições iniciais, sendo inicialmente feitas com todos os equipamentos e aparelhos domésticos desligados, para verificar se a instalação apresentava fuga de corrente, e posteriormente feita com alguns aparelhos ligados. Os aparelhos que estavam ligados eram: duas geladeiras; chuveiro elétrico na posição verão; TV; DVD player; ferro de passar; máquina de lavar; freezer; dois ventiladores e uma bomba d'água para verificar o consumo de energia.

Após as medições no relógio tarifário, foram realizadas medições de tensão em pontos de tomadas, com a finalidade de verificar se a instalação apresentava queda de

tensão. Após findadas as medições foi feito uma comparação com os resultados obtidos nas medições ainda com o projeto antigo, com a intenção de verificar a relação de custo-benefício da implantação do novo projeto.

#### 4 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma residência situada no município de Rio Bananal, Distrito de São Bento, S/N. A mesma possui 95,25 m<sup>2</sup> e carga instalada de 10,48 KVA, de acordo com a Tabela

POTÊNCIA INSTALADA			
Aparelhos	Quantidade	Potência Un (W)	Potência total (W)
Bomba D'Água	1	1000	1000
Churrasqueira	1	40	40
Ventilador	3	70	210
Televisão	1	100	100
Notebook	1	50	50
Geladeiras	1 / 1	150 / 200	350
Freezer	1	350	350
Batedeira	1	200	200
Sanducheira	1	1000	1000
Ferro elétrico	1	1000	1000
Liquidificador	1	150	150
DVD player	1	30	30
Chuveiro elétrico	1	5400	5400
Lavadora de roupa	1 / 1	500 / 800	1300
Lâmpada Fluorescente	8	25	200
TOTAL			10480 VA

Tabela 1 - Potência instalada

A partir da potência instalada, utilizamos esse valor para encontrar o valor de demanda de energia necessária para a unidade consumidora, seguindo de acordo com a concessionária de energia local edp escelsa. Considerando uma potência de 4080 VA para os pontos de iluminação e TUG's o fator de demanda a ser utilizado é de 0,52. O cálculo de demanda apresentou um valor de 8.686 W, de acordo com a edp escelsa, a categoria de atendimento para a unidade consumidora em estudo é a U, sendo 2 fios, 1 fase e 1 neutro e tensão de 127 V.

## 4.1 Estudo da instalação elétrica antiga

A instalação elétrica antiga era constituída apenas de dois circuitos terminais, um circuito para toda a parte interna da casa e o outro circuito para acionamento da bomba d'água. Apresentando uma iluminação inadequada, e com uma quantidade insuficiente de tomadas, somando uma quantidade de 9 unidades, apresentando uso de vários adaptadores do tipo benjamim.

Em relação aos condutores, a instalação possuía um condutor de 2,5 mm<sup>2</sup> de cobre rígido, que servia como o “tronco” da instalação. Neste tronco eram feitas as derivações para alimentar as tomadas e as lâmpadas, utilizando cabo de 1,5 mm<sup>2</sup> de cobre. O circuito da casa possuía fios de várias cores, porém não seguiam um padrão para a utilização dos mesmos. A rede mestra, ou o ‘tronco”, estava com as isolações completamente ressecada, comprovando o sobreaquecimento dos mesmos.

No circuito de alimentação da bomba d'água, eram utilizados dois fios rígidos de cor branca de 2,5 mm<sup>2</sup>. O fio de fase era alimento na saída do relógio medidor, sendo este o local mais próximo do da bomba, o neutro era alimentado na chegada da energia à casa, onde seguia para o disjuntor de 25 A e o retorno seguia para a bomba. Como eletroduto, existiam mangueiras de PVC colocadas no interior da parede.

## 4.2 Constatação da necessidade de realizar a atualização na instalação elétrica

A constatação da necessidade da atualização da instalação elétrica desta unidade consumidora se deu por dois motivos. Sendo o primeiro motivo o consumo elevado de energia, a instalação antiga não é eficiente, uma vez que parte da energia disponível é convertida em calor, o segundo motivo foi a falta de segurança para os seus usuários e bens. O consumo elevado de energia elétrica da instalação foi comprovado utilizando o aparelho Alicate Volt-amperímetro, sendo realizadas análises com grande parte das cargas ligadas no mesmo instante, e outras com os circuitos totalmente sem carga.

Para esses testes foram obtidos os seguintes resultados:

- Para os circuitos sem nenhuma carga conectada à rede, a medição da corrente na saída do relógio medidor apresentou uma corrente elétrica de 0,6 A;
- A tensão de saída do disjuntor geral foi de 124,1 V, porém nos pontos de utilização, mesmo com todos os equipamentos desligados, chegavam apenas 119 V.

Nas análises feitas com os aparelhos de TV, DVD, duas geladeiras, ferro de passar, uma máquina de lavar, freezer, dois ventiladores e chuveiro elétrico na posição verão e a bomba d'água, ligados simultaneamente, foram obtidos os seguintes resultados:

- A tensão verificada nos pontos de utilização passou a ser 109 V;
- E a corrente de pico na saída do medidor foi de 67 A, se estabilizando em 58,2 A.

Em relação à segurança da instalação foram verificadas as seguintes irregularidades:

- Falta do condutor de proteção;
- Falta de dispositivo de proteção residual;
- Falta de dispositivos contra sobretensões;
- Fios com visível excesso de aquecimento;
- Seção dos fios menor do que a adequada para o total de cargas;
- Emendas com o isolante ressecado;
- Falta de eletrodutos;

### 4.3 Estudo do novo projeto elétrico

Depois da constatação da necessidade da atualização da instalação elétrica, iniciou-se o processo de elaboração do novo projeto para a unidade consumidora em estudo. Seguindo as normas regulamentadoras. Com o intuito de minimizar as quedas de tensões, facilitar a manutenção do sistema e garantir uma maior segurança, o projeto foi dividido em 6 circuitos de acordo com o Tabela 2.

Nº do circuito	Tipo	Especificação	Potência total (VA)
1	TUE	Chuveiro	5400
2	TUG's	Cozinha, área de serviço, varanda e WC	1800
3	Ilum.	Todas as lâmpadas	288
4	TUG's	Dormitórios e sala	1400
5	TUG's	Sala de jantar	2000
6	TUE	Bomba d'água	1000
Carga Instalada (VA)			11920
Demanda (VA)			8884
Corrente total (A)			69,95

Tabela 2 - Divisão da instalação em circuitos

A Tabela 3 traz o dimensionamento da bitola dos condutores, disjuntores e eletrodutos.

Nº do circuito	Corrente (A)	Bitola do condutor (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)	Eletroduto (mm)
1	42,52	10	50	25
2	14,17	2,5	20	20

3	2,26	1,5	16	20
4	11,02	2,5	16	20
5	15,75	2,5	20	20
6	7,87	2,5	10	20
Proteção Geral				
Disjuntor termomagnético			70 A	
Disjuntor interruptor DR			80 A	

Tabela 3 – Dimensionamento de condutores, disjuntores e eletrodutos.

#### 4.4 Medições finais após a execução do novo projeto elétrico

Após a execução da instalação do novo projeto elétrico, para comprovar a redução do gasto com energia elétrica, foram realizadas medições similares as feitas na instalação elétrica antiga, sendo o consumo atual de energia elétrica da instalação comprovado por utilização do aparelho Alicate Volt-amperímetro. Para as medições foram obtidos os seguintes resultados:

- Para os circuitos sem nenhuma carga conectado à rede, o valor mensurado de corrente elétrica na saída do relógio medidor foi de 0 A.
- A tensão de saída do disjuntor geral foi de 124,1 V. Nos pontos de utilização o valor mensurado com todos os equipamentos desligados também foi de 124,1 V.

Nas análises feitas com os aparelhos de TV, DVD, duas geladeiras, ferro de passar, uma máquina de lavar, freezer, dois ventiladores e chuveiro elétrico na posição verão e a bomba d'água ligados simultaneamente, foram obtidos os seguintes resultados:

- A tensão verificada nos pontos de utilização passou a ser 116, 8 V;
- A corrente elétrica de pico na saída do medidor foi de 63 A, estabilizando-se em 53,4 A.

#### 4.5 Instalação elétrica antiga x nova instalação elétrica

Após as medições finais realizadas na instalação elétrica do novo projeto elétrico, e de posse dos dados captados com as medições iniciais, podemos realizar o confronto do consumo de energia elétrica entre as duas instalações.

A instalação elétrica antiga apresentava uma fuga constante de corrente elétrica de 0,6 A, representando um consumo de energia de 53,61 kWh por mês. A nova instalação elétrica não apresenta fuga de corrente.

Levando em consideração um cenário onde a maior parte dos equipamentos elétricos/ eletrônicos encontram-se ligados simultaneamente, o valor de corrente elétrica apresentado pela instalação elétrica antiga foi de 58,2 A. Enquanto que para o mesmo

cenário, o a nova instalação elétrica apresentou um consumo de 53,4 A. A diferença de consumo entre as duas instalações é de 4,8 A, se levarmos em consideração que esses equipamentos permaneçam ligados simultaneamente ao longo do dia por 4 h, obtemos uma diferença de consumo de eletricidade de 71,48 kWh.

Se levarmos em consideração todas as perdas aqui mencionadas, ao final de um mês a diferença de consumo entre as duas instalações chega a 125,09 kWh.

Com a Equação 1 podemos calcular o valor em real que é possível economizar mensalmente com a nova instalação elétrica.

Onde:

TUSD – o valor para o grupo rural 0,13622 R\$/kWh.

TE – bandeira verde 0,15178 R\$/kWh, bandeira amarela 0,17678 R\$/kWh e para bandeira vermelha 0,19678 R\$/kWh.

Tributos - os tributos empregados na conta de energia são PIS, CONFINS e ICMS. Utilizando a média dos valores do ano de 2015 até o mês de novembro, encontramos o valor de 30,72 %. Destes, o valor do ICMS é fixo em 25%.

Os valores acima têm como base o ano de 2015.

A Tabela 4 representa o valor em reais gastos com as perdas de energia pelo período de um mês em cada bandeira tarifária.

Consumo das perdas (KWh)	Valores das perdas em cada bandeira tarifária (R\$)		
	TE Bandeira Verde	TE Bandeira Amarela	TE Bandeira Vermelha
53,61	22,28591	24,22045	25,76809
71,48	29,71455	32,29394	34,35745
	Total		
125,09	52,00046	56,51439	60,12553

Tabela 4 - Valores em reais gastos com as perdas de energia nas três bandeiras tarifárias

#### 4.6 Instalação elétrica antiga x nova instalação elétrica

O investimento necessário para a execução do novo projeto elétrico, no ano de 2015, foi de 1343,35 reais. Este valor compreende apenas o custo com matérias, uma vez que o projeto elétrico e a mão de obra necessária para a elaboração e implantação não foram cobrados.

A redução de 125,09 kWh mensais possibilitava, no ano de 2015, uma economia máxima de R\$ 60,12 ao mês quando a bandeira tarifária era vermelha, apresentando uma economia mínima de 52 reais quando a bandeira tarifária fosse a verde.

A Tabela 5 nos fornece uma relação benefício-custo e tempo de amortização do

investimento aplicado na atualização da instalação elétrica, ano base 2015.

TE + Bandeira Tarifária	Benefício por mês (R\$)	Custo (R\$)	Tempo de amortização (meses)
TE + band. Verde	52,00		25,83
TE + band. Amarela	56,51	1343,35	23,77
TE + band. Vermelha	60,13		22,34

Tabela 5 - Relação benefício – custo e tempo de retorno

Com o método de eficiência energética adotada pelo trabalho (troca dos condutores e demais componentes da instalação elétrica), com a economia obtida é possível pagar o custo do projeto com 22 meses e 11 dias, quando a bandeira tarifária for vermelha e aproximadamente 26 meses, quando a bandeira for verde, mantendo daí por diante a economia na conta de energia. Se levarmos em consideração o tempo de 10 anos para fazer uma nova revisão na instalação elétrica, o valor mínimo de lucro será de R\$ 4.888,00.

Vale salientar que o tempo de retorno utilizado foi o simples, onde não foram consideradas algumas variáveis, como o aumento do preço da energia elétrica e a desvalorização da moeda.

## 5 | CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou como as instalações elétricas antigas e mal dimensionadas consomem um valor excessivo de energia elétrica, quando a comparamos com uma instalação que segue as normas brasileira regulamentadoras.

A implantação do projeto elaborado neste estudo possibilitou uma conservação de energia elétrica de 125,09 kWh/mês, traduzidos em benefícios diretos, possibilitando uma economia de recursos na ordem de R\$ 60,00 por mês, isso quando a bandeira tarifária for a vermelha.

Além economia financeira obtida com a implantação do projeto, este trabalho também visou o aumento da segurança do sistema elétrico e de seus usuários, implantando dispositivos que atuam contra possíveis choques elétricos aplicados em seus usuários bem como danos que podem ser causados em seus bens.

## REFERÊNCIAS

BRONZATTI, Fabricio Luiz; IAROZINSKI NETO, Alfredo. **Matrizes Energéticas no Brasil: cenário 2010-2030**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável, 2008, Rio de Janeiro. **Enegep**: encontro Nacional de Engenharia de Produção.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto. **Instalações elétricas: E projetos de arquitetura**. Ed 3ª. São Paulo: Blucher, 2011.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. Ed 15ª. Rio de Janeiro: LTC - Livros técnicos e científicos, 2013.

CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais**. Ed 14ª. São Paulo.. Érica, 2006.

FREITAS, L. **Retrofit de instalações elétricas: Renovando as instalações**. Disponível em: <<http://www.programacasasegura.org/br/wp-content/uploads/2011/07/RE09.pdf>>. Acesso em 21 de mar.2015.

LEAL, P. M; CORTEZ, L. A. B; NEBRA, S. A. **Avaliação exergética de processos psicrométricos**. Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental, v4 , n3, p.421-428, 2000.

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais**. Ed 12ª. São Paulo:Érica, 2011.

MINITÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanco energético nacional 2017: Ano base 2016**. Rio de Janeiro, 2017.

## USO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA PREDIÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

*Data de submissão: 03/08/2020*

### **Cristiano Costa de Souza**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Escola  
Politécnica – Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/0826063407772673>

### **Alan Vinicius Hehn**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Escola  
Politécnica – Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7470543701145525>

### **Atilio Efrain Bica Grondona**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Escola  
Politécnica – Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/6922651451275070>

### **Luis Alcides Schiavo Miranda**

Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Escola  
Politécnica – Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Civil  
São Leopoldo – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1383059721484641>

**RESUMO:** A crescente geração de resíduos sólidos em conglomerados urbanos requer políticas públicas que assegurem seu adequado gerenciamento e sua destinação final. O desenvolvimento de ferramentas que possam

prever com exatidão a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em curto, médio e longo prazo é uma demanda urgente e imprescindível para gestão de investimentos e tomada de decisões. O avanço em inteligência artificial atingiu a realidade do cotidiano das pessoas e, atualmente, os pesquisadores detêm uma gama de opções tecnológicas para desenvolver soluções para determinados desafios. O modelo computacional baseado em redes neurais artificiais (RNA) foi aplicado em estudos por diversos países visando prever a geração de RSU em um período futuro, com base em dados passados. Redes neurais artificiais visam simular o funcionamento dos neurônios e têm capacidade de aprender e reconhecer padrões, em ciclos de treinamento chamados denominados de aprendizado de máquina. Os trabalhos apresentaram soluções estruturadas em três ou mais camadas de neurônios – camada de entrada, camada oculta e camada de saída – sendo a primeira alimentada com variáveis de entrada (exógenas) e a última com os dados de geração de resíduos. Com base nesses dados e em ciclos de aprendizado (treinamento), validação e testes, os modelos seriam capazes de reconhecer padrões e correlações e, assim, prever com razoável exatidão a geração futura de resíduos. Como resultado dos estudos, os modelos baseados em RNA apresentaram boa acuidade na previsão da geração de RSU, revelando-se solução viável para uso aplicado em ações de planejamento e gerenciamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** redes neurais artificiais; resíduos sólidos; modelo de previsão; aprendizado de máquina.

## USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN URBAN SOLID WASTE GENERATION PREDICTION – A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

**ABSTRACT:** The growing generation of solid waste in urban conglomerates requires public policies that ensure its adequate management and final disposal. The development of tools that can accurately predict the generation of municipal solid waste in short, medium and long term is an urgent and essential demand for investment management and decision making. The advance in artificial intelligence has reached the reality of people's daily lives, and nowadays researchers have a range of technological options to develop solutions to certain challenges. The computational model based on artificial neural networks (ANN) was applied in studies in several countries aiming to predict the generation of urban solid waste in a future period, based on the past. Artificial neural networks are based on the central nervous system structure of animals and are capable of learning and recognizing patterns in training cycles called machine learning. The works presented solutions structured in three or more layers of neurons – input, hidden and output layers – the first one being fed with input variables (exogenous) and the latter with the waste generation data. Based on these data and on learning, validation and testing cycles, the models would be able to recognize patterns and correlations and thus accurately predict future waste generation. As a result of the studies, the models based on neural networks presented good accuracy in the prediction of the generation of urban solid waste, proving a viable solution for use in planning and management actions.

**KEYWORDS:** artificial neural networks; solid waste; prediction model; machine learning.

### 1 | INTRODUÇÃO

As questões ambientais tornaram-se imprescindíveis às atividades contemporâneas e possuem um papel fundamental no que se refere à gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo Dias *et al.* (2012), o desenvolvimento econômico, a urbanização e o aumento dos padrões de consumo apontam para o crescimento na quantidade e complexidade dos RSU como subprodutos inevitáveis da atividade humana, favorecendo graves problemas sanitários, principalmente nos países em desenvolvimento.

Nesse contexto, a necessidade de se estimar com precisão a geração de RSU torna-se indispensável tanto para o gerenciamento como para a implementação de políticas públicas. Ademais, identificar correlações e padrões da geração de resíduos possibilita a busca de estratégias visando a sua redução.

No gerenciamento de RSU, a estimativa correta da geração é um dado de grande importância para o bom planejamento de recursos e tomada de decisões. Nesse sentido, modelos que estimem com precisão a geração de RSU são ferramentas indispensáveis aos gestores, porém um desafio aos desenvolvedores em face da influência de diversos fatores externos na correta predição da quantidade de resíduos (ABBASI; RASTGOO; NAKISA, 2018).

Nos últimos anos, o tema vem adquirindo especial importância com a difusão do uso de inteligência artificial em tarefas cotidianas e com o incremento da capacidade de

computadores e dispositivos eletrônicos em geral. Os modelos baseados em redes neurais artificiais (RNA) – ou *artificial neural networks* (ANN) – têm adquirido atenção pela sua flexibilidade de uso em diversas aplicações. Conforme Chhay *et al.* (2018), na área de RSU, técnicas de inteligência artificial tem se tornado as mais acreditadas.

Redes neurais artificiais são modelos computacionais inspirados no sistema nervoso dos animais, estruturados em um conjunto de nós agrupados em camadas, interconectados como neurônios, com capacidade de realizar o aprendizado de máquina e o reconhecimento de padrões. (BISHOP, 1996).

Assim como ocorre nos neurônios biológicos, informações são transmitidas entre os neurônios artificiais. Numa RNA, os neurônios são organizados em camadas (*layers*) de modo que cada neurônio de uma camada se comunica com todos os da camada seguinte, e assim por diante. Cada conexão entre dois neurônios possui um “peso”, que corresponde à “força” de uma informação. (SINGH; SATIJA, 2018). A informação de um neurônio é repassada a outro através de um sinal de entrada, de modo análogo ao impulso eletroquímico que ocorre num sistema biológico. (ANTANASIJEVIĆ *et al.*, 2016).

Uma RNA é capaz de reproduzir valores de saída para um determinado conjunto de dados de entrada conhecidos em ciclos de treinamento e validação. O algoritmo de treinamento é iterativo, durante o qual a RNA é ajustada para que os valores de saída gerados por ela sejam os mais próximos possíveis dos dados reais. A vantagem do uso dessa tecnologia é a capacidade de aprender mesmo com uma amostra reduzida de dados, identificando padrões e correlações entre as variáveis de entrada e de saída.

Outros métodos de *machine learning* combinados com RNA tem sido estudados nos trabalhos mais recentes, dentre os quais se destacam o uso de Sistema Adaptativo de Inferência Neuro Difusa – *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS) –, *Radial Basis Function* (RBF) e Rede Neural de Regressão Geral – *General Regression Neural Network* (GRNN) –, entre outros. Essas iniciativas demonstram que há ampla área para estudo deste tema, o qual está longe de se esgotar.

Os resultados obtidos até o momento são promissores, embora não se tenha ainda um consenso quanto às variáveis exógenas que apresentam melhores correlações com a geração de resíduos sólidos municipais, nem quanto ao modelo computacional que apresenta as melhores estimativas. O presente trabalho tem por objetivo apresentar o estado da arte no tema no que se refere ao uso de RNA em geração de RSU, combinado ou não com outras técnicas de inteligência artificial aplicadas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O método para pesquisa de literatura consistiu em um levantamento na base de periódicos nacionais e internacionais da Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior –, através do portal eletrônico. Iniciaram-se as buscas por

assunto utilizando as palavras chaves: neural + network e solid + waste. Foram obtidos 1.113 resultados com a utilização de filtro indicando ordenamento por relevância.

Realizou-se uma análise preliminar de 800 artigos pelo ordenamento indicado, sendo que a partir do 400º artigo ordenado por relevância não foram mais constatados materiais compatíveis com o tema. A partir dos 400 artigos iniciais foi realizada uma análise minuciosa pelos autores da revisão e selecionou-se 32 artigos, que foram classificados em função do tema, sendo 13 referentes à predição e geração de resíduos com uso de redes neurais (um deles foi suprimido do total por verificação de ocorrência de plágio), restando um total de 12 artigos. Os demais foram desconsiderados por tratarem da utilização dessas redes para outras finalidades dentro da área de resíduos sólidos, como por exemplo, estimativa de geração de energia, quantidade de geração de lixiviado, entre outras.

Sendo assim, a revisão de literatura foi compreendida por 12 artigos acrescentados de mais cinco obtidos por referência dos autores dos mesmos totalizando 17 artigos, todos obtidos por busca no portal eletrônico da Capes.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Estrutura da RNA

Uma RNA *feedforward* possui estrutura estratificada em multicamadas, com todas as conexões se alimentando de entradas para produzir dados de saída. Normalmente, possui três camadas denominadas entrada (*input*), saída (*output*) e camada oculta (*hidden layer*), sendo a quantidade de neurônios nas camadas de entrada e saída iguais à respectivamente à quantidade de variáveis de entrada e saída do conjunto de dados. (YOUNES *et al.*, 2015).

A quantidade de neurônios na camada de entrada coincide com a quantidade de variáveis independentes utilizada para a estimativa de resíduos gerados, ou seja, um neurônio para cada variável de entrada. Na camada de saída, é utilizada a quantidade de neurônios correspondente ao número de variáveis de saída. Em praticamente todos os estudos utilizou-se um único neurônio nesta camada, pois a resposta que se desejava obter da RNA era geralmente a quantidade de resíduos sólidos gerada.

Quanto à quantidade de camadas ocultas e a quantidade de neurônios utilizados variou consideravelmente em cada trabalho. Como a definição da quantidade de neurônios nesta camada não é facilmente determinável, observou-se a utilização de métodos empíricos até se obter a melhor configuração de rede (FATHOLLAHI; HEIDARI FARSANI; AZADEH, 2018). Os trabalhos mostram grandes discrepâncias quanto a esses valores. Muitos estudos se dedicaram a explicar os métodos pelos quais foi definida a estrutura e a quantidade de neurônios na camada oculta, bem como em apresentar métodos de inteligência artificial combinados para a escolha da melhor estrutura da RNA.

Para ilustrar as diferenças das estruturas apresentadas, Shamshiry, Mokhtar e

Abdulai (2014) utilizaram somente quatro neurônios na camada oculta, enquanto Noori *et al.* (2009) multivariate linear regression (MLR) utilizaram 22, e Antanasijević *et al.* (2013), 84. Não há evidência de que maior ou menor quantidade de neurônios apresente melhores resultados na capacidade de predição da rede neural. A Figura 1 mostra uma típica estrutura de rede neural utilizada.

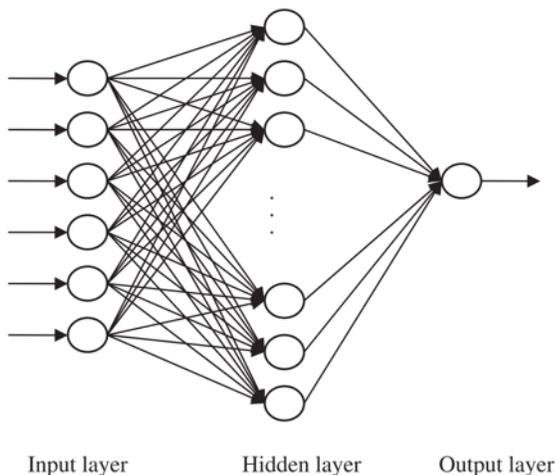


Figura 1: Estrutura típica de uma rede neural artificial.

Fonte: Adaptado de Sun *et al.* (2011)

A relação entre entradas e saídas é representada genericamente pela Equação 1, sendo 'x' os parâmetros de entrada, ' $\beta_{ij}$ ' e ' $\beta_j$ ' respectivamente os pesos entre as camadas ocultas e a camada de saída, e 'g' a função de ativação. (FATHOLLAHI; HEIDARI FARSANI; AZADEH).

$$x_t = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot g \left( \beta_{0j} + \sum_{i=1}^n \beta_{ij} \cdot x_{t-i} \right) + \epsilon_t \quad (1)$$

A função de ativação é uma função não linear através da qual a rede, por iterações, poderá reconhecer padrões e aproximar os resultados obtidos na camada de saída com os dados reais fornecidos, sendo a mais usual a função sigmoide. As iterações concernem ao "aprendizado" ou "treino" da rede, que através de ciclos visam minimizar a função erro (' $E_t$ ') através de algoritmos *back-propagation* denominados função de treino, sendo uma das mais usuais a técnica Levenberg-Marquardt. (BISHOP, 1996). A Tabela 1 lista algumas das

funções de ativação e treino mais usuais e utilizadas nos trabalhos estudados.

Funções de ativação (hidden layer)	Funções treino
Tansig – <i>Hyperbolic Tangent sigmoid</i>	LM – <i>Levenberg-Marquardt</i>
Logsig – <i>Logaritmica Sigmoid</i>	BR – <i>Bayesian Regulation</i>
Sen/Cos – <i>Seno ou cosseno</i>	GD – <i>Gradient Descent</i>
Purelin – <i>linear function</i>	GDM – <i>Gradient Descent with Momentum</i>
	GDA – <i>Gradient Descent with adaptive learning rule</i>
	RP – <i>Resilient Back Propagation</i>
	SCG – <i>Scale Conjugate Gradient</i>
	BFGS – <i>quasi-Newton</i>
	FP – <i>Fletcher Powell conjugate gradient</i>

Tabela 1: Funções de ativação e treino.

Fonte: Adaptado de Azadi; Karimi-Jashni (2016), Fathollahi; Heidari Farsani; Azadeh (2018), Younes et al. (2015)

Não se observou uniformidade nos estudos quanto às funções de ativação e treino mais adequadas aos resultados. O algoritmo Levenber-Marquardt (LM) foi utilizado pela maioria dos pesquisadores – (NOORI *et al.*, 2009, 2010), (AZADI; KARIMI-JASHNI, 2016), (SINGH; SATIJA, 2018) (CHHAY *et al.*, 2018) (KANNANGARA *et al.*, 2018) e (OLIVEIRA; SOUSA; DIAS-FERREIRA, 2019) –, sendo também observada utilização de *Resilient Back Propagation* (RP) – (NOORI *et al.*, 2009, 2010) multivariate linear regression (MLR –, Gradient Descent – (ALI ABDOLI *et al.*, 2012) e (FATHOLLAHI; HEIDARI FARSANI; AZADEH, 2018))

A escolha das melhores funções de ativação e treino, da mesma maneira que ocorre para a quantidade de neurônios na camada oculta, não é facilmente determinável. (AZADI; KARIMI-JASHNI, 2016). Para contornar essa lacuna, observou-se nos últimos estudos técnicas combinadas para a estruturação de redes neurais capazes de prever com melhor exatidão a geração de resíduos.

### 3.2 Seleção de variáveis independentes

Uma das variáveis que mais influencia a geração de RSU per capita é o tamanho da população, ou seja, quanto maior a população urbana, maior a será a geração per capita. (AZADI; KARIMI-JASHNI, 2016). Outra variável de grande relevância é a renda per capita ou produto interno bruto (PIB) per capita, com grande correlação com a geração de RSU per capita observada. (CHHAY *et al.*, 2018).

Embora esses parâmetros tenham se confirmado na maioria dos estudos, não se observou uniformidade quanto às demais variáveis externas consideradas. Como exemplo, Batinic *et al.* (2011) estudaram a geração de resíduos sólidos em dez cidades na Sérvia e consideraram como variáveis exógenas a economia, idade média da população, nível de

educação e serviços municipais. Abdoli *et al.* (2012) estudaram a estimativa de geração de resíduos em longo prazo na cidade de Mashhad, no Irã, e consideraram como variáveis o tamanho da população, renda familiar e temperatura máxima sazonal. Antanasijević *et al.* (2013) estudaram a geração de resíduos em 26 países europeus e utilizaram PIB per capita, consumo doméstico e custo de produtividade como variáveis externas. Chhay *et al.* (2018) estudaram a geração de RSU na cidade de Faridabad, na Índia, e estruturaram uma ANN com as variáveis: população total, população urbana, taxa de alfabetização, migração da população para a cidade em busca de emprego, renda per capita e expansão de fundos municipais.

Em face da boa capacidade de predição dos modelos, alguns pesquisadores utilizaram uma gama maior de variáveis externas, mesmo não sendo inicialmente evidente a sua influência na geração de RSU. Shamschiry, Mokhtar e Abdulai (2014) compararam RNA e análise de regressão múltipla para estimar a geração de resíduos sólidos em Langkawi, uma ilha turística na Malásia, e utilizaram como variáveis de entrada a produção semanal média de resíduos sólidos, consumo médio semanal de combustível para coleta e transporte, quantidade semanal e tipos de caminhões de coleta, carregamento e transporte e quantidade de funcionários para coleta e transporte.

Abbasi, Rastgoo e Nakisa (2018) modelaram a geração mensal e sazonal de resíduos sólidos na capital do Irã e utilizaram as variáveis PIB, quantidade de chuva, temperatura máxima, tamanho da população, tamanho das residências, nível de educação dos homens, nível de educação das mulheres, renda por gênero, taxa de desemprego de mulheres e taxa de desemprego de homens, propondo uma separação de variáveis por gênero. Após efetuarem correlações das variáveis com a produção de resíduos (com coeficiente de Pearson), concluíram que as maiores eram obtidas com as variáveis PIB, renda, tamanho das residências e nível de educação das mulheres.

Antanasijević *et al.* (2016), num estudo em 44 países com dados de 2000 a 2010, avaliaram a influência da ocorrência de crises econômicas na geração de RSU. Para tanto, consideraram como variáveis exógenas o PIB, consumo material doméstico, população urbana, densidade populacional, tamanho médio das residências, industrialização, despesas com turismo, idade da população, taxa de desemprego, consumo de álcool, gastos em consumo doméstico e emissão de CO<sub>2</sub>, e chegaram à conclusão de que a ocorrência de crises influencia a geração de resíduos sólidos nos países.

Kontokosta *et al.* (2018) apresentaram uma nova abordagem analítica na predição da geração de resíduos sólidos numa área densamente povoada na cidade de Nova York, valendo-se de parâmetros como características demográficas e socioeconômicas dos edifícios, incluindo quantidade de unidades residenciais e seu tamanho efetivo, combinadas com os dados de coletas progressivas de 609 subseções do departamento de saneamento da cidade, no período de dez anos, para estimar geração futura.

Oliveira, Sousa e Dias-Ferreira (2019), em um estudo da geração de resíduos em

42 municípios em Portugal, propuseram um modelo para estimar a quantidade anual de resíduos de embalagens coletadas separadamente, e utilizaram 14 variáveis relacionadas ao nível de escolaridade da população, ao porte e ao nível de urbanização de cada município, aos aspectos sociais relacionados à pobreza e ao poder econômico e a fatores intrínsecos à coleta de resíduos.

Azadi e Karimi-Jashni (2016) compararam dois modelos preditivos (redes neurais artificiais e regressão linear múltipla) para a geração de resíduos sólidos na província de Fars, no Irã, e utilizaram quatro variáveis externas: população de cada cidade, frequência da coleta de resíduos, temperatura máxima sazonal e altitude de cada cidade.

Observou-se, portanto, boa heterogeneidade das variáveis exógenas nos trabalhos revisados as quais contribuíram, de uma maneira ou de outra, na estruturação de modelos preditivos da geração de resíduos, porém nem sempre com grande nível de significância. Como exemplo, Younes *et al.* (2015), no estudo de um modelo para geração de resíduos na Malásia, com dados referentes à produção anual entre 1981 a 2011, utilizaram inicialmente as variáveis PIB, população, demanda de eletricidade per capita, quantidade de empregados e desempregados. Contudo, após nova análise, chegaram à conclusão de que apenas três influenciavam significativamente a geração de RSU: PIB, população e emprego.

### **3.3 Dados amostrais e adesão dos resultados obtidos**

A aprendizagem da rede neural inicia pela seleção de um conjunto de dados aos quais a RNA será treinada para buscar aderência. As variáveis e os valores de entrada e de saída de um conjunto de dados são denominados verdades de campo. O algoritmo de treino da RNA consiste em variar os pesos entre as ligações dos neurônios artificiais buscando uma calibração adequada para melhor reproduzir os dados de saída a partir dos dados de entrada. O processo iterativo cessa quando se atinge a menor diferença possível entre os dados observados e os estimados – ou menor erro possível.

O estudo de Noori, Karbassi e Salman Sabahi (2010) utilizou uma amostra de 143 dados da cidade de Mashhad para uma aplicação de teste Gamma e análise de regressão de componentes principais (PCA) em RNA, obtendo uma correlação ( $R^2$ ) de 0,81. Em comparação, Batinic *et al.* (2011) utilizaram em seu estudo uma amostra menor, de 54 dados, e obteve um coeficiente de correlação  $R^2$  maior, de 0,96, realizando uma previsão da geração de resíduos até o ano de 2026. Younes *et al.* (2015).

Observa-se, deste modo, que nem sempre uma grande quantidade amostral garante melhores resultados de predição para a RNA estruturada. Segundo Chhay *et al.* (2018), o algoritmo “grey model” traz bons resultados quando os dados são escassos, enquanto o modelo de regressão linear é melhor aplicável para dados mais volumosos, e que diversos pesquisadores têm aplicado RNA com dados escassos para predição de geração em longo prazo.

Outra abordagem foi proposta por Shamshiry, Mokhtar e Abdulai (2014) ao utilizar

dados de 12 semanas anteriores para prever a geração de resíduos da semana seguinte, obtendo coeficiente  $R^2$  de 0,80. Na realidade, este estudo utilizou como variáveis os dados de coleta de resíduos (caminhões, tipos de transporte, quantidade de funcionários, etc.), fato criticado posteriormente por Younes *et al.* (2015).

Os estudos de Abbasi, Rastgoo e Nakisa (2018) e Oliveira, Sousa e Dias-Ferreira (2019) dividiram os conjuntos de dados em oito e cinco partes, respectivamente. O procedimento de treino da rede ocorreu em ciclos de validação cruzada, no qual uma parte é reservada para teste e as demais para treino. Desse modo, cada ciclo ocorreu com uma parte diferente sendo utilizada para teste, sendo escolhida a estrutura com os melhores resultados obtidos. A Figura 2 ilustra o procedimento adotado por Abbasi, Rastgoo e Nakisa (2018).

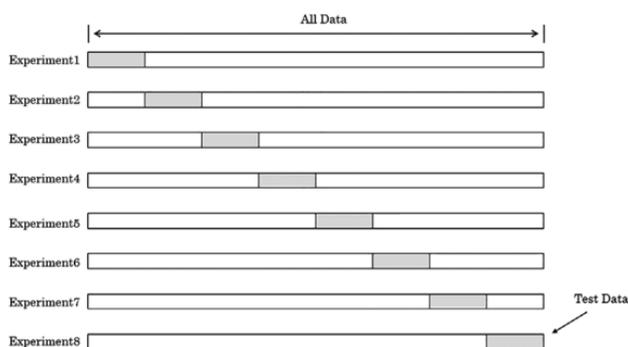


Figura 2: Divisão dos dados em oito partes, para ciclos de validação cruzada.

Fonte: Abbasi, Rastgoo e Nakisa (2018)

Tal abordagem difere-se um pouco do método realizado nos demais estudos, em que os dados foram separados aleatoriamente em treino, validação e teste, em proporções de cerca 50-80%, 25-10% e 25-10% das amostras, respectivamente. Não ficou evidente se o método de validação cruzada traz melhores resultados comparativamente com os demais métodos estudados.

De modo geral, o uso da inteligência artificial apresentou bons resultados nos trabalhos estudados, com algumas variações em virtude de métodos ou de variáveis externas escolhidas. Dentre os trabalhos recentes, destaca-se a boa aderência dos modelos de Oliveira, Sousa e Dias-Ferreira (2019), e de Abbasi e El Hanandeh (2016) ambos com  $R^2$  de 0,98. Os gráficos das figuras 3 e 4 demonstram a boa capacidade dos modelos em questão na predição da geração de resíduos.

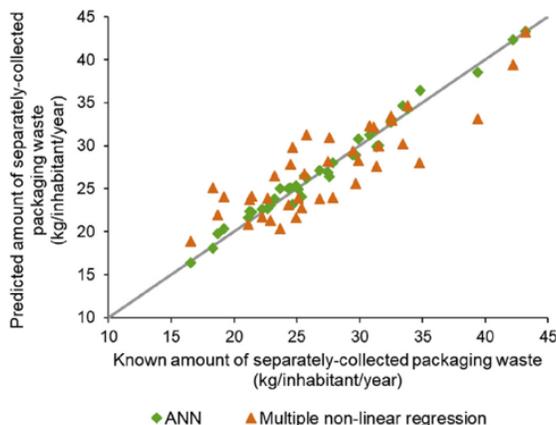


Figura 3: Geração de resíduos de embalagens coletadas separadamente – comparação dos dados reais com a estimativa por RNA e regressão múltipla não-linear estrutura típica de uma RNA.

Fonte: Oliveira, Sousa e Dias-Ferreira (2019)

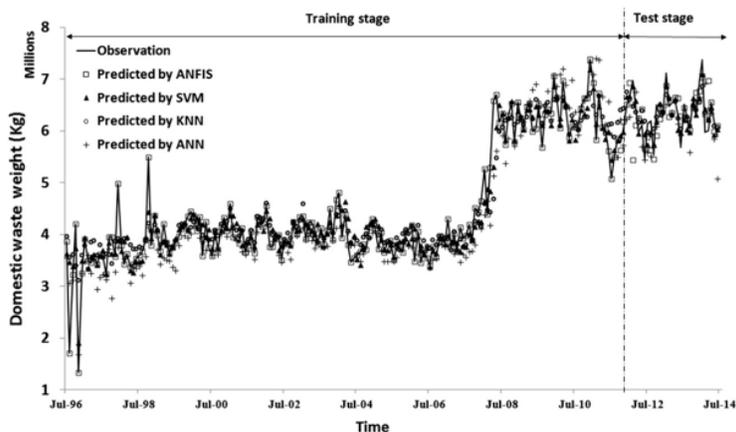


Figura 4: Modelagem dos resultados estimados de geração de resíduos ANFIS, RNA, suport vector machine (SVM) e k-nearest neighbours (kNN) – melhor resultado: ANFIS (R2 0,98).

Fonte: Abbasi e El Hanandeh (2016).

### 3.4 Técnicas combinadas

Outros métodos de aprendizado de máquina combinados com RNA foram estudados nos trabalhos selecionados, dentre os quais se destaca o sistema ANFIS, abordado por Abbasi e El Hanandeh (2016) (SVM, Abbasi, Rastgoo e Nakisa (2018), Chhay *et al.* (2018) e Fathollahi, Heidari Farsani e Azadeh (2018) que, segundo estes últimos autores, é um

tipo de RNA que aplica técnicas de lógica difusa. Abbasi, Rastgoo e Nakisa (2018) também estudaram a aplicação de radial basis function (RBF) com redes neurais que, segundo os autores, é um sistema dinâmico não linear de aprendizado supervisionado.

Roohollah Noori é um dos pesquisadores que iniciou o uso de inteligência artificial aplicada na previsão de RSU e já utilizou técnicas como regressão linear multivariada (MLV) (NOORI *et al.*, 2009), análise de componentes principais combinada com RNA (PCA-RNA) e teste gama combinado com RNA (TG-RNA) (NOORI; KARBASSI; SALMAN SABAH, 2010).

Davor Antanasijevic e Viktor Pocajt, junto com outros pesquisadores, aplicaram redes neurais de regressão geral (*general regression neural network* – GRNN) para um estudo de aderência do método para geração de resíduos sólidos em 26 países europeus (ANTANASIJEVIĆ *et al.*, 2013) e posteriormente para 44 países (ANTANASIJEVIĆ *et al.*, 2016). Chhay *et al.* utilizaram *grey model* com RNA e lógica difusa para estimativa da geração de resíduos na China. A aplicação de algoritmos genéticos combinada com RNA foi estudada por Oliveira, Sousa e Dias-Ferreira (2019).

Abbasi e Hanandeh (2016) utilizaram quatro tipos de algoritmos para prever a geração mensal de resíduos sólidos em Logan City, na Austrália, comparando ANFIS, *support vector machine* (SVM) e RNA, concluindo que todos os modelos funcionaram adequadamente, embora o que tivesse resultado maior precisão tenha sido o sistema ANFIS. Abbasi retomou o tema com Rastgoo e Nakisa (2018) utilizando *radial basis function* (RBF) com RNA para estimar a quantidade de resíduos mensais gerada em Teerã, Irã.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de inteligência artificial dos trabalhos estudados apresentaram boa aderência aos resultados reais, com algumas variações devido à diferença entre métodos ou tipos de variáveis externas. Em virtude desses bons resultados, pode-se considerar que, no contexto do planejamento urbano, o uso de RNA como método de previsão, que é um campo de pesquisa em crescimento, pode atuar como ferramenta para uma melhor compreensão das práticas de geração de RSU e proporcionar oportunidades positivas no que se refere a otimização de suas operações. Ademais, o fato de se ter encontrado apenas 12 artigos específicos sobre o tema revela que este ainda é um campo quase inexplorado em RSU. Sua aplicação pode ser estudada a outros sistemas urbanos e ao gerenciamento ambiental de forma mais ampla.

## REFERÊNCIAS

- Abbasi, M.; El Hanandeh, A. Forecasting municipal solid waste generation using artificial intelligence modelling approaches. **Waste Management**, [s. l.], v. 56, p. 13–22, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.05.018>>
- Abbasi, M.; Rastgoo, M. N.; Nakisa, B. Monthly and seasonal modeling of municipal waste generation using radial basis function neural network. **Environmental Progress and Sustainable Energy**, [s. l.], p. 1–10, 2018.
- Abdoli, M. A.; Nezhad, M. F.; Sede, R. S.; Behboudian, S. Longterm Forecasting of Solid Waste Generation by the Artificial Neural Networks. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 628–636, 2012.
- Abdoli, M. A.; Falah Nezhad, M.; Salehi Sede, R.; Behboudian, S. Longterm forecasting of solid waste generation by the artificial neural networks. **Environmental Progress & Sustainable Energy**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 628–636, 2012. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/ep.10591>>
- Antanasijević, D.; Pocajt, V.; Popović, I.; Redžić, N.; Ristić, M. The forecasting of municipal waste generation using artificial neural networks and sustainability indicators. **Sustainability Science**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 37–46, 2013.
- Antanasijević, D. Z.; Perić-Grujić, A. A.; Adamović, V. M.; Pocajt, V. V.; Ristić, M. Đ. Prediction of municipal solid waste generation using artificial neural network approach enhanced by structural break analysis. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 299–311, 2016.
- Azadi, S.; Karimi-Jashni, A. Verifying the performance of artificial neural network and multiple linear regression in predicting the mean seasonal municipal solid waste generation rate: A case study of Fars province, Iran. **Waste Management**, [s. l.], v. 48, p. 14–23, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.034>>
- Batinic, B.; Vukmirovic, S.; Vujic, G.; Stanisavljevic, N.; Ubavin, D.; Vukmirovic, G. Using ANN model to determine future waste characteristics in order to achieve specific waste management targets -case study of Serbia. **Journal of Scientific and Industrial Research**, [s. l.], v. 70, n. 7, p. 513–518, 2011.
- Bishop, C. M. Neural networks: a pattern recognition perspective. **Handbook of Neural Computation**, [s. l.], n. 1973, p. 1–23, 1996. Disponível em: <<http://eprints.aston.ac.uk/1130/>>
- Chhay, L.; Reyad, M. A. H.; Suy, R.; Islam, M. R.; Mian, M. M. Municipal solid waste generation in China: influencing factor analysis and multi-model forecasting. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 1761–1770, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10163-018-0743-4>>
- Dias, D. M.; Martinez, C. B.; Barros, R. T. V.; Libânio, M. Modelo para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. **Engenharia Sanitária Ambiental**, [s.l.], v. 17, n. 3, p. 325-332, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=3&script=sci\\_arttext&pid=S141341522012000300009&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=3&script=sci_arttext&pid=S141341522012000300009&lng=en&tlng=en)>
- Fathollahi, M.; Heidari Farsani, S.; Azadeh, A. An intelligent algorithm for accurate forecasting of short term solid waste generation. **International Journal of Data and Network Science**, [s. l.], v. 1, n. 2017, p. 59–68, 2018.

Kannangara, M.; Dua, R.; Ahmadi, L.; Bensebaa, F. Modeling and prediction of regional municipal solid waste generation and diversion in Canada using machine learning approaches. **Waste Management**, [s. l.], v. 74, p. 3–15, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.057>>

Kontokosta, C. E.; Hong, B.; Johnson, N. E.; Starobin, D. Using machine learning and small area estimation to predict building-level municipal solid waste generation in cities. **Computers, Environment and Urban Systems**, [s. l.], v. 70, n. November 2017, p. 151–162, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.03.004>>

Noori, R.; Abdoli, M.; Ghazizade, M.; Samieifard, R. Comparison of Neural Network and Principal Component- Regression Analysis to Predict the Solid Waste Generation in Tehran. **Iranian J Publ Health**, [s. l.], v. 38, n. 1, p. 74–84, 2009.

Noori, R.; Karbassi, A.; Salman Sabahi, M. Evaluation of PCA and Gamma test techniques on ANN operation for weekly solid waste prediction. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 91, n. 3, p. 767–771, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.10.007>>

Oliveira, V.; Sousa, V.; Dias-Ferreira, C. Artificial neural network modelling of the amount of separately-collected household packaging waste. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 210, p. 401–409, 2019.

Shamshiry, E.; Mokhtar, M. Bin; Abdulai, A. Comparison of Artificial Neural Network (ANN) and Multiple Regression Analysis for Predicting the amount of Solid Waste Generation in a Tourist and Tropical Area—Langkawi Island. [s. l.], p. 161–166, 2014.

Singh, D.; Satija, A. Prediction of municipal solid waste generation for optimum planning and management with artificial neural network—case study: Faridabad City in Haryana State (India). **International Journal of Systems Assurance Engineering and Management**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 91–97, 2018.

Sun, X.; Huang, M.; Wang, Y.; Zhang, H.; Wan, J.; Ma, Y. Prediction model of DnBP degradation based on BP neural network in AAO system. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 102, n. 6, p. 4410–4415, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2011.01.004>>

Younes, M. K.; Nopiah, Z. M.; Basri, N. E. A.; Basri, H.; Abushammala, M. F. M.; Maulud, K. N. A. Prediction of municipal solid waste generation using nonlinear autoregressive network. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 187, n. 12, p. 1–10, 2015.

## AGREGANDO VALOR A RESÍDUOS TÊXTEIS POR MEIO DE MÃO DE OBRA QUALIFICADA E OCIOSA

Data de submissão: 19/08/2020

### **Taynara Thaís Flohr**

Universidade Federal de Santa  
Catarina (UFSC)  
Blumenau – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/8355400641376466>

### **Gabrielle Cristine Kratz**

Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC)  
Blumenau – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/1713798733505285>

### **Grazyella Cristina Oliveira de Aguiar**

Universidade Federal de Santa  
Catarina (UFSC)  
Blumenau – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/5493911035968207>

### **Brenda Teresa Porto de Matos**

Universidade Federal de Santa  
Catarina (UFSC)  
Blumenau – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/8081081244402332>

### **Catia Rosana Lange de Aguiar**

Universidade Federal de Santa  
Catarina (UFSC)  
Blumenau – Santa Catarina  
<http://lattes.cnpq.br/3489538429541537>

**RESUMO:** Os materiais têxteis empregados nos mais diversos produtos, sejam de vestuário, decoração ou mesmo técnicos, em geral são

produzidos com fibras naturais e químicas, divididas em fibras sintéticas e artificiais. No caso das fibras sintéticas, o maior volume produzido e comercializado ainda é o de fibras provenientes de recursos não renováveis, como o petróleo. De acordo com os resultados obtidos por meios de outros estudos, as fibras naturais se degradam rapidamente em solo, enquanto as fibras sintéticas, produzidas via polímeros oriundos do petróleo, apresentam degradação lenta, causando sérios danos ambientais. Este estudo tem como objetivo destinar corretamente os resíduos têxteis e aumentar o ciclo de vida destes produtos, corroborando com o conceito de sustentabilidade, mediante um processo de interação social com uma comunidade de pessoas que vivem em um lar de idosos. Para que possa ser atingido este objetivo, foram desenvolvidas oficinas com as pessoas envolvidas com o lar, onde foi empregada mão de obra ociosa na fabricação de artesanato com resíduos têxteis, corroborando com o incremento dos conceitos de sustentabilidade, que trabalha o tripé economia, ambiente e sociedade. Produtos como almofadas e porta copos foram confeccionados para uso próprio, incentivando o correto destino dos resíduos têxteis.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos têxteis; sustentabilidade; artesanato.

### **ADDING VALUE TO TEXTILE WASTE BY MEANS OF QUALIFIED AND IDLE MANPOWER**

**ABSTRACT:** The textile materials used in various products, whether clothing, decoration or even

technical, are generally produced with natural and chemical fibers, divided into synthetic and artificial fibers. As for synthetic fibers, the largest volume produced and marketed is still made from non-renewable resources, such as petroleum. According to the results obtained by other studies, natural fibers degrade quickly into the soil, while synthetic fibers, produced from polymers which are extracted from petroleum, present slow degradation, causing serious environmental damages. This study aims at correctly sorting textile waste and increasing the lifetime of these products, corroborating the concept of sustainability, through a process of social interaction with a community of people living in a nursing home. In order to achieve this goal, workshops have been held with people involved with the home, where idle manpower was been employed in the manufacture of handicrafts made out of textile waste, corroborating sustainability concepts, which promotes the economic, environmental and societal triad. Products such as cushions and coasters have been produced by them for their own use, encouraging the correct disposal of textile waste.

**KEYWORDS:** textile waste; sustainability; crafts.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os têxteis estão presentes no nosso dia a dia, por meio de aplicações diversas, tais como vestuário, cama, mesa, banho e decoração além de usos técnicos; assim, são muito importantes. De acordo com cada aplicação, o ciclo de vida destes materiais é variável, e, quando não há políticas de destino de resíduos sólidos ou mesmo de educação ambiental, o seu descarte após uso pode resultar em impactos ambientais significativos. A indústria têxtil, principalmente, em paralelo com a indústria do vestuário, são grandes responsáveis pela economia mundial e determinantes de hábitos e comportamentos de consumo na sociedade. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, em 2017 foi produzido cerca de 1,3 milhão de toneladas de têxteis no Brasil (ABIT, 2018), com base nessa perceptível produção desenfreada pode-se afirmar que a indústria têxtil segue um modelo econômico de produção linear: “extrair, transformar e descartar” (AMARAL, 2018). Este modelo econômico teve seu início em 1970 devido à crise do petróleo, após a percepção da necessidade de um novo planejamento estratégico para as indústrias do setor têxtil, chamado de movimento *fast fashion* que introduziu um novo conceito de consumo para o aumento econômico e trouxe grandes impactos ambientais. (LEGNAIOLI, 2019)

O conceito *fast fashion* é um modelo de vendas que visa atender as tendências rotineiras do mercado, deste modo, caracteriza-se pela rápida produção, consumo e, também, rápido descarte, devido à necessidade de manter-se sempre em tendências atuais. Este modelo auxiliou para que houvesse a acessibilidade da moda, pois, devido a produção em larga escala, os preços são mais baixos e acessíveis, porém a alta produção causa impactos negativos no meio ambiente, uma vez que, com o consumo acelerado o descarte de resíduos têxteis também aumenta (ESTEVÃO, 2019). Além da contaminação propiciada pelos descartes incorretos dos resíduos têxteis, a indústria têxtil gera um alto índice de poluição ao longo de sua cadeia produtiva, devido à utilização em larga

escala de matérias primas extraídas da natureza, desencadeando, assim perturbações ao ecossistema, elevado consumo e poluição de água, consumo de energia e emissões atmosféricas de poluentes. Com base nesses fatores, a indústria têxtil está no segundo lugares no ranking das mais poluentes, perdendo apenas para a indústria do petróleo (MENEGUELLI, 2017).

De acordo com a Fundação Ellen MacArthur, numa perspectiva mundial, aproximadamente 2.625 kg de roupas são queimadas ou enviadas para aterros a cada segundo, isso é equivalente a 8.782.000.000 kg de roupas descartadas anualmente (REICHART; DREW, 2019). No Brasil, há cerca de 32 mil empresas têxteis (FCEM, 2019); correlacionando a produção com a população em 2014 (aproximadamente 204 milhões de pessoas), o consumo por pessoa foi de 10,3 quilos. Deste total de consumo anual, 170 mil toneladas acabam tornando-se resíduos têxteis, e 80% disto acabam não sendo reaproveitados e nem reciclados, sendo descartados em lixões ou em aterros sanitários, causando assim um retardo para o desenvolvimento sustentável, o qual poderia estar fornecendo matéria-prima para outros fins e gerando rendas (AMARAL, 2018). Fundamentados nessas informações, percebe-se a necessidade crescente do incentivo a práticas sustentáveis, para que ocorra a minimização de impactos ambientais, estes que são causados pelo consumo descontrolado e descarte inadequado, e a maximização econômica através da diminuição de extração de recursos naturais, gerando benefícios para a sociedade.

Torna-se cada vez mais importante o reconhecimento de que os recursos naturais são finitos e de que nós dependemos deles para a nossa sobrevivência humana, deste modo, estes devem ser utilizados com qualidade, e não em quantidade (WWF-BRASIL, 2019). Neste âmbito, emerge a adequação do desenvolvimento sustentável, que, de acordo com as Nações Unidas, pode-se definir como “o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, garantindo a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, é o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro.” A sustentabilidade também é conhecida como um tripé formado pelo que é considerado ecologicamente correto, economicamente viável e socialmente responsável. Deste modo, afirma-se que, atualmente, é extremamente importante obter uma gestão sustentável, analisar um produto como um todo, ou seja, analisar desde o seu processo até a obtenção do produto final, buscando verificar a possibilidade de recuperação ou reciclagem do mesmo. Tal análise, além de averiguar possíveis diminuições de poluição, acarreta também em redução de custos, o que é bastante benéfico, pois se sabe que, para a indústria, é imprescindível reduzir o gasto de energia e de água utilizados imprópriamente, reduzir a utilização de aterros sanitários e, principalmente, a exploração dos recursos naturais, o que acarreta menores custos industriais e diminuição de impactos ambientais (AMARAL, 2018).

Com a análise de processo de acordo com a gestão sustentável, pode-se afirmar que, além da preocupação com o consumo e o descarte adequado, é de extrema importância

que a escolha das matérias-primas a serem empregadas no decorrer do processo têxtil deve priorizar as que irão gerar menor impacto ao meio ambiente, corroborando, assim, com uma política compatível com a ideia de sustentabilidade.

Na indústria têxtil, pode-se utilizar como exemplo de matérias-primas o poliéster e o algodão, que, no contexto atual, são as fibras mais comumente empregadas na produção de tecidos (AMARAL, 2018). Elas provêm de fontes diferentes e são classificadas como sintéticas e naturais, respectivamente. O tempo de decomposição das fibras sintéticas é muito longo; em números, a fibra de poliéster leva mais de 100 anos para se decompor, é um tempo extremamente elevado para ser absorvido pela natureza, colaborando, pois, com a escassez dos recursos naturais. As fibras naturais são menos poluidoras em relação a este processo de decomposição, pois, por serem biodegradáveis, levam menos tempo para se decompor (AMARAL, 2018). Porém, fibras sintéticas, muitas vezes, possuem um custo de produção mais baixo, contribuindo para uma produção em massa, gerando, entretanto, um grande número de resíduos.

Com base no desenvolvimento sustentável e para manter um ecossistema harmonioso, considera-se ideal a implementação de um processo cíclico, dando opções para que tudo que venha a ser retirado da natureza volte a ela sem prejudicá-la, corroborando com a Economia Circular, concebida como a utilização de resíduos como insumos para a produção de novos produtos (ECYCLE, 2019). Haja vista a importância do estudo dessa problemática, o objetivo deste projeto reside na minimização de impactos ambientais através do aumento do ciclo de vida de substratos têxteis, utilizando mão de obra qualificada e ociosa, em parceria com um lar de idosos, para a fabricação de artesanatos que serão utilizados pelo próprio lar. Deste modo, ao se realizar este projeto, contribui-se também para que ocorra uma interação social, através de oficinas com essa comunidade envolvida, fortalecendo o tripé da sustentabilidade: economia, ambiente e sociedade, além de conscientizar os envolvidos sobre o correto destino dos resíduos têxteis.

## **2 | OBJETIVO**

Promover atividades de fabricação de artesanatos com idosos, moradores de um lar de repouso, por meio de técnicas que aumentam o ciclo de vida de substratos têxteis, bem como conscientizar os envolvidos sobre os impactos que os resíduos sólidos têxteis podem causar ao meio ambiente.

## **3 | METODOLOGIA**

### **3.1 Levantamento de instituições**

Segundo as novas diretrizes nacionais da graduação em Engenharia, o engenheiro a ser formado deverá ter uma atitude cooperativa, dialógica e interacionista, dotado de

conhecimentos técnico-científicos e sociotécnicos que o capacitem à resolução de problemas, considerando os aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.

O Centro de Blumenau, da Universidade Federal de Santa Catarina, foi criado sob essa perspectiva, com o intuito de propiciar aos futuros engenheiros perceber as interações da engenharia com o meio sociocultural e a complexidade das relações da tecnologia e da ciência com outras dimensões da vida humana associada.

Ao se propor formar profissionais atentos às situações do seu entorno, que trabalhem democraticamente e que impulsionam o desenvolvimento regional inclusivo, identificando problemas e transformando-os em soluções inovadoras, viáveis e sustentáveis, os projetos de extensão tornaram-se ferramentas importantes para proporcionar aos acadêmicos a aquisição dessas competências. Isso porque tais projetos potencializam a familiarização com a realidade local e a interação efetiva com a comunidade, setores produtivos e governamentais.

Por esse motivo, nesta etapa do projeto foram elencadas, por meio de internet, as instituições que abrigam idosos no município de Blumenau - SC, para o desenvolvimento da ação de extensão. Ao se efetuar este levantamento, uma instituição mostrou-se interessada em aplicar o projeto, e, a partir deste aceite, foi então desenvolvido um processo de interação social com a direção, para que os envolvidos pudessem conhecer e articular-se a toda a rede sociotécnica.

### **3.2 Coleta de resíduos têxteis**

A região do Vale do Itajaí, onde está localizada a cidade de Blumenau, é considerada o segundo maior polo têxtil e de confecção do país, abrigando um grande número de indústrias têxteis, dos mais diversos segmentos.

O contato com indústrias do segmento têxtil/confecção foi realizado com algumas empresas da região de Blumenau por meio de ofício, onde se questionou a possibilidade de doação de resíduos de confecção, onde uma empresa respondeu ao questionamento. Os resíduos sólidos foram fornecidos por uma indústria têxtil, fabricante de artigos de cama, mesa e banho, contatada pela equipe de trabalho, antes do início das oficinas. Os materiais obtidos foram retalhos em tecido plano, malha e enchimento de travesseiros, além de fios de meias que foram recebidos de uma empresa de meias da região, fazendo-se, assim, um mix de fibras de poliéster e resíduos de meias, conforme a Figura 1.



Figura 1: Mix de fibras de poliéster e resíduos de meias

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

### 3.3 Apresentação das atividades aos responsáveis pelo lar de repouso

Para dar início ao projeto, agendou-se uma visita ao lar de repouso para a equipe conhecer a instituição e apresentar as atividades planejadas aos responsáveis pelo lar. Para a apresentação, foram utilizados slides com a explicação sobre fibras, dados de degradação de materiais têxteis e o objetivo do projeto, tal como as ideias de artesanato que poderiam ser realizadas junto aos idosos. Ao apresentar as ideias de artesanato, foi aberto um diálogo com os responsáveis e gestores do lar, elencadas sugestões do que seria ideal e útil para os envolvidos e, a partir disto, iniciou-se o planejamento das oficinas.

### 3.4 Aplicação de oficinas de artesanato para os idosos

Com periodicidade quinzenal, as oficinas realizadas aconteciam no período vespertino, com cerca de 10 idosos participantes, além de colaboradores da instituição que auxiliavam no desenvolvimento das atividades, junto às duas alunas extensionistas. Durante os trabalhos, foram utilizados materiais como: resíduos de tecidos diversos, enchimento de travesseiro e fios de meia, linhas, agulhas, canetas de tecido, aviamentos, tesouras e colas variadas.

Para a execução da parte prática foi, inicialmente, feito um levantamento de propostas de produtos a serem confeccionados, assim, após a aprovação das mesmas, iniciou-se o processo de confecção das peças, com recorte de tecidos e elaboração da base do artesanato na universidade, pois serviços que dependem de máquinas de costura são realizados previamente. Então, as bases do artesanato e demais aviamentos foram entregues aos participantes para que realizassem sua montagem, com auxílio e acompanhamento das alunas, conforme pode ser observado na Figura 2. Devido a dificuldades motoras dos idosos envolvidos, decidiu-se que todos os artesanatos que necessitarem de agulhas ou tesouras seriam realizados prévia ou posteriormente à oficina, conforme as etapas de confecção.



Figura 2: Execução das atividades práticas

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

As peças confeccionadas durante os 8 encontros foram respectivamente: portacopos, almofada em formato de coração, almofada com colagem dos nomes, almofada com desenhos livres feitos com caneta de tecido, jogo americano com colagens, jogo americano com pintura em tinta para tecido, boneca e enfeites natalinos, todos confeccionados com objetivos de uso próprio ou para que fossem presenteados a familiares ou entes queridos dos idosos envolvidos com o projeto.

### **3.5 Apresentação final das atividades realizadas**

Com todas as oficinas realizadas, fez-se uma espécie de confraternização com os idosos participantes e funcionários do lar, para apresentar imagens dos encontros, conversar com todos e receber as respostas das oficinas, as quais foram muito positivas e até mesmo emocionantes. Os idosos se mostraram muito empolgados e orgulhosos ao verem as imagens das oficinas e relembrem cada uma delas e os artigos que eles mesmo produziram e agora utilizam.

## **4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os responsáveis demonstraram interesse pelo projeto, por ser também uma oportunidade de interação e até mesmo de aprendizado para os moradores do lar, compreendendo que trabalhos manuais venham auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos idosos e reduzir o risco de demência (BERNARDES, 2010).

Por meio das práticas realizadas com frequência quinzenal, foram desenvolvidas peças de artesanato com resíduos sólidos têxteis, onde os idosos puderam desenvolver habilidades manuais e praticar sua criatividade, aplicando técnicas de customização.

Devido a problemas cognitivos e de coordenação, alguns idosos necessitavam de maior auxílio, porém todos apresentaram aptidão para desenvolver os artesanatos

propostos e ficaram satisfeitos com o resultado. Percebeu-se também uma evolução na habilidade de criação dos idosos, sendo crescente a cada encontro. No decorrer das oficinas, os idosos que possuíam maior facilidade ofereciam-se para auxiliar aqueles com menor capacidade, proporcionando assim uma interação social.

Como em cada oficina participaram cerca de 10 idosos, costumou-se realizar em média 10 peças por encontro. No primeiro, foram montados porta-copos, que podem ser observados na Figura 3, onde inicialmente foram cortadas bases em um tecido com maior resistência e confeccionados fuxicos em tecido plano. Desta forma, os participantes colavam os fuxicos na base e os enfeitavam de acordo com sua criatividade. Esse encontro foi direcionado para que a equipe pudesse ter conhecimento das habilidades de cada participante e analisar sua reação com atividades inovadoras, considerando a rotina do lar.



Figura 3: Porta copos realizados no 1º encontro

Fonte: Arquivo das autoras, 2019

No segundo encontro foram montadas almofadas em formato de coração, conforme a Figura 4, trazendo-lhes a visão de afeto. Nestas os participantes puderam fazer colagem de aviamentos e escrever seu nome, preenchendo-as, subsequentemente, com fibra de poliéster e resíduos de meia.



(a)



(b)

Figura 4: Almofadas em formato de coração, participante com seu produto (a), almofadas finalizadas (b)

Fonte: Arquivo das autoras, 2019

Foram também desenvolvidas almofadas de *patchwork*, apresentadas na Figura 5, com colagens de seus respectivos nomes e também formas para customizar as mesmas, sendo estas posteriormente preenchidas com os resíduos de meias, misturadas com fibras de enchimento de travesseiros, como pode ser observado na Figura 6.



Figura 5: Montagem das almofadas de *patchwork*

Fonte: Arquivo das autoras, 2019



Figura 6: Preenchimento de almofadas

Fonte: Arquivo das autoras, 2019

Para o desenvolvimento da criatividade, criaram-se almofadas com desenhos de escolha de cada participante, optou-se por este modelo de decoração para que ocorresse o estímulo da pintura manual, que auxilia muito na melhoria dos movimentos das mãos. Todas as almofadas confeccionadas foram desenvolvidas de modo que pudessem ser utilizadas pelo lar de repouso, devido à alta demanda deste utensílio para o conforto dos idosos acamados e cadeirantes. Primeiramente realizaram-se as pinturas nos tecidos para que então fosse feita a costura e o enchimento, conforme se pode visualizar na Figura 7, obtendo assim as almofadas.



(a)



(b)

Figura 7: (a)/(b) Decoração dos tecidos para produção de almofadas

Fonte: Arquivo das autoras, 2019

Através da análise do cotidiano dos idosos participantes, percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de jogos americanos para que pudessem ser utilizados durante a hora da refeição, auxiliando na higiene e na decoração do ambiente. Os jogos americanos foram

levados costurados para a oficina e a decoração dos mesmos ficou de responsabilidade dos participantes, no primeiro encontro trabalhou-se com colagem de enfeites escolhidos pelos idosos e, no segundo encontro, a decoração dos jogos americanos foram desenhos realizados com canetas e tintas de tecido (Figura 8).



Figura 8: Jogo americano decorado com canetas e tintas de tecido

Fonte: Arquivo das autoras, 2019

Além do estudo de qual artesanato desenvolver de acordo com a necessidade, obteve-se também o cuidado de analisar as datas festivas, estas que geralmente envolvem visitas de familiares. Deste modo, próximo ao dia das crianças, foi proposto o desenvolvimento de bonecas (Figura 9) para que os participantes pudessem presentear seus entes queridos com o artesanato.



Figura 9: Bonecas produzidas para o dia das crianças

Fonte: Arquivo das autoras, 2019.

Para o último encontro, sabendo que estava próximo ao Natal, foi proposto o desenvolvimento de decorações natalinas, onde estas foram utilizadas para a decoração do lar, conforme Figura 10, fazendo com que os idosos pudessem tornar esta data festiva ainda mais especial com os artesanatos exclusivos desenvolvidos por cada morador do lar.



Figura 10: Utilização do artesanato feito na decoração natalina do lar

Fonte: Arquivo das autoras, 2019

A resposta das oficinas foi extremamente positiva, os participantes mostraram-se motivados quando se iniciavam e, ao fim delas, ficavam entusiasmados pelo artesanato que produziram, que poderia ser para uso próprio ou para presentear entes queridos. Procurou-se trabalhar com os nomes de cada idoso, como pode ser observado na Figuras 4ab e 5, para que assim, em casos de Alzheimer, eles possam relembrar a sua identidade. O trabalho manual auxilia no desenvolvimento motor, e o trabalho criativo desenvolve o desempenho intelectual e diminui o risco de demência, devido ao exercício mental requerido durante a realização dos artesanatos (BERNARDES, 2010).

Considerando os resultados de cada um dos encontros, observou-se que houve a reutilização de aproximadamente 0,5 kg de tecido e 1,2 kg de enchimento, mix de resíduos de fibra de poliéster e resíduos de fios de meia, conforme a Figura 1. Assim, com a realização destas atividades com 10 idosos, pôde-se verificar que foram empregados cerca de 0,17 kg de resíduos têxteis por produtos feitos. Deste modo, considerando que o estado de Santa Catarina possui aproximadamente 300 municípios e aferindo que cada um destes possui ao menos um lar de repouso com, em média, 10 idosos, se cada lar proporcionasse no mínimo duas oficinas de reutilização de resíduos têxteis mensais, similarmente ao presente estudo,

em um ano, estima-se que seriam reutilizados em torno de 12.240 kg de resíduos, com participação de, no mínimo, 3.000 idosos em aproximadamente 24 encontros. Extrapolando esta ideia a nível nacional, cerca de 5.570 municípios atingidos, a marca chega a 227.256 kg de resíduos reaproveitados ao ano e 55.700 idosos participantes. Ou seja, cerca de 220 toneladas de resíduos têxteis poderiam estar sendo reaproveitadas na fabricação de artesanato com a valoração dos resíduos e ganhos socioambientais.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Blumenau, considerada um grande polo têxtil nacional, produz uma grande quantidade de resíduos têxteis e, considerando o problema gerado a partir do descarte inapropriado destes, a orientação à população corrobora com o conceito de sustentabilidade, demonstrada a importância da reutilização de rejeitos têxteis para conservação ambiental. No Brasil, a estimativa de resíduos têxteis é de 170 mil toneladas/ano. Desse total, em torno de 20% são reaproveitadas na produção. Técnicas de reciclagem e reutilização de resíduos têxteis, como artesanatos, reduzem a produção de excedentes, já que o mesmo material retorna à cadeia produtiva. Assim, o resíduo, que antes não tinha serventia e era descartado, agora pode ser reutilizado e reduz o impacto ambiental causado pela indústria têxtil.

O trabalho realizado demonstrou que é possível unir os três pilares economia, ambiente e sociedade, a partir da utilização de mão de obra qualificada e ociosa e resíduos industriais cedidos por empresas têxteis da região. Realizando oficinas em uma casa de repouso de Blumenau, foi possível agregar conhecimento aos envolvidos, tanto referente ao descarte de retalhos por parte dos idosos quanto o desenvolvimento social e cultural das alunas. Ao reduzir a produção de excedentes, existe um impacto econômico que pode se tornar muito significativo se o trabalho for expandido a mais cidades e lares, visando que em 8 encontros foram reaproveitados aproximadamente 15 kg de resíduos em oficinas realizadas com cerca de 10 idosos.

## REFERÊNCIAS

ABIT- Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. **Perfil do Setor: Dados gerais do setor referentes a 2017**. Disponível em: <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor/> Acesso em: 16 de julho de 2019

AMARAL, M.C. **Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy**. *Gest. Prod.* Vol. 25, No. 3, pp. 431-443.

BERNARDES, J. **Maior atividade pode prevenir demência em idosos**. 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/?p=32838> Acesso em: 26 de julho de 2019

ECYCLE, Equipe. **O que é Economia Circular?** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/2853-economia-circular/> Acesso em: 26 de julho de 2019

ESTEVIÃO, I. M. Estudo alerta para os impactos ambientais do fast fashion. 2019. Disponível em: <https://www.metropoles.com/colunas-blogs/ilca-maria-estevao/estudo-alerta-para-os-impactos-ambientais-do-fast-fashion>. Acesso em: 26 de julho de 2019.

FCEM. **Segmentos têxteis: conheça os 4 principais do mercado brasileiro.** FEBRATEX GROUP, 2019. Disponível em: <https://fcem.com.br/noticias/segmento-textil-os-4-principais-do-mercado-brasileiro> Acesso em: 16 de julho de 2019

LEGNAIOLI, S. **O que é fast fashion?**. Ecycle, 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/5891-fast-fashion> Acesso em: 26 de julho de 2019

MENEGUELLI, G. **Moda: A indústria que ocupa o 2º lugar no ranking das mais poluentes.** Greenme, 2017. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/consumir/moda/5181-moda-ranking-poluicao> Acesso em: 26 de julho de 2019

REICHART, E.; DREW, D. **Os impactos econômicos e sociais da “Fast Fashion”.** WRI Insights, 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/02/os-impactos-economicos-e-sociais-da-fast-fashion> Acesso em: 26 de julho de 2019

WWF-BRASIL. **Sustentabilidade: Da teoria à prática.** Disponível em: [https://www.wwf.org.br/participe/porque\\_participar/sustentabilidade/](https://www.wwf.org.br/participe/porque_participar/sustentabilidade/) Acesso em: 26 de julho de 2019

## VERIFICAÇÃO DO ESTADO FÍSICO E ESTRUTURAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE RIO VERDE, GO

Data de submissão: 24/08/2020

**Daniel Rodrigues Campos**

Universidade de Gurupi – UNIRG

Gurupi – TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5337448061115671>

**Marcel Sousa Marques**

Universidade Federal do Tocantins - UFT

Palmas - TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6196652085352932>

**Adriana Antunes Lopes**

Instituto Federal de São Paulo - IFSP

Ilha Solteira – SP, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8223592156939686>

**Camila Ribeiro Rodrigues**

Universidade de Gurupi – UNIRG

Gurupi – TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6373169676495321>

**Katianne Lopes de Paiva**

Universidade Federal do Tocantins – UFT

Palmas – TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5034551965159453>

**Marcelo Mendes Pedroza**

Instituto Federal do Tocantins – IFTO

Palmas – TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/4401608528438096>

**Danielma Silva Maia**

Instituto Federal do Tocantins – IFTO

Gurupi – TO, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3639723304380681>

**Enicléia Nunes de Sousa Barros**

Universidade de Gurupi – UNIRG

Gurupi – TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3193828248319049>

**RESUMO:** O confinamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterro sanitário é uma das formas de disposição final mais adequada do ponto de vista ambiental, atendendo as diretrizes instituídas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e preservando a qualidade ambiental da área de locação e interferência direta do aterro. Entretanto, com o aumento da geração de resíduos nos centros urbanos, em concomitância com o desgaste financeiro da máquina pública, o descarte desses resíduos é realizado em áreas impróprias, pondo em risco toda a dinâmica ambiental da destinação final desse tipo de resíduo sólido. Por conseguinte, objetivou-se com a execução do presente estudo, a caracterização física e estrutural do aterro de resíduos sólidos urbanos de Rio Verde - GO através de visitas in loco, bem como a análise das normas e legislações ambientais inerentes e vigorantes sobre a temática estudada. O intuito principal foi avaliar os impactos ambientais gerados em decorrência do uso atual da área, além de propor medidas mitigadoras para amenizar os impactos ambientais negativos decorrentes da disposição e acomodação final inadequada dos resíduos sólidos urbanos no município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aterro Sanitário, Resíduos Sólidos Urbanos, Destinação Final, Política Nacional de Resíduos Sólidos, Qualidade Ambiental.

## VERIFICATION OF THE PHYSICAL AND STRUCTURAL STATUS OF THE FINAL DISPOSAL AREA OF URBAN SOLID WASTE FROM RIO VERDE, GO

**ABSTRACT:** The confinement of urban solid waste (SUW) in a landfill is one of the most appropriate final disposal methods from the environmental point of view, meeting the guidelines established by the National Solid Waste Policy and preserving the environmental quality of the location and interference area direct from the landfill. However, with the increase in the generation of waste in urban centers, concomitantly with the financial waste of the public machinery, the disposal of this waste is carried out in inappropriate areas, putting at risk the entire environmental dynamics of the final destination of this type of solid waste. Therefore, with the execution of the present study, the objective was the physical and structural characterization of the urban solid waste landfill in Rio Verde - GO through on-site visits, as well as the analysis of the inherent and vigorous environmental norms and legislation on the theme studied. The main purpose was to assess the environmental impacts generated as a result of the current use of the area, in addition to proposing mitigating measures to mitigate the negative environmental impacts resulting from the inadequate disposal and final accommodation of urban solid waste in the municipality.

**KEYWORDS:** Sanitary Landfill, Urban Solid Waste, Final Destination, National Solid Waste Policy, Environmental Quality.

### 1 | INTRODUÇÃO

O avanço da quantidade de produção de resíduos gerados nos centros urbanos se tornou um grande problema em escala municipal, estadual e federal, afetando diretamente a sanidade pública local e contribuindo para o agravamento de conflitos ambientais, relacionados aos impactos ambientais negativos, decorrentes do mau acondicionamento final desses resíduos (REZENDE, 2013).

No Brasil, conforme dados disponibilizados pelo último Panorama dos Resíduos Sólidos 2015 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), cerca de 41,3% dos municípios brasileiros ainda não atendem as legislações ambientais vigentes acerca da disposição final de resíduos sólidos urbanos, dispondo assim seus resíduos em áreas impróprias, sem nenhuma medida técnica e de engenharia capazes de conter a contaminação gerada pela degradação física e biológica do resíduo, contaminando toda a área de interferência direta desse acondicionamento irregular de resíduos.

A Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos definiu que os municípios que ainda não contassem com uma destinação final e ambientalmente adequada de seus resíduos sólidos urbanos, deveriam atender as novas diretrizes da PNRS. Dessa forma, os municípios deveriam ainda, segundo a lei, contar com planos de trabalhos, visando a redução de resíduos sólidos dispostos nos aterros, empregando técnicas de reaproveitamento de seus resíduos, visando a minimização dos impactos ambientais negativos causados pela destinação final inadequada desses resíduos

no meio ambiente local (LUCIO, 2013).

A utilização de aterros sanitários como forma de disposição de RSU é a técnica de acomodação final mais difundida em todo mundo e uma das configurações de disposição final ambientalmente mais adequada para os resíduos sólidos urbanos (REICHERT, 2007). Porém, enquanto novas tecnologias de destinação final ou reaproveitamento do potencial econômico contido nesses resíduos não surgem, o aterro sanitário se torna essencial para qualquer tipo de manejo e acomodação final de resíduos sólidos, tornando-se assim um grande desafio a ser vencido pelos governantes locais atuais.

A disposição em aterro sanitário constitui um método de acomodação final de resíduos sólidos mais viável em operação como em custos de operação, tendo um controle maior e mais eficaz dos poluentes gerados a partir da degradação biológica desse resíduo, assim como à proteção ambiental da área em que ele está instalado (REICHERT, 2013). Porém, é necessário que haja toda uma infraestrutura para o descarte apropriado desses resíduos em concordância com a legislação ambiental vigente.

Entretanto, a destinação final de qualquer tipo de resíduo só pode ser realizada do ponto de vista ambiental, quando todas as outras formas de aproveitamento econômico do mesmo se extinguem, dispondo em aterros sanitários apenas os resíduos que não apresentam nenhum tipo de aproveitamento energético, se tornando um grande desafio a ser vencido pela máquina pública brasileira atual.

Mesmo obedecendo todas as normas de instalação e operação de um aterro sanitário, os problemas oriundos de sua instalação são facilmente detectados e dificilmente remediados (BARREIRA, 2005). Entretanto, alguns municípios de pequeno porte não dispõem de uma estrutura técnica para o gerenciamento adequado de seus resíduos, desde a sua coleta a disposição final, resultando no descarte em locais impróprios ou sendo acondicionados em depósitos inapropriados, contaminando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como o solo da região de instalação dos aterros (MARQUES, 2016).

Diante dessa problemática, este trabalho avaliou a realidade atual do aterro de resíduos sólidos urbanos de Rio Verde – GO, mediante a execução de visitas *in-loco* em conjunto com a análise aplicada da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), assim como, das legislações técnicas em vigor inerentes a temática que norteiam a concepção e monitoramento eficaz de um aterro sanitário de médio porte. A finalidade do presente estudo foi avaliar e comprovar os possíveis efeitos deletérios provocados em decorrência da utilização inadequada da área, propondo ações com a finalidade de diminuir os impactos ambientais negativos ocasionados pelo emprego da área como aterro.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado na zona rural do município de Rio Verde – GO, localizado no Sudoeste Goiano (Figura 1), ocupando uma área de aproximadamente 8.415,40 km<sup>2</sup>.

Possui uma população de cerca de 212.237 habitantes segundo estimativa realizada pelos dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017).



Figura 1: Localização geográfica do município de Rio Verde – GO.

Fonte: IBGE (2017).

Rio Verde destaca-se no cenário nacional como um grande produtor de arroz, soja, milho, algodão, sorgo, feijão, girassol além de contar com um importante plantel bovino, avícola e suíno. Sua economia é voltada para o agronegócio onde, seu Produto Interno Bruto (PIB) de pouco mais 5.783.073 bilhões de reais - o quarto maior do Estado de Goiás (IBGE, 2017). Por apresentar um crescimento no cenário econômico exponencial, e com um largo desenvolvimento no setor de implementos agrícolas e construção civil, por conseguinte é um grande gerador de RSU.

Conforme a proposta inicial de trabalho, o presente estudo foi dividido em três ciclos, que serão detalhados a seguir com a finalidade de pesquisar e conhecer mais sobre a dinâmica de operação atual do aterro e a sua subsequente legislação acerca dessa disposição.

O primeiro ciclo partiu na realização de ampla revisão de literatura sobre a disposição final de RSU, em concordância com a legislação federal, seguindo as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Assim, o estudo de concepção do Aterro Sanitário de Rio Verde – GO disponibilizado à população foi consultado, podendo assim desenvolver uma comparação entre os parâmetros necessários para a criação e operação de um aterro.

O segundo ciclo, por sua vez, consistiu-se de visitas técnicas realizadas na área de disposição dos resíduos, com o intuito de obter dados acerca da operação diária do aterro e comprovar se o mesmo seguiu os critérios pré-definidos em seu projeto de criação. Assim, foram levantados os seguintes pontos básicos para a classificação de uma área de disposição final de resíduos sólidos: informações sobre os resíduos dispostos no aterro;

quantidade de resíduos dispostos; capacidade e vida útil prevista para a área; infraestrutura existente; sistemas de impermeabilização de base e laterais; sistema de recobrimento diário e cobertura final.

Em adição, sistema de coleta e drenagem de líquidos percolados; sistema de coleta e tratamentos dos gases; sistema de drenagem superficial; sistema de tratamento de líquidos percolados; sistema de monitoramento, presença de catadores no local; presença de vetores; distância de corpos d'água superficiais e de núcleos populacionais; condições das vias de acesso; empresa responsável pela operação do aterro e condições atuais de operação. Além disso, também foi realizado registro fotográfico com o objetivo principal de comprovar o parecer final desse trabalho.

No terceiro ciclo, foram levantados todos os dados coletados nos ciclos anteriores e realizado uma avaliação preliminar dos dados obtidos, comparando-os com as normas específicas sobre a temática estudada. Estas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 8419 (ABNT, 1992), que discorre sobre a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos e NBR 13896 (ABNT, 1997), que discorre sobre Aterros de resíduos não perigosos – critério de projeto, implantação e operação – Procedimento.

Dessa forma, tornou-se executável a caracterização da área de disposição final de RSU de Rio Verde – GO a partir do estudo comparativo, levantando a realidade atualizada da área de disposição dos resíduos sólidos no município.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Atualmente, a administração do aterro é realizada pela empresa terceirizada Loc – Service – Comércio e Serviços Ltda, que ganhou a licitação em 03 de julho de 2014. A prefeitura repassa mensalmente uma média de R\$ 1.997.812,90 à empresa, valor referente à coleta e ao transporte de resíduos na zona urbana, além da operação do aterro (RIO VERDE, 2014). A prefeitura possui funcionários no aterro e na Secretaria de Ação Urbana, localizada no centro da cidade, que fiscalizam diariamente o serviço realizado por esta empresa.

Conforme informações obtidas nas visitas técnicas, o aterro recebe em média 240 toneladas/dia de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), com funcionamento durante 24 horas por dia, com exceção do espalhamento e da compactação dos resíduos, que somente é realizada no período em que há a incidência de luz solar. A coleta dos resíduos na zona urbana do município é realizada por 10 caminhões coletores que se revezam em duas jornadas de trabalho, cada um com capacidade útil de aproximadamente 10 toneladas de resíduo por caminhão coletor (Figura 2).



Figura 2: Caminhão Coletor de Resíduos Sólidos Domiciliares do Município de Rio Verde.

Fonte: Autor.

O projeto de criação do aterro o concebe como sendo um aterro em valas com dimensões iniciais de 500 metros de comprimento, base superior de 30 metros e inferior de 20 metros com uma profundidade de aproximadamente 5 metros. Porém, devido ao aumento descontrolado dos resíduos recebidos no aterro, essas dimensões do aterro hoje são de aproximadamente 314 metros de comprimento, base superior de 155 metros e inferior de 201 metros, com uma altura de aproximadamente 10 metros nos pontos mais altos do talude (Figura 3).



Figura 3: Visão Frontal do Maciço de Resíduos no Aterro.

Fonte: Autor.

Como impacto negativo gerado pela má execução do plano de operação diária do aterro temos o risco de deslizamento dos taludes ocasionado pelas grandes dimensões do maciço de resíduos, exercendo uma grande força pela massa de resíduos podendo ocasionar uma ruptura das estruturas e solo, gerando instabilidade.

Após ser coletado na zona urbana do município, os resíduos são encaminhados diretamente ao aterro sem passar por um processo de triagem ou tratamento preliminar,

sendo dispostos diretamente na célula do maciço de resíduos e posteriormente espalhados e recobertos. De acordo com informações repassadas pelo operador do aterro, após os resíduos serem espalhados e compactados, recebem uma cobertura de Resíduos de Construção Civil (RCC) para impedir a disseminação de vetores (MARQUES, 2016), o que não foi visto no período de execução do presente trabalho, pois o resíduo permanecia sem a cobertura final, conforme apresentado pela Figura 4.



Figura 4: Resíduo disposto descoberto no momento da visita.

Fonte: Autor.

Em se tratando dos indicadores ambientais de controle e funcionamento assertivo de um aterro sanitário, podemos destacar a presença significativa de vetores como urubus, indicando a falta de recobrimento diário e adequado dos resíduos dispostos diariamente no aterro (MEDEIROS et al., 2009).

O tratamento de líquidos percolados, por sua vez, está localizado na cota mais baixa do aterro e foi projetado na seguinte configuração: tanque de equalização, lagoa anaeróbica seguido de lagoa aerada e lagoas facultativas, conforme esquema demonstrado pela Figura 5.

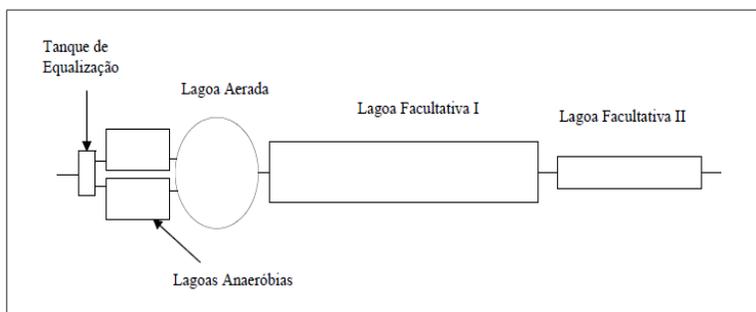


Figura 5: Sistema de Tratamento do Percolado do Aterro proposto no projeto.

Fonte: RAS (2014).

Contudo, o sistema de tratamento não foi construído integralmente, sendo constituído apenas da primeira parte do tratamento composto pelo tanque de equalização, seguido das duas lagoas anaeróbicas (Figura 6), o que de certa forma não produz um efeito desejado para a remoção de carga orgânica carbonácea presente no chorume, bem como, a concentração de metais pesados pois, para o êxito do tratamento, o mesmo depende das etapas seguintes para a sua plena eficiência.



Figura 6: Sistema de tratamento de chorume atualmente instalado no aterro.

Fonte: Autor.

Após ser conduzido pela parte do sistema de tratamento de percolados que está instalado, o chorume é lançado no solo, conforme demonstrado pela Figura 7, comprometendo assim a qualidade ambiental da área de influência do despejo do percolado sem o tratamento ambientalmente adequado e regulamentado pelas normas ambientais vigentes (BRASIL, 2011).



Figura 7: Lançamento de chorume não tratado diretamente no solo.

Fonte: Autor.

Os impactos ambientais decorrentes do lançamento do percolato sem tratamento no meio ambiente estão diretamente relacionados a fase de produção do percolato no maciço de resíduos dispostos no aterro. O percolato gerado a partir de resíduos considerados novos, tem como característica uma alta taxa de demanda biogeoquímica, fator esse associado a grande quantidade de matéria orgânica carbonácea ali disposta e a grande requisição de oxigênio para a degradação da mesma, além de possuir um pH muito ácido e posterior geração de compostos altamente tóxicos (SERAFIM et al.; 2003).

Com o passar dos anos, a concentração de matéria orgânica disponível no interior do maciço se torna escassa e resulta na conversão dos materiais ali confinados em gases como o metano e CO<sub>2</sub>, resultando assim na fase que se tem um maior potencial energético em aterros sanitários, quando aproveitado e utilizado na geração de energia elétrica pelo aproveitamento da queima controlada desses gases (SERAFIM et al.; 2003).

Por se tratar de um sistema que não foi concebido integralmente como proposto em projeto, o sistema de tratamento de percolados não produz um efeito desejado de remoção da carga orgânica presente no chorume, assim como a remoção dos metais pesados como chumbo, ferro e manganês, que são altamente tóxicos a microbiota presente no solo de descarte direto desse efluente (MARQUES, 2015).

Outro grande problema encontrado no município é a falta de separação e acondicionamento dos RCC's no canteiro de obras, implicando assim na disposição irregular de outros tipos de resíduos como resíduos eletrônicos e móveis em geral (Figura 8), aumentando assim o volume desses tipos de resíduos dispostos de forma incorreta no aterro. Dessa forma, além dos resíduos não serem somente inertes, contribuem para a degradação e depreciação da qualidade ambiental da área de descarte irregular dos resíduos de construção civil contaminados com resíduos orgânicos na área do aterro de Rio Verde.



Figura 8: Caçamba de RCC's sem a segregação apropriada.

Fonte: Autor.

Até a presente data, não se há conhecimento de alguma política pública local referente a implantação da coleta seletiva no município de Rio Verde, aproveitando o potencial energético e financeiro agregado ao resíduo, bem como, a diminuição do montante de resíduos dispostos no aterro. Entretanto, no projeto de criação do aterro, foi reservada uma área destinada a implantação de uma central de triagem, limpeza e segregação dos resíduos coletados na zona urbana do município, conforme previsto na Lei 12 305/2010 (BRASIL, 2010), porém o projeto não prosseguiu em sua execução.

Dessa forma, conclui-se com a execução do presente estudo em relação as infraestruturas físicas da área do aterro, a necessidade da implantação de ações corretivas em caráter emergencial para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos na área do aterro de Rio Verde.

A implantação do sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos municipal se torna essencial para a execução de políticas públicas como a coleta seletiva, que por meio do engajamento da população de forma eficaz, contribuirá para a preservação ambiental como um todo, pois serão descartados no aterro, apenas os materiais que não possuam nenhum tipo de aproveitamento energético viável e, de forma indireta, aumentará a vida útil do aterro.

## **4 | CONCLUSÕES**

Este trabalho objetivou a caracterização física e estrutural do aterro de resíduos sólidos urbanos do município de Rio Verde – GO e seus efeitos ambientais negativos. Durante a execução do trabalho, foram encontradas inúmeras falhas na execução do sistema de gerenciamento municipal de resíduos sólidos que, se comparados com a legislação ambiental e normas vigentes acerca da disposição final de resíduos sólidos em aterros sanitários, não condizem com as informações apresentadas pelos relatórios elaborados pelos órgãos ambientais do estado de Goiás, que classificam o aterro como sanitário.

Os resíduos sólidos gerados dentro da sede municipal, ultimamente, têm-se tornado um grave problema para a administração pública atual, que por meio de licitações públicas passou a administração do aterro para uma empresa terceirizada, porém continua sendo responsável por todos os atos negligentes sobre o empreendimento estudado.

Durante o período de estudo (jun/2015 a jun/2017), não foram observadas melhorias que devem ser destacadas, pois os resíduos ainda são dispostos em uma célula que não possui o recobrimento adequado, nem estruturas de coleta e tratamento de gases que são essenciais para a dinâmica ambiental de um aterro sanitário, não cumprindo assim a sua real função.

As não conformidades avaliadas vão desde a falta de procedimentos técnicos básicos para a operação adequada do aterro à falta de estruturas técnicas e administrativas

necessárias para o funcionamento do mesmo, comprometendo toda a dinâmica ambiental e estrutural do aterro de Rio Verde.

Dessa forma, como conclusão obtida pelo desenvolvimento do presente estudo, recomenda-se a implantação de um Plano de Gerenciamento Integrado eficaz dos Resíduos Sólidos Urbanos produzidos no município de Rio Verde – GO, por meio da Secretaria de Ação Urbana do município, responsável por esta pasta.

Assim, a problemática atual enfrentada pelo município de descarte irregular de seus resíduos e de todos os impactos ambientais negativos decorrentes do mau gerenciamento e estruturas precárias da atual área de disposição final de RSU do município de Rio Verde – GO poderá ser minimizada, atendendo assim as normas e legislações vigentes inerentes à temática ambiental.

## REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 13896. Aterros de resíduos não perigosos – critério de projeto, implantação e operação – Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1997. 12p. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4829>>. Acesso em 25 abr. 2018.

ABNT. NBR 8419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1992. 9p. Disponível em: <<http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2584>>. Acesso em 25 abr. 2018.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2015. Disponível em: <[http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_apresentacao.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm)>. Acesso em 15 abr. 2018.

BARREIRA, L. P. Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-08032006-111308/pt-br.php>>. Acesso em: 12 abr. 2018.

BRASIL. Lei 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. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm)>. Acesso em 25 abr. 2018.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

IBGE. Cidades. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521880&search=goiaslrio-verde>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

LUCIO, R. F. Diagnóstico do Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 121 pg.

MARQUES, M. S. Avaliação do aterro de resíduos sólidos de Rio Verde – Goiás. Rio Verde – GO. PIBIC/IFGOIANO. 2015. 11 p.

MARQUES, M. S.; LOPES, A. A.; FERNANDEZ, J. A. B.; BATTISTELLE, R. A. G. Avaliação da Área de Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Rio Verde – GO. In: 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Anais. Porto Alegre – RS: SQA/ABES-RS, 2016.

MEDEIROS, G. A.; REIS, F. A. G. V.; COSTA, F. B. et al. Diagnóstico do lixão do município de Vargem Grande do Sul, no Estado de São Paulo. Revista de Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, SP. v. 5, n. 03, p. 16, setembro/dezembro 2008. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=174>>. Acesso em 25 abr. 2018.

RAS. Relatório Ambiental Simplificado – RAS. Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos Rio Verde/GO. Goiânia, 2014. 92p.

REICHERT, G. A. Apoio à tomada de decisão por meio da avaliação de ciclo de vida em sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: o caso de Porto Alegre. 2013. 276 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2013.

REICHERT, G. A. Manual. Projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários. 2007. USC. Caxias do Sul - RS. 109p.

REZENDE, J. H.; CARBONI, M.; MURGEL, M. A. T.; et al., Composição Gravimétrica e Peso Específico dos Resíduos Sólidos Urbanos em Jaú (SP). Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG, v.18, n.01, p.8, janeiro/março de 2013.

RIO VERDE - GO. Contrato de prestação de serviços nº 303/2014. Gabinete do Prefeito. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/uCCngH>>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SERAFIM, A. C., GUSSAKOV, K. C et al., Chorume, impactos ambientais e possibilidades de tratamentos. FÓRUM DE ESTUDOS CONTÁBEIS, 3. São Paulo: UNICAMP, 2003.

# CAPÍTULO 24

## VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA ÁREA DE DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE RIO VERDE, GO

Data de submissão: 24/08/2020

**Daniel Rodrigues Campos**

Universidade de Gurupi – UNIRG  
Gurupi – TO, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5337448061115671>

**Marcel Sousa Marques**

Universidade Federal do Tocantins - UFT  
Palmas - TO, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/6196652085352932>

**Adriana Antunes Lopes**

Instituto Federal de São Paulo - IFSP  
Ilha Solteira – SP, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/8223592156939686>

**Camila Ribeiro Rodrigues**

Universidade de Gurupi – UNIRG  
Gurupi – TO, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/6373169676495321>

**Katianne Lopes de Paiva**

Universidade Federal do Tocantins – UFT  
Palmas – TO, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/5034551965159453>

**Marcelo Mendes Pedroza**

Instituto Federal do Tocantins – IFTO  
Palmas – TO, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/4401608528438096>

**Danielma Silva Maia**

Instituto Federal do Tocantins – IFTO  
Gurupi – TO, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3639723304380681>

**Enicléia Nunes de Sousa Barros**

Universidade de Gurupi – UNIRG  
Gurupi – TO, Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/3193828248319049>

**RESUMO:** O avanço crescente da geração de resíduos sólidos produzidos nos centros urbanos tornou-se um grave problema em escala municipal, estadual e federal, afetando diretamente a saúde pública local e agravando os conflitos ambientais nas áreas de descarte incorreto desses resíduos (REZENDE, 2013). O monitoramento ambiental de aterros sanitários por sua vez, destaca-se como uma importante ferramenta operacional dos sistemas de controle das infraestruturas físicas instaladas na área de disposição final dos resíduos sólidos urbanos (RSU), contribuindo assim, para a amenização dos impactos ambientais negativos gerados pelo uso da área como aterro sanitário. Sua execução é de suma importância para o aporte de dados ao gestor do aterro, servindo como suporte para a tomada de decisões em relação a operação e manutenção do aterro, permitindo o controle ambiental assertivo da área do aterro sanitário. O presente trabalho teve como objetivo realizar o monitoramento ambiental da área de disposição final dos RSU de Rio Verde, GO, por meio das características químicas presentes nas amostras de água, solo e de chorume, coletadas no sistema de monitoramento ambiental do aterro, bem como, levantar as possíveis tendências de contaminação da área por metais pesados e substâncias tóxicas presentes nas amostras. O intuito primordial foi verificar o cumprimento das

diretrizes ambientais orientadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei 12.305/2010 (BRASIL,2010), assim como, os padrões mínimos de lançamento e qualidade de efluentes orientados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Monitoramento Ambiental, Resíduos Sólidos Urbanos, Aterro Sanitário, Impactos Ambientais.

## VERIFICATION OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE FINAL DISPOSAL AREA OF URBAN SOLID WASTE FROM RIO VERDE, GO

**ABSTRACT:** The increasing advance in the generation of solid waste produced in urban centers has become a serious problem on a municipal, state and federal scale, directly affecting local public health and aggravating environmental conflicts in the areas of incorrect disposal of this waste (REZENDE, 2013). Environmental monitoring of landfills, in turn, stands out as an important operational tool for the control systems of physical infrastructures installed in the final disposal area for solid urban waste (SUW), thus contributing to the mitigation of the negative environmental impacts generated for using the area as a landfill. Its execution is of paramount importance for the input of data to the landfill manager, serving as a support for making decisions regarding the operation and maintenance of the landfill, allowing the assertive environmental control of the landfill area. The present work aimed to carry out the environmental monitoring of the final disposal area of SUW in Rio Verde, GO, by means of the chemical characteristics present in the water, soil and leachate samples collected in the environmental monitoring system of the landfill, as well as, raise the possible trends of contamination of the area by heavy metals and toxic substances present in the samples. The primary purpose was to verify compliance with the environmental guidelines guided by the National Solid Waste Policy established by Law 12.305 / 2010 (BRASIL, 2010), as well as the minimum standards for discharge and quality of effluents guided by the National Environment Council.

**KEYWORDS:** Environmental Monitoring, Urban Solid Waste, Landfill, Environmental Impacts.

## 1 | INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades em concomitância com a produção exacerbada de lixo urbano está contribuindo para o agravamento das condições sanitárias e ambientais nos grandes centros urbanos (MIRANDA, 2011). A produção de lixo desordenada contribui para o descarte desses resíduos em áreas que não são preparadas para recebê-lo, agravando os impactos negativos decorrentes da contaminação de cursos hídricos locais pela presença dos resíduos na água, agravando assim as condições sanitárias e expondo a população a doenças provenientes dos vetores atraídos pela presença desses resíduos em estado de degradação biológica.

A disposição regular adequada do lixo urbano produzido nas grandes cidades ainda não é feita de forma expressa por toda a população, gerando assim descartes irregulares em terrenos baldios, gerando riscos eminentes a saúde pública local, além do desperdício do potencial de reaproveitamento da matéria prima agregada no resíduo, contribuindo

assim para a depreciação das condições estéticas da cidade (MOURA E ROSA, 1990).

Os aspectos técnicos sobressaem os aspectos políticos quando a temática é a geração e descarte irregular desses resíduos, não se tornando um objeto de discussão social referentes aos inúmeros problemas socioambientais decorrentes do descarte irregular desses resíduos, necessitando a criação de políticas públicas que abordem essa temática (COUTO, 2004).

Segundo dados disponibilizados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), cerca de 82,8% dos resíduos sólidos urbanos coletados têm uma destinação final e ambientalmente adequada, podendo ser estes dispostos em aterros sanitários ou aterros controlados, os quais pouco se distinguem de lixões, pois não possuem obras de engenharia específicas, capazes de resguardar a saúde pública e a qualidade ambiental da área de destinação final desses resíduos.

Ainda, de acordo com o panorama, 17,2% dos resíduos sólidos urbanos coletados são dispostos em lixões ou vazadouros a céu aberto, pondo em risco toda a dinâmica ambiental da área de influência direta do descarte (ABRELPE, 2014). A Constituição Brasileira de 1988 definiu em seu escopo que a gestão dos resíduos sólidos urbanos produzidos em um dado município é de responsabilidade local. Porém, nota-se um avanço das iniciativas das prefeituras em terceirizar o serviço, passando assim a responsabilidade da gestão dos RSU a empresas da iniciativa privada (BRASIL, 1988).

A disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários é a técnica de disposição final mais difundida em todo mundo (REICHERT, 2007). Porém, enquanto novas tecnologias de destinação final ou reaproveitamento desses resíduos de forma ambientalmente adequada não surgem, o aterro sanitário é essencial para qualquer tipo de manejo e acomodação final de resíduos sólidos. Mesmo obedecendo todas as normas de instalação e operação de um aterro sanitário, os problemas oriundos de sua instalação são facilmente detectados e, dificilmente remediados (BARREIRA, 2005).

A avaliação contínua do local de disposição final dos resíduos sólidos é indispensável para se calcular a dimensão dos riscos associados à instalação e operação de um aterro sanitário e a própria vida útil do aterro (REICHERT, 2007). Devido à grande diversidade biológica e estrutural de cada resíduo sólido existente, obras de engenharia específicas deverão ser criadas com o intuito de conter e controlar os resíduos ali acondicionados.

Mas, para isso, estudos prévios sobre os impactos ambientais negativos decorrentes da degradação física e estrutural dos resíduos ali dispostos deverão ser realizados, com o intuito de escolher a técnica de engenharia mais adaptável para aquele tipo de resíduo.

As melhorias observadas nas áreas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos são realizadas de forma paliativas, não persistindo de forma duradoura e eficaz. Geralmente, são realizadas como respostas às notificações dos órgãos ambientais responsáveis pelo monitoramento e regulamentação de tais atividades.

A disposição final de forma inadequada tem sido observada em municípios que não

possuem uma temática ambiental em sua pasta de governo. Neste caso, outras atividades são tomadas como prioridades, e ações referentes à temática não possuem um orçamento adequado para o gerenciamento ambiental assertivo e eficaz dos resíduos sólidos urbanos do município.

A produção de chorume gerado biologicamente pela decomposição anaeróbia da matéria orgânica confinada nas células do aterro, pode contaminar toda área de influência direta do aterro, além de gerar inúmeros problemas ambientais quando este não é tratado de forma adequada e lançado no solo desprotegido (SISINNO & OLIVEIRA, 2000). Entretanto, alguns municípios de pequeno porte não “possuem” uma estrutura técnica para o descarte de seus resíduos, o que resulta em depósitos inapropriados, contaminando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como o solo da região de instalação dos aterros (MARQUES, 2016).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo realizar o monitoramento ambiental da área de disposição final dos RSU de Rio Verde, GO, por meio das características químicas presentes nas amostras de água, solo e de chorume, coletadas no sistema de monitoramento ambiental do aterro, bem como, levantar as possíveis tendências de contaminação da área por metais pesados e substâncias tóxicas presentes nas amostras, verificando a efetividade do cumprimento em relação as diretrizes orientados instituídas pela PNRS (BRASIL, 2010), bem como, das normas regulamentadoras do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

Conforme a proposta inicial de trabalho, o presente estudo partiu da pesquisa exploratória sobre o monitoramento ambiental de aterros sanitários de médio porte, e todas as legislações ambientais inerentes a temática. Dessa forma, se tornou possível conhecer os possíveis impactos ambientais negativos decorrentes do uso da área como aterro sanitário. Para a investigação do passível ambiental, foram realizados o levantamento de dados técnicos sobre o monitoramento ambiental existente e em operação no aterro sanitário de Rio Verde, que serão detalhados a seguir.

Para uma melhor análise e discussão dos dados obtidos por meio da execução desse trabalho, os dados do Relatório Ambiental Simplificado (RAS, 2014), elaborado a pedido da Prefeitura Municipal de Rio Verde para o diagnóstico avaliativo/crítico da situação atual operacional do aterro, foram utilizados com o fim de comprovar a realidade da área de disposição final dos resíduos sólidos urbanos do município de Rio Verde – GO.

Os dados apresentados acerca da qualidade das águas do lençol freático da área de influência do aterro, juntamente com as análises do solo e chorume presente nas duas lagoas anaeróbias do sistema de tratamento de percolado, foram disponibilizados pela Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH,

atualmente denominada SECIMA – Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos, 2015), a partir da solicitação por meio de ofício protocolado no dia 11 de novembro de 2015 sob Protocolo 13509/2015. Posteriormente a protocolização do ofício, toda a documentação inerente ao Aterro de Resíduos Sólidos de Rio Verde – GO presentes na sede da Secretaria em Goiânia – GO foram disponibilizados pela SECIMA.

As análises físico-químicas do solo, assim como as análises realizadas nas amostras de água, coletadas nos poços de monitoramento do lençol freático, e chorume, coletados no sistema de tratamento de percolados foram realizadas em laboratório terceirizado. Todos os resultados analisados foram comparados com a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 420 (CONAMA, 2009).

As visitas técnicas realizadas foram devidamente autorizadas e acompanhadas por representantes da Secretaria Municipal de Ação Urbana do município, que atualmente é a responsável pela operação do aterro. As informações colhidas in loco e os produtos realizados a partir dessas visitas técnicas foram devidamente autorizadas pela Secretaria Municipal de Ação Urbana do município de Rio Verde – GO, sob a prerrogativa de disponibilização para fins didáticos e uso na elaboração do presente trabalho.

A entrevista realizada com o gerente regional do Sul e Sudoeste Goiano na sede da Loc Service Comércio e Serviços Ltda, empresa terceirizada para realizar a coleta regular de resíduos sólidos e para gerenciar o aterro municipal de Rio Verde, serviu de aporte para a fidedignidade das informações apresentadas no trabalho. Dessa forma, se tornou possível demonstrar dados reais acerca do gerenciamento dos resíduos sólidos do município, como a disponibilização de informações sobre a disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Rio Verde, GO.

Dessa forma, tornou-se executável o monitoramento ambiental da área de disposição final dos RSU de Rio Verde, GO a partir do estudo comparativo, levantando a realidade atualizada apresentada pelos resultados dos ensaios físico-químicos do solo, água e do percolado coletados no sistema de monitoramento ambiental do aterro do município.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O estudo foi realizado na zona rural do município de Rio Verde – GO, localizado no Sudoeste Goiano (Figura 1), ocupando uma área de aproximadamente 8.415,40 km<sup>2</sup>. Possui uma população de cerca de 212.237 habitantes segundo estimativa realizada pelos dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017).



Figura 1: Localização geográfica do município de Rio Verde – GO.

Fonte: IBGE (2017).

Rio Verde destaca-se no cenário nacional como um grande produtor de arroz, soja, milho, algodão, sorgo, feijão, girassol além de contar com um importante plantel bovino, avícola e suíno. Sua economia é voltada para o agronegócio onde, seu Produto Interno Bruto (PIB) de pouco mais 5.783.073 bilhões de reais - o quarto maior do Estado de Goiás (IBGE, 2017). Por apresentar um crescimento no cenário econômico exponencial, e com um largo desenvolvimento no setor de implementos agrícolas e construção civil, por conseguinte é um grande gerador de RSU.

### 3.1 Indicadores da Qualidade das Águas Subterrâneas na Área do Estudo

As análises apresentadas nesse estudo foram disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH, atual SECIMA), mediante a expedição de ofícios solicitando informações específicas sobre a área de disposição final dos resíduos sólidos urbanos do município de Rio Verde – GO. Com isso, houve a autorização para acesso às análises das águas do lençol freático, do solo e do chorume retirado do sistema de tratamento de percolado existente no aterro. Estes resultados foram apresentados no Relatório Ambiental Simplificado (RAS, 2014), realizado a pedido da Prefeitura de Rio Verde para a adequação do aterro perante ao órgão ambiental goiano.

De acordo com estudos pedológicos realizados na área de estudo, a profundidade média do lençol freático é de 7,5 metros, distância entre a base do aterro e o ponto mais alto do lençol freático, distância que tende a diminuir nos períodos de chuva. A escolha do local de instalação da área do sistema do tratamento do percolado se deu na parte mais baixa do terreno, aproveitando assim de forma eficaz o escoamento natural do terreno (Figura 2).

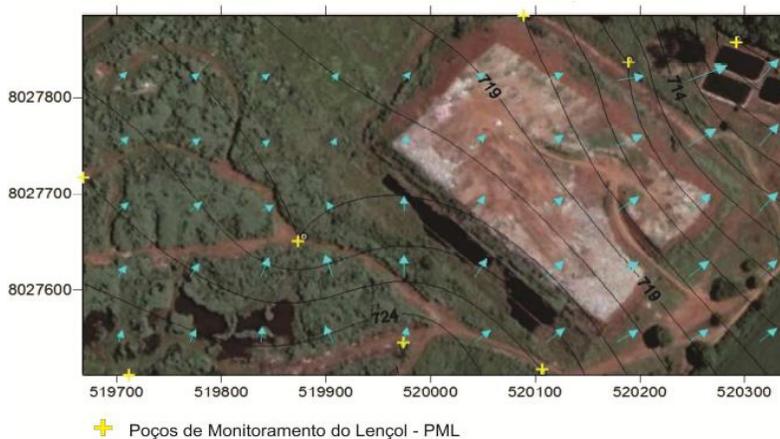


Figura 2: Direção do fluxo do lençol freático e dos poços de monitoramento.

Fonte: RAS (2014).

A realização das medidas de profundidade foi efetuada no dia 01 de agosto de 2014 no período de seca. Porém, no período chuvoso, a profundidade do lençol freático seria menor devido à recarga do aquífero (Figura 3).

Poços de Monitoramento do Lençol - PML	Coordenadas (UTM) 22 K		Profundidade (m)
	X	Y	
PML 01	520341,29	8027825,26	11,60
PML 02	520291,29	8027859,12	11,70
PML 03 (existente)	520188,25	8027837,71	46
PML 04 (existente)	520088,23	8027886,98	32
PML 05	519872,02	8027651,71	10,20
PML 06	519973,09	8027545,98	10,70
PML 07	520105,51	8027518,18	11,75
PML 08	519667,16	8027718,38	11,70
PML 09	519711,11	8027512,43	14,00

Figura 3: Poços de monitoramento, suas geolocalizações e profundidades de lençol freático.

Fonte: RAS (2014).

A realização do pedido de análise das águas do lençol freático, sob a área de influência do aterro, partiu do pressuposto de que o aterro não possui impermeabilização adequada de sua base e nem possui um sistema de tratamento de percolado eficaz. Dessa forma, com essa conjuntura de fatores, tomou-se como hipótese a possibilidade da contaminação das águas do lençol freático devido à operação precária do aterro.

As amostras foram coletadas no dia 01 de agosto de 2014 nos 9 poços de

monitoramento existentes na área do aterro e foram analisadas no dia 04 de agosto de 2014. Os resultados estão apresentados na Figura 4.

Parâmetros	Poços de Monitoramento do Lençol - PML (água)										VMP*	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	und.		
Arsênio	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	µg/L	10
Bário	520	840	760	82	780	130	270	25	21	21	µg/L	700
Cádmio	<0,5	0,51	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,05	<0,5	<0,5	µg/L	5
Chumbo	35	58	46	27	32	31	34	29	24	24	µg/L	10
Cianeto	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	µg/L	NR
Cobre	<1	<1	<1	<1	23	<0,01	<1	<1	<1	<1	µg/L	2.000
Cromo	<1	<1	<1	<1	49	<0,01	<1	<1	<1	<1	µg/L	50
Ferro	80	90	70	60	120	160	220	270	260	260	µg/L	300
Mercurio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,01	<0,1	<0,1	<0,1	µg/L	1
Níquel	20	71	46	20	47	15	42	16	11	11	µg/L	20
Nitrato	600	2.000	150	340	340	790	<1	40	<1	<1	µg/L	10.000
Nitrito	135	13,8	0,008	0,007	<0,01	2,73	0,05	<0,01	0,041	0,041	mg/L	NR
Nitrogênio Amoniacal	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/L	NR
Nitrogênio total	<0,01	1,12	1,12	<0,01	1,12	<0,01	6,72	11,76	<0,01	<0,01	mg/L	NR
Cloretos	430	680	530	28	21	83	50	2	6	6	mg/L	NR
Fluoreto total	<0,01	<0,01	0,09	0,17	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/L	NR
Fósforo total	0,1	0,22	0,02	0,06	0,9	0,5	0,5	2,4	0,08	0,08	mg/L	NR
Oleos e graxas	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	mg/L	NR
Sólidos Dissolvidos Totais	781	135,8	875,0	179,8	138,6	69,24	69,24	69,24	47,91	47,91	mg/L	NR
pH	7,7	8,2	7,8	8,1	7,9	7,9	7,3	7,7	7,4	-	-	NR
Zinco	64	120	21	<1	50	35	57	26	37	37	µg/L	5.000
Fenóis	5	7	6	4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	µg/L	140
Sulfato	<1	<1	<1	<1	<1	8	16	<1	<1	<1	mg/L	NR
Sulfeto	9,2	11,2	9,2	9,2	9,2	6,4	8,0	9,2	9,2	9,2	mg/L	NR

Figura 4: Resultados das análises das amostras das águas subterrâneas.

Fonte: RAS (2014).

VMP\* - Valor máximo permitido.

Os resultados obtidos por meio das análises físico-químicas das amostras de água coletadas foram comparados com os parâmetros e limites máximos estabelecidos pela Resolução do CONAMA 420 (BRASIL, 2009). Os parâmetros analisados que apresentaram valores acima do limite máximo permitido foram o chumbo (Pb) em todas as amostras analisadas, níquel (Ni) e Bário (Ba) nas amostras 02, 03 e 05; somente chumbo (Pb) e níquel (Ni) na amostra 07.

Após análise dos mapas de Levantamento Altimétrico do aterro e da localização dos poços de monitoramento do lençol freático pode-se concluir que as amostras coletadas nos poços de monitoramento 01, 02, 03 e 04 sofreram interferência direta do lançamento do percolado disposto no solo sem qualquer tipo de tratamento. Já o poço de monitoramento 05 sofreu influência direta da área de expansão do aterro, que tem recebido chorume bruto

desviado antes do percolado ser encaminhado para as lagoas de tratamento.

A amostra do poço 07, por sua vez, deve ter recebido apenas a influência da área do incinerador instalado na área do aterro. Porém, não foi disponibilizada qualquer informação sobre sua operação e se os seus efluentes são tratados na própria área do aterro ou encaminhados para a estação de tratamento de esgotos do município.

As amostras dos poços 8 e 9 não possuem nenhuma interferência direta com o aterro, estando mais a montante da área. Porém, a concentração de chumbo (Pb) foi excedida nas duas amostras (Figura 5), indicando assim que o lençol freático da área de interferência direta do aterro está contaminado com a presença de Pb.

Porém, com base nos resultados das análises realizadas (RAS, 2014) não se pode afirmar que o aterro está afetando de forma direta a qualidade das águas subterrâneas devido ao espaço de tempo decorrido entre a coleta e as análises das amostras, o que pode ter alterado os resultados. Além disso, foi realizada apenas uma coleta de amostras, o que é insuficiente para o monitoramento adequado de um aterro sanitário, conforme recomendado pela ABNT NBR 13896/97 (ABNT, 1997). Dessa forma, faz-se necessário um acompanhamento mais eficaz e coerente da área para se ter uma estimativa de quanto o maciço de resíduos interfere na qualidade das águas subterrâneas na área de influência direta do aterro.

### **3.2 Indicadores da Qualidade do Solo na Área do Estudo**

As amostras de solo foram realizadas no período entre os dias 23 a 31 de julho de 2014 (Figura 5), durante as etapas de perfuração dos poços de monitoramento, sendo possível a coleta em profundidades menores para demonstrar melhor as condições do uso da área em um maior espaço de tempo, visto que o horizonte de coleta do solo retrata com eficácia o tempo de contaminação do solo pela percolação de chorume no solo (LEPSCH, 2002). A profundidade média de coleta do solo foi de aproximadamente 6 metros, não atingindo o lençol freático.

Parâmetros	Poços de Monitoramento do Lençol - PML (solo)								VMP*
	01	02	05	06	07	08	09	und.	
Arsênio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	mg/Kg	150
Bário	174	68,2	41,2	47,3	105	38,7	342	mg/Kg	750
Cádmio	2,38	2,58	2,05	2,35	2,41	1,77	2,47	mg/Kg	20
Chumbo	43,7	36,5	31	35,3	34,4	33	37,2	mg/Kg	900
Cianeto	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,1	<0,1	<0,01	mg/Kg	NR
pH	6,6	6,5	6,7	6,5	6,6	6,6	6,8	mg/Kg	NR
Cloretos	123	120	120	115	120	123	120	mg/Kg	NR
Fluoreto total	221	211	200	232	223	187	167	mg/Kg	NR
Fósforo total	15,6	15,9	15,8	17,8	18,5	28	26,3	mg/Kg	NR
Óleos e graxas	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	mg/Kg	NR
Cobre	139	90,5	97,1	72	79,5	69	60,6	mg/Kg	600
Cromo	318	271	194	278	325	182	305	mg/Kg	400
Mercúrio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	mg/Kg	70
Níquel	<b>225</b>	<b>222</b>	<b>262</b>	<b>150</b>	<b>161</b>	<b>195</b>	126	mg/Kg	130
Zinco	124	84	74,8	62,5	205	62,1	112	mg/Kg	NR
Sólidos Dissolvidos Totais	29,7	0,133	0,135	0,135	0,129	0,129	0,131	µS/cm	NR
Sulfato	234	221	218	208	200	196	190	mg/Kg	NR
Sulfeto	34,1	29,1	22,1	22,7	22	21	21	mg/Kg	NR
Nitrato	47,8	45,3	45	45,5	42,5	49,5	39,5	mg/Kg	NR
Nitrito	12,2	12	12,8	10,8	10,9	11,9	10,9	mg/Kg	NR
Fenóis	0,028	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	mg/Kg	15
Ferro	1,59	1,53	1,50	1,29	1,43	1,49	1,45	mg/Kg	NR
Nitrogênio Amoniacal	27,8	27	29,2	29,9	30,1	29,1	29	mg/Kg	NR
Nitrogênio total	87	89	86,7	83,9	83	81	76	mg/Kg	NR

Figura 5: Resultados das análises das amostras de solo.

Fonte: RAS (2014).

VMP\* - Valor máximo permitido.

Os resultados obtidos por meio das análises de solo realizadas apresentaram valores que excederam o máximo permitido pela Resolução do CONAMA 420 (BRASIL, 2009) para o parâmetro níquel (Ni) nos poços de monitoramento 01, 02, 05, 06, 07 e 08.

Os poços de monitoramento que excederam os padrões máximos permitidos para o níquel sofrem influência direta do maciço de resíduos e do sistema ineficaz de tratamento de percolado. Porém, não se pode afirmar que existe alguma relação entre os níveis elevados de níquel nessas amostras e o maciço de resíduos sem que haja estudos mais aprofundados evidenciando essa hipótese.

Além disso, foi realizada apenas uma coleta de amostras de solo a uma determinada profundidade, o que é insuficiente para se concluir que o solo está contaminado pela influência do aterro. Recomenda-se a coleta de solo de metro a metro de cada poço até alcançar o lençol freático.

### 3.3 Indicadores do tratamento do percolado do sistema de tratamento implementado na área do estudo

As análises do chorume do sistema de tratamento de percolado foram coletadas no

dia 22 de agosto de 2014 e foram levadas para o laboratório no dia 25 de agosto, o que, de certa forma, pode ter comprometido os resultados apresentados nas amostras devido ao espaço de tempo decorrido entre a coleta e a análise das amostras. Foram realizadas as coletas nas lagoas anaeróbias 1 e 2 e os resultados apresentados pelos ensaios estão na Figura 6.

<b>Parâmetros</b>	<b>Lagoa 01</b>	<b>Lagoa 02</b>	<b>und.</b>	<b>VMP*</b>
pH	8,2	8,3	-	5 a 9
Óleos e Graxas	129,2	89,3	mg/L	50
Sólidos Totais Dissolvidos	785,4	671,3	mg/L	NR
Arsênio total	<0,1	<0,1	mg/L	0,5
Bário total	0,033	0,033	mg/L	5
Cádmio total	0,008	0,006	mg/L	0,2
Chumbo total	0,17	0,12	mg/L	0,5
Cianeto total	<0,1	<0,1	mg/L	1,0
Cobre	0,011	0,013	mg/L	1,0
Nitrogênio Amoniacal total	119,84	52,64	mg/L	20
Nitrogênio total	238,56	135,96	mg/L	NR
Nitrito	0,195	0,218	mg/L	NR
Nitrato	0,65	0,22	mg/L	1,0
Cromo	0,016	0,015	mg/L	1,0
Fósforo total	2,5	1	mg/L	NR
Ferro total	2,09	0,72	mg/L	15
Fluoreto total	0,97	0,78	mg/L	10
Mercurio total	<0,0001	<0,0001	mg/L	0,01
Níquel total	0,13	0,097	mg/L	2
Sulfetos	10,2	7,3	mg/L	1
Zinco total	0,024	0,02	mg/L	5
Fenóis totais	<0,01	0,02	mg/L	0,5
Sulfato	6,3	5,1	mg/L	NR
Cloretos	1.815	1.000	mg/L	NR

Figura 6: Resultados das análises das amostras do percolado.

Fonte: RAS (2014).

VMP\* - Valor máximo permitido.

Os resultados obtidos por meio das análises de chorume realizadas apresentaram valores excedendo o limite máximo permitido pela Resolução do CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011) para os parâmetros Bário, Chumbo e Níquel nas lagoas 1 e 2.

Porém, devido à ausência de detalhamento sobre as circunstâncias em que a coleta e análise das amostras foram realizadas, considerando informações sobre o tempo decorrido para a análise destas, não se pode afirmar que o sistema de lagoas de percolado, instalado de forma incompleta, é eficaz sem que haja a realização de novas análises com o intuito de comprovar a eficácia deste sistema instalado no aterro.

Além disso, foi realizada apenas uma coleta de amostras do percolado, o que é

insuficiente para o monitoramento adequado de um aterro sanitário, conforme recomendado pela ABNT NBR 13896/1997 (ABNT, 1997).

## 4 | CONCLUSÕES

Este trabalho objetivou o monitoramento ambiental da área de disposição final dos resíduos sólidos urbanos de Rio Verde, GO e seus efeitos ambientais negativos a partir da análise físico-química das amostras de solo, águas do lençol freático dos poços de monitoramento instalado no aterro, bem como, do sistema de tratamento de percolados.

Contudo, não se pode afirmar que o aterro está causando contaminação ao lençol freático e solo da região de influência do aterro, devido à falta de informações referentes à forma de realização das análises, dentre elas: o tipo de metodologia empregada para a aferição das análises; tipo de metodologia empregada para a coleta das amostras e se as mesmas seguiram os protocolos de coleta, conforme orientações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011).

Todavia, com base nas análises apresentadas pela empresa Reis Serviços de Consultoria e Geologia Ltda e nas análises físicas da situação atual do aterro, se torna necessário um monitoramento ambiental mais rigoroso e adequado dos poços de monitoramento e de todo sistema de tratamento de percolado para se obter informações mais precisas sobre a interferência do aterro na área de influência direta como um todo.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 13896. Aterros de resíduos não perigosos – critério de projeto, implantação e operação – Procedimento.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 1997. 12p.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015.** Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. São Paulo, 2015. Disponível em: < [http://www.abrelpe.org.br/panorama\\_apresentacao.cfm](http://www.abrelpe.org.br/panorama_apresentacao.cfm)>. Acesso em 15 abr. 2018.

BARREIRA, L. P. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção.** Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília – DF. 1988, 292p.

BRASIL. **Lei 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. 2010.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 420,** de 28 de dezembro de 2009. Ministério do Meio Ambiente.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 430,** de 13 de maio de 2011. Ministério do Meio Ambiente.

CETESB. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo – SP. 2011, 327p.

COUTO, J. L.V. **Saneamento Rural**. 2004. Disponível em <http://www.ufrjr.br>. Acesso em: 23 abr 2018.

IBGE. **Cidades – Rio Verde -Goiás**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficinas de Textos, 2002. 216p.

MARQUES, M. S.; LOPES, A. A.; FERNANDEZ, J. A. B.; BATTISTELLE, R. A. G. **Avaliação da Área de Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Rio Verde – GO**. In: 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Anais. Porto Alegre – RS: SQA/ABES-RS, 2016.

MIRANDA, R. N. **Direito Ambiental**. 3.ed. São Paulo: Rideel, 2011. 151 pg.

MOURA, R. C. S., ROSA, J. F. T. **A questão da saúde na Amazônia**. In: Barros, F. A. F. (Coord.) C & T no processo de desenvolvimento da Amazônia. Relatório Técnico -SCT/CNPq/CEST, Brasília, 1990, pg 153-231.

RAS. **Relatório Ambiental Simplificado – RAS**. Aterro de Resíduos Sólidos Urbanos Rio Verde/GO. Goiânia, 2014. 92p.

REICHERT, G. A. **Manual. Projeto, operação e monitoramento de aterros sanitários**. 2007. USC. Caxias do Sul - RS. 109p.

REZENDE, J. H; CARBONI, M.; MURGEL. M. A. T.; et al., **Composição Gravimétrica e Peso Específico dos Resíduos Sólidos Urbanos em Jaú (SP)**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, MG, v.18, n.01, p.8, janeiro/março de 2013.

SECIMA. **Informações: Serviços de Utilidade, Limpeza Urbana e Tratamento de Lixo – Aterro Controlado de Rio Verde - Protocolo 13509/2015**. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. Goiânia, 11 abr 2018.

SISINNO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M., **Impacto ambiental de grandes depósitos de resíduos sólidos urbanos e industriais**. In: **Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: Uma Visão Multidisciplinar (C.L. S. Sisinno & R. M. Oliveira, org.)**, Rio de Janeiro, 2000. Editora Fiocruz. pg. 41-57.

## ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE PROTEÇÃO À VIDA AQUÁTICA DO RIO BURITICUPU, OESTE MARANHENSE

### **Edmilson Arruda dos Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Buriticupu, Departamento de Ensino. Buriticupu – Maranhão.  
<http://lattes.cnpq.br/4944211256112574>

### **Frauzino Correia Lima Neto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Buriticupu, Buriticupu – Maranhão.  
<http://lattes.cnpq.br/2274704113024355>

### **Henrique Ferreira da Silva Neto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Buriticupu, Buriticupu – Maranhão.  
<http://lattes.cnpq.br/3573932848494418>

### **Wennek Gomes da Silva Everaldo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus Buriticupu, Buriticupu – Maranhão.  
<http://lattes.cnpq.br/8817052937230881>

**RESUMO:** O aumento de níveis dos nutrientes em um ecossistema aquático está diretamente ligado ao nível de poluição. Altos índices de nutrientes são várias vezes interpretadas como determinantes de meio poluído, oferecendo um estado de eutrofização. Alguns desses nutrientes que ocorrem em águas naturais são compostos de nitrogênio, apresentam-se como

amônia e nas suas formas mais oxidantes e abreviadas nitrito e nitrato. De posse aos dados dos índices de nitrogênio amoniacal e nitrito durante o estudo, pode-se fazer uma estimativa do impacto ambiental e através desses índices possibilitam uma avaliação concreta da qualidade de um corpo hídrico de água doce. O nitrogênio é importante para a vida dos organismos, pois faz parte das proteínas e do material genético. Este trabalho aplicou um índice de qualidade relacionado à proteção da vida aquática no Rio Buriticupu, oeste maranhense. No Rio Buriticupu, o uso indiscriminado da água e a grande quantidade de resíduos in natura lançados pela população do povoado localizado em suas margens e adjacências têm causado sérios danos ambientais, em especial, o processo de eutrofização e com aplicação do índice de qualidade da água baseado na proteção e vida aquática, nas concentrações de nitrogênio amoniacal e oxigênio dissolvido o que indicaram monitoramento constante monitoramento, pois, há indicativo de água ruim neste ambiente.

**PALAVRAS - CHAVE:** Rio Buriticupu, Qualidade da água. Índice de Proteção. Vida aquática.

### WATER QUALITY STUDY AND APPLICATION OF THE AQUATIC LIFE PROTECTION INDEX ON THE BURITICUPU RIVER, WEST MARANHENSE

**ABSTRACT:** The increase in nutrient levels in an aquatic ecosystem is directly linked to the level of pollution. High levels of nutrients are often interpreted as determinants of a polluted environment, offering a state of eutrophication.

Some of these nutrients that occur in natural waters are composed of nitrogen, appear as ammonia and in their most oxidizing and abbreviated forms nitrite and nitrate. With the data of the ammoniacal nitrogen and nitrite indexes during the study, an estimate of the environmental impact can be made and through these indexes they allow a concrete assessment of the quality of a freshwater body. Nitrogen is important for the life of organisms, as it is part of proteins and genetic material. This work applied a quality index related to the protection of aquatic life in the Buriticupu River, west of Maranhão. In the Buriticupu River, the indiscriminate use of water and the large amount of fresh waste released by the population of the village located on its banks and adjacent areas have caused serious environmental damage, in particular, the eutrophication process and with the application of the water quality index. based on protection and aquatic life, on the concentrations of ammoniacal nitrogen and dissolved oxygen which indicated constant monitoring because there is an indication of bad water in this environment. **KEYWORDS:** Buriticupu River, Water quality. Protection Index.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo da qualidade hídrica de um determinado meio está relacionado com a quantificação de alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos que possam caracterizar a área do ponto de vista ambiental, social e econômico, pois, em muitas regiões há escassez de água em grandes proporções, além de possíveis contaminação, fomentando a veiculação de doenças e até mesmo a morte de animais e pessoas que estão passíveis por dependência.

A qualidade da água descreve basicamente as características físicas, químicas e biológicas, considerando a adequação do recurso hídrico para um determinado fim (PERETTO et al. 2002).

Águas naturais podem ter a qualidade alterada por fontes externas de poluição ou contaminação. Entretanto, a contaminação pode ser proveniente de fatores naturais ao ambiente, especialmente no sistema subterrâneo, onde a dissolução de minerais pode introduzir determinados elementos na água em concentrações elevadas tornando-a imprópria para diversos tipos de uso.

Elementos como o nitrogênio em seus diversos compostos na água que ocorrem nas formas de amônia ( $\text{NH}_3$ ) e seu ácido conjugado o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), são as formas mais reduzidas do nitrogênio, enquanto que as formas nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) são as mais oxidadas. Esses nutrientes são responsáveis pela alimentação de organismos que potencialmente podem promover a eutrofização de um meio aquático. (SCHNEIDER et. al. 2011).

Em uma decomposição anaeróbica da matéria orgânica nitrogenada é caracterizada pelas altas concentrações de amônia, enquanto sob condições aeróbicas predomina a produção de nitrato (ESTEVES, 1998; SILVA ; JARDIM, 2006). As águas em geral, tratando-se das que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais

complexos, ou menos oxidadas, tais como: compostos orgânicos quaternários de amônia e nitritos.

Sabe-se hoje que para a análise de qualidade da água pode ser baseada na comparação de suas características físico-químicas com padrões estabelecidos para os diversos tipos de usos previstos, tais como consumo humano e irrigação. Ao analisar parâmetros de qualidade da água, eles poderão apontar as operações que envolvem o uso e o manejo do solo como as que mais exercem influência na qualidade da água de um micro bacia (SANTANA et. al. 2011).

É de extrema importância a análise de qualidade da água para seu uso, uma vez que concentrações anômalas de determinado elemento podem causar prejuízos à saúde pública e ao meio ambiente. Porém, essa qualidade tem sido comprometida pelo lançamento de efluentes e resíduos, o que exige investimento em estações de tratamento e uma fiscalização maior pelos órgãos públicos e sociedade organizada, afim, de garantir uma melhor qualidade da água, desde a saída das estações, dos efluentes industriais, bem como instrumentos que possam avaliar de maneira mais precisa e concisa os mananciais de uma bacia hidrográfica.

Considera-se que o monitoramento da qualidade da água seja um dos principais instrumentos que possa servir de base para uma política de planejamento e gestão de uma bacia hidrográfica, contribuído com o setor público diretamente para que possa haver um controle ambiental (Guedes et. al., 2012).

Segundo, Silva et. al., (2010), fontes difusas, marcadas pelo uso intensivo de fertilizantes e a pecuária intensiva são causas do declínio da qualidade da água em bacias hidrográficas.

Para a avaliação da qualidade da água, foi elaborado em 1970 pelo National Sanitation Foundation (NSF), dos Estados Unidos, a partir de uma pesquisa de opinião realizada junto a especialistas em qualidade de águas o índice da qualidade da água, IQA. No Brasil, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do estado de São Paulo (CETESB) utiliza uma versão do IQA adaptada da versão. Existem outros índices como o ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), são medidas as variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas e que afetam a qualidade organoléptica. Outro índice utilizado pela CETESB é o IAP (Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público), que é o produto entre i IQA e o ISTO, a fim de se ter uma melhor avaliação da qualidade da água.

Porém, todos esses índices estão somente relacionados com a potabilidade e a proteção à vida aquática. O enquadramento de um corpo hídrico numa classe, leva em consideração suas variedades e é determinado pela resolução Conama, 357 de 2005, onde, em seu artigo 34, rege que o efluente não poderá causar efeito tóxico aos organismos aquáticos, o que gerou uma preocupação como utilizar parâmetros na forma de índice que classifique águas superficiais.

O objetivo de um Índice de Qualidade das Águas (IQA) é comunicar a qualidade de um determinado corpo hídrico aos atores institucionais de uma bacia hidrográfica, sejam eles a população, as prefeituras, os órgãos de controle ambiental, os comitês das bacias hidrográficas, as organizações não governamentais, entre outros (SILVA; JARDIM, 2006 p. 689).

Métodos de avaliação da qualidade da água têm sido mais precisos, como o desenvolvimento de índices da qualidade da água (CETESB, 2002; SILVA, 2006; CASTRO-JÚNIOR, 2007; WEI, 2009). Tanto para o consumo humano, quanto para proteção da vida aquática (SILVA et. al., 2010).

A vida aquática é um grande indicador das condições de um sistema hídrico, pois, para medir a degradação de um habitat, baseia-se principalmente na proteção dos seres vivos existentes no local. Indicadores de eutrofização e acidificação podem ser utilizados na elaboração de um índice que possa determinar concentrações mínimas ou máximas para a proteção da vida aquática (MORIN et. al., 2010).

Silva e Jardim (2006), desenvolveram um índice de proteção à vida aquática ( $IQA_{PVA}$ ), baseado somente nas variáveis amônia e oxigênio dissolvido. O índice que utiliza a amônia e o oxigênio dissolvido, sendo a amônia aqui considerada total da amônia ionizada e não ionizada, é a soma de  $NH_3$  e  $NH_4^+$ , segundo os autores, um índice com poucas variáveis ambientais, minimiza o efeito eclipse, ou seja, quando se usa uma gama de variáveis para gerar somente um dado, pode ocorrer no erro da atenuação ou não de alguma variável, principalmente em parâmetros limítrofes e ou, parâmetros com valores muito alterados, a aplicação do operador mínimo é o destaque deste índice, que pondera a amônia e oxigênio dissolvido.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Área de Estudo

Está localizada nos limites dos municípios de Buriticupu e Bom Jesus das Selvas, sendo que a estação de coleta está apenas 4 km da sede do centro da cidade de Buriticupu e 51km da cidade de Bom Jesus das Selvas. O município de Buriticupu, possui uma área de 2.545,440 km<sup>2</sup> com população estimada em 2016 de 71.227 habitantes e densidade demografia de 25,63 hab/km<sup>2</sup> IBGE (2017), situa-se na Mesorregião Oeste Maranhense de acordo com a regionalização do Brasil realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, é um município que possui um índice de desenvolvimento humano (IDH) baixo.

Localizado na região intermediária de Imperatriz e na região imediata de Açailândia, na margem direita do Rio Buriticupu, limitando-se ao norte com Bom Jardim e Alto Alegre do Pindaré, ao Leste com Santa Luzia e Arame, ao sul com Amarante do Maranhão e a oeste com Bom Jesus das Selvas (IBGE, 2017).

O rio Buriticupu, que dá nome à cidade, nasce na Serra do Tiracambu, no município

de Amarante do Maranhão, entre as áreas indígenas Governador e Araribóia e tem sua foz no rio Pindaré, no limite dos municípios de Buriticupu e Bom Jardim, com uma extensão aproximada de 275km é o terceiro maior rio da bacia do Pindaré. Banha as zonas rurais de Amarante do Maranhão, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu e Bom Jardim. Os afluentes da margem esquerda são Rio grota da água amarela, Rio Bonito, Rio Água limpa da margem direita Rio Serozal, Igarapé do Inhuma.

A temperatura mínima na maior parte do ano fica entre 20 e 24 graus e a máxima geralmente entre 32 e 39 graus. Apresenta duas estações bem definidas e distintas, a estação seca, que vai de junho a novembro, e a estação chuvosa, de dezembro a maio. A média pluviométrica é de 2.225 mm (INPE, 2017).

Foi estabelecido dois pontos de coleta em região próxima à cidade de Buriticupu. As coletas no período chuvoso e de estiagem, as amostras foram coletadas em frasco de polietileno, na superfície, no máximo 20cm de profundidade. Para esse estudo, foram realizadas duas coletas, sendo que de imediato serão aciduladas e encaminhada ao laboratório de Química do IFMA/Buriticupu para preparo de amostras e análises química.



Fotos 1 e 2: Rio Buriticupu

Fonte: fotografia do próprio autor

Na determinação da amônia mediu-se a totalidade de nitrogênio, no qual a reação ocorre em duas etapas. Na primeira, o nitrogênio amoniacal reage com o hipoclorito de sódio, em meio alcalino para formar monocloramina. Na segunda etapa a monocloramina reage com o fenol, na presença do excesso de hipoclorito e também do nitroprussiato de sódio, formando o azul de indofenol (APHA,1995).

Foram também determinadas as variáveis físico-químicas *in situ* de oxigênio dissolvido, pH e temperatura através de uma sonda multiparamétrica para pudesse ser comparadas com o amônio. Após, foi aplicado o  $I_{PVA}$  – Índice de Proteção À vida Aquática com dados ponderados com oxigênio dissolvido e pH. (SILVA; JARDIN, 2006).

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis aqui mostradas nas tabela 1 e tabela 2, respectivamente aos pontos situados na Vila São José e Buritizinho foram temperatura, pH e oxigênio dissolvido, que comporam o cálculo para amônia e o índice de proteção apresentaram valores médios.

Coleta	Temperatura ° C	pH	Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )
1ª coleta (seca)	26,53 ±0,12	6,48 ±0,09	4,80 ±0,16
2ª coleta (chuvoso)	26,91 ±0,19	6,21 ±0,11	5,99 ±0,20

Tabela 1: Variáveis físico-químicas Vila São José

Valores exigidos pela Resolução Conama 357/2005 valores para águas de classe 1 e 2:  $6 \leq \text{pH} \leq 9$ ; O.D  $\geq 6,0$ .

Fonte: Dados da pesquisa Rio Buriticupu

Coleta	Temperatura ° C	pH	Oxigênio Dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )
1ª coleta (seca)	27,27 ±0,22	6,88 ±0,17	5,92 ±0,12
2ª coleta (chuvoso)	26,97 ±0,18	6,10 ±0,15	7,12 ±0,08

Tabela 2: Variáveis físico-químicas Buritizinho

Valores exigidos pela Resolução Conama 357/2005 valores para águas de

classe 1 e 2:  $6 \leq \text{pH} \leq 9$ ; O.D  $\geq 6,0$ .

Fonte: Dados da pesquisa Rio Buriticupu

Para os valores médios de amônia para a primeira campanha, realizada em 25.02.2016 (período chuvoso) variaram entre: Buritizinho 0,395 mg/L a 0,409, mg/L, São José variou entre 0,412 mg/L a 0,465 mg/L. Na segunda campanha, realizada em 26.07.2016 (período seco) variaram entre: Buritizinho 0,588 mg/L a 0,604 mg/L. São José variou entre 0,969 mg/L a 0,987 mg/L. Conforme a resolução Conama 357/2005, para os padrões máximos de amônia não devem ultrapassar 3,7 mg/L para um  $\text{pH} \leq 7,5$ .

Correio, (2016) em estudo da análise temporal de um arroio, obteve valores

de oxigênio dissolvido médio de 5,1 mg/L, vale lembrar que o Rio Buriticupu é um rio pequeno e com uma espessura de lâmina d'água no período de seca chegando à 25 cm de profundidade e em alguns pontos, no período chuvoso, em torno de 1,90m.

### 3.2 Índice de Proteção à Vida Aquática

Parâmetro	Vila São José	Vila São José	Buritizinho	Buritizinho
	1ª coleta	2ª coleta	1ª coleta	2ª coleta
Amonia	0,442	0,975	0,397	0,585
Amônia <sub>n</sub>	40	20	50	30
O.D	4,80	5,99	5,92	7,12
O.D <sub>n</sub>	60	70	70	80
Op. Mín.	40	20	50	30
Qualidade	<b>REGULAR</b>	<b>RUIM</b>	<b>REGULAR</b>	<b>RUIM</b>

Tabela 03: Valores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (mg.L<sup>-1</sup>) e O.D (mg.L<sup>-1</sup>) padronizados e qualidade da água via IQA<sub>PVA</sub>

Fonte: Dados da pesquisa Rio Buriticupu

Conforme a aplicação do operador mínimo usado pela CETESB, apresenta os pontos estudados se enquadrando como qualidade regular no período chuvoso e ruim no período de seca.

IQA	QUALIDADE
<b>79 &lt; IQA &gt; 100</b>	Ótima
<b>51 &lt; IQA ≤ 79</b>	Boa
<b>36 &lt; IQA ≤ 51</b>	Regular
<b>19 &lt; IQA ≤ 36</b>	Ruim
<b>IQA ≤ 19</b>	Péssima

Tabela 03: Valores do índice de Qualidade de Água – IQA

Fonte: CETESB, 2006.

As variações de O. D. em relação à amônia, talvez está relacionada a espessura da lâmina d'água, devido alterações em sua vazões no período de estiagem (seca) e chuvoso, mesmo que a segunda determinação ocorreu no início do período de seca. Dados apresentados de vazão mínima para o mês de julho de 0,53 m<sup>3</sup>/s no Rio Buriticupu e máxima em fevereiro de 18,7 m<sup>3</sup>/s (ANA,2016).

## 4 | CONCLUSÃO

O Rio Buriticupu nas proximidades da cidade de Buriticupu, nos bairros Buritizinho e São José, município de Bom Jesus das Selvas, além de receber o esgoto dos bares e residências ribeirinhas ainda sofrem influências negativas já que alguns moradores utilizam as águas do rio para lavar seus automóveis, caminhões, carros e motos. O que possivelmente influencia nas formas de vida dos seres aquáticos e na qualidade desta água.

O rio Buriticupu em várias amostras apresentou uma concentração baixa de oxigênio dissolvido comparada com os valores encontrados na Nascente Faveiro e no Rio Pindaré, assim valores adquiridos *in situ* demonstram que o rio apresenta uma boa oxigenação, entretanto 25% das coletas tiveram seus valores inferiores ao limite estabelecido pelo CONAMA (2005) oxigênio dissolvido não inferior a 5 mg/L. Os valores encontrados para nitrogênio amoniacal são todos inferiores aos estabelecidos pelo CONAMA.

A partir das análises dos dados das concentrações de nitrogênio em sua forma de nitrogênio amoniacal e de variáveis físico-químicas do rio Buriticupu nos pontos de coleta, Buriticupu, povoado Buritizinho e Bom Jesus das Selvas, Vila São José, pode-se concluir que os níveis de nitrogênio amoniacal estão dentro do estabelecido pela CONAMA já que os valores são inferiores a 3,7 mg/L com pH menor ou igual a 7,5. Os resultados preliminares obtidos até o momento nos permite inquirir que há necessidade de monitoramento desse rio, pois, é sabido que as populações ribeirinhas acabam utilizando essa água para diversos fins, até mesmo no consumo humano.

## REFERÊNCIAS

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Banco de Dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br> Acessado em 14 de dez. 2019.

ANDRADE, M. C. **A questão do Território no Brasil**. Ediouro, São Paulo, 1997.

ANTUNES, P. B. **Direito ambiental** / Paulo Antônio de Bessa – ed. – São Paulo: Atlas, 2012.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington, APHA, 1995. (American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, 19. ed).

BUENO L.F, GALBIATTI J.A, BORGES M.J. **Monitoramento de Variáveis de Qualidade da Água do Horto Ouro Verde – Conchal – SP (2005)**. Engenharia Agrícola 25:742-748.

CHRISTIN, M.S. et al. **Effects of agricultural pesticides on the immune system of *Xenopus laevis* e *Rana pipiens***. Aquatic Toxicology 67, 33-43, 2004.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Proposta de Índices de Qualidade de Água para o Estado de São Paulo**. CETESB,2002 (Coletânea de Textos).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água.** Curitiba, EMBRAPA FLORESTAS, 2011.

CORREIO, L. N. C, et. al. **Análise temporal da qualidade da água de um arroio no sul do Rio Grande do Sul.** Revista Thema. Pelotas, RS. v. 14, n. 2; 2016. p. 109-119.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 2ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FEITOSA, A. C; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do maranhão:** Espaço Geo-Histórico e cultural. Editora Grafset, 2006.

FRANÇA, S. **Efeitos da disponibilidade de Nitrogênio e água na fotossíntese, crescimento e produção do milho, em diferentes sistemas de cultura.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

GENEROSO, T. N et. al. **Influência do local de amostragem nos valores de variáveis de qualidade de Água em uma seção transversal do Rio Catolé - Ba.** Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, n.11; 2010. p.1.

GUEDES, H. A. S. et al. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, p. 558-563, 2012.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. **Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos.** 2ª Edição. Rio de Janeiro. ABES, 1997.

NOUGUEIRA, Fábio Fernandes; COSTA, Isabella Almeida; PEREIRA, Undel Alves. **Análise de parâmetros físico - químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub - bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis, Goiás .** 2015. 56 p. Monografia (bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária)- UFG, Goiás, 2015.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.; BAYER, C. **Testes de nitrato no solo como indicadores complementares.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1279-1287, 2004.

RATHORE, S. S.; CHANDRAVANSHI, P.; CHANDRAVANSHI, A.; JAISWAL K. Eutrophication: Impacts of Excess Nutrient Inputs on Aquatic Ecosystem. **IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS).** Volume 9, Issue 10 Ver. I (October), PP 89-96. 2016

SANTANA, S. H. C et. al. **Estudo de parâmetros de qualidade de água e análise de imagens do Landsat 5 referente ao oeste da região do Submédio São Francisco.** In XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais. Curitiba, 2011. P.1487.

SANTOS, Edmilson Arruda. **Perfil de Concentração das espécies de fósforo e do nitrogênio nas águas das bacias do rio Bacanga e Anil, São Luís – MA e sua relação com a qualidade da água./** Dissertação (Mestrado) – 2012. 100 f. Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2011.

SCHNEIDER, R. M. et. al. **Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapó.** Acta Scientiarum Technology Maringá, v. 33, n. 3, p. 295-303, 2011.

SILVA, Gilmar Silvério; JARDIM, Wilson Figueredo. **Um Novo Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática Aplicado ao Rio Atibaia, Região de Campinas/Paulínia – SP.** Revista Química. Nova, Vol. 29, No. 4, 2006.

TUCCI, C E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana. Instituto de Pesquisas Hidráulicas.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. v. 7, n.1, Jan/Mar, 2002, 5-27.

TUNDISI J.G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez.** Editora Rima, 2003.

WATANABE M.D.B. & ORTEGA E. **Ecosystem services and biogeochemical cycles on a global scale: valuation of water, carbon and nitrogen processes.** Environmental science & policy 14 (2011) p.594 – 604.

## A PESCA ARTESANAL EM OIAPOQUE (AMAPÁ): BASES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS PESQUEIROS

Data de submissão: 04/09/2020

### **Lorena Antunes Jimenez**

Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Ambientais e Conservação  
Macaé – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/9655562833410236>

### **Érica Antunes Jimenez**

Instituto de Extensão, Assistência e  
Desenvolvimento Rural do Amapá, Diretoria de  
Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura  
Macapá – Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/8793273902733669>

### **Jamile da Silva Garcia**

Colônia de Pescadores Z-03 de Oiapoque  
Oiapoque – Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/5142267498795379>

### **Roberta Sá Leitão Barboza**

Universidade Federal do Pará, Instituto de  
Estudos Costeiros  
Bragança – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/9331256487699477>

### **Luis Maurício Abdon da Silva**

Instituto de Pesquisas Científicas e  
Tecnológicas do Estado do Amapá, Núcleo de  
Pesquisas Aquáticas  
Macapá – Amapá  
<http://lattes.cnpq.br/5915752370566805>

**RESUMO:** O estado do Amapá é uma relevante área para a pesca no litoral amazônico, responsável pela sobrevivência e reprodução dos modos de vida dos povos tradicionais. Neste estudo, descrevemos as características da pesca artesanal no município de Oiapoque, considerando os apetrechos, a frota pesqueira, a composição dos desembarques e a produção desembarcada. Entre março/2013 e março/2014 foram monitorados 434 desembarques realizados por 102 embarcações. Verificou-se a predominância de barcos de pequeno porte (8–11,95 m) e de redes de emalhe. A produção total registrada foi de 508.202,8 kg de pescado, sendo que 53% ocorreram no período seco, demonstrando a influência da sazonalidade nas capturas. Os desembarques foram compostos por 27 espécies, 15 famílias e 8 ordens. Seis espécies foram responsáveis por 82% da produção total: corvina (*Cynoscion virescens*) (47,1%), uritinga (*Sciades proops*) (16,5%), pescada branca (*Plagioscion* spp.) (5%), acarajú (*Lobotes surinamensis*) (4,5%), bagre (*Sciades couma*) (4,4%) e pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) (4,2%). O setor pesqueiro local enfrenta um complexo cenário de conflitos socioambientais e de ausência de dados para subsidiar o sistema de gestão, uma vez que não há monitoramento contínuo das pescarias e o conhecimento sobre a bioecologia das espécies é limitado. Assim, recomendamos a aquisição de séries temporais de dados multidisciplinares que permitam estimar o estado dos estoques, o impacto das pescarias sobre os ecossistemas e as variabilidades naturais das populações, bem como integrar as necessidades humanas no

processo de avaliação, priorizando uma abordagem ecossistêmica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção pesqueira, Sazonalidade, Litoral amazônico.

## ARTISANAL FISHERIES IN OIAPOQUE (AMAPÁ): BASES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FISHERY RESOURCES

**ABSTRACT:** The state of Amapá is a relevant area for fishing on the Amazon coast, responsible for the survival and reproduction of ways of life of traditional peoples. In this study, we describe the characteristics of artisanal fishing in the municipality of Oiapoque, considering the fishing gears, the fleet, the composition of landings and the production landed. Between March/2013 and March/2014, 434 landings made by 102 vessels were monitored. There was a predominance of small boats (8–11.95 m) and gillnets. The total recorded production was 508,202.8 kg of fish, 53% of which occurred in the dry period, demonstrating the influence of seasonality on catches. The landings consisted of 27 species, 15 families and 8 orders. Six species were responsible for 82% of the total production: green weakfish (*Cynoscion virescens*) (47.1%), crucifix sea catfish (*Sciades proops*) (16.5%), croakers (*Plagioscion* spp.) (5%), Atlantic tripletail (*Lobotes surinamensis*) (4.5%), couma sea catfish (*Sciades couma*) (4.4%) and acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) (4.2%). The local fisheries sector faces a complex scenario of socio-environmental conflicts and lack of data to support the management system, since there is no continuous monitoring of fisheries and knowledge about the bioecology of species is limited. Thus, we recommend the acquisition of time series of multidisciplinary data that allow estimating the state of stocks, the impact of fisheries on ecosystems and the natural variability of populations, as well as integrating human needs in the assessment process, prioritizing an ecosystem approach.

**KEYWORDS:** Fishing production, Seasonality, Amazon coast.

## 1 | INTRODUÇÃO

A pesca na Amazônia se destaca pela riqueza de espécies exploradas, pela quantidade de pescado capturado e pela dependência da população tradicional a esta atividade (BARTHEM; FABRÉ, 2004). Esta é uma das práticas humanas mais antigas da região e o pescado se constitui na principal fonte de proteína da dieta alimentar das comunidades locais, registrando-se uma das maiores taxas de consumos de pescado do mundo (BARTHEM; FABRÉ, 2004; ISAAC et al., 2015; VICTORIA; ALMEIDA, 2011).

A pesca também é uma importante fonte de renda para as populações locais, abrangendo um grande número de trabalhadores, além de ser uma expressão cultural autêntica da região e uma forma de lazer (SANTOS; SANTOS, 2005).

Particularmente no estado do Amapá, a pesca é predominantemente artesanal e realizada em ambientes continentais e costeiros. Aproximadamente 30 mil pessoas dependem direta ou indiretamente do setor pesqueiro local (CEPNOR, 2006). Dentre estas, cerca de 16.700 mil são pescadores profissionais (SISRGP, 2016). O estado apresentou

uma produção média anual de 15 mil toneladas de pescado entre 2000 e 2011<sup>1</sup>.

A pesca continental ocorre em todo o estado, empregando embarcações de madeira de pequeno porte que utilizam diferentes apetrechos de pesca (redes, tarrafas, anzóis, zagaias, arpões, matapis, etc.), capturando uma grande diversidade de espécies (curimatã, tambaqui, tucunaré, pirarucu, aruanã, trairão, tamoatá, dourada, filhote, camarões, entre outras) (CEPNOR, 2006; OLIVEIRA et al., 2018; VIEIRA; ARAÚJO NETO, 2006)

O presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade pesqueira no alto e médio rio Araguari, Estado do Amapá. Aplicou-se 20 questionários aos pescadores associados à Colônia Z-16, com a finalidade de identificar os apetrechos de pesca, principais espécies capturadas, locais de pesca da atividade pesqueira no período de cheia e seca. A captura por unidade de esforço (CPUE. As capturas abastecem os mercados locais e das maiores cidades do estado (Macapá e Santana).

A pesca costeira ocorre ao longo dos 700 km de costa do estado, mas os desembarques de pescado de origem marinha e estuarina se concentram na região norte, com 78% da produção total sendo proveniente dos municípios de Oiapoque, Calçoene e Amapá (PROZEE, 2006). A frota pesqueira é composta por embarcações de madeira de pequeno a médio porte, que utilizam redes de emalhe e espinhel e realizam pescarias multiespecíficas, porém cinco espécies são dominantes em termos de volume e frequência de captura (corvina, pescada amarela, guriyuba, uritinga e bagre) (JIMENEZ et al., 2020; PROZEE, 2006). A produção abastece mercados locais a internacionais (JIMENEZ et al., 2020).

Grande parte das áreas de pesca costeira situa-se no interior ou entorno imediato de unidades de conservação (UCs) de proteção integral, como o Parque Nacional do Cabo Orange, a Estação Ecológica de Maracá-Jipióca e a Reserva Biológica do Lago Piratuba. Segundo Dias et al. (2013), entre 1995 e 2012, foram lavrados 521 autos de infração por pesca ilegal no Amapá. Desse total, 26,7% ocorreram em UCs, revelando a existência de conflitos de uso e a ausência de uma proteção efetiva pelo poder público nestes espaços.

Diversos estudos têm demonstrado os conflitos pesqueiros ocasionados pela criação de UCs de proteção integral em espaços historicamente ocupados pelas populações tradicionais amapaenses (CRESPI; LAVAL; SABINOT, 2015; JIMENEZ et al., 2019; PINHA et al., 2015) que também sofrem com a invasão dos territórios pesqueiros e a consequente competição por recursos pesqueiros com a frota da pesca de larga escala de outros estados (JIMENEZ et al., 2019).

Os conflitos de uso dentro de UCs envolvendo os pescadores locais têm sido mediados pelo estabelecimento de termos de compromisso (JIMENEZ et al., 2019) – um instrumento legal para a regularização do uso de recursos naturais por populações tradicionais cujos meios de vida são associados a UCs onde a sua presença não é permitida (ICMbio, 2012). Este é o caso dos pescadores do município de Oiapoque, que firmaram um

<sup>1</sup> Dados disponíveis online no website: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/acervo-digital>.

termo de compromisso com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), por meio da Colônia de Pescadores Z-03, para regularizar a pesca de pequeno porte no Parque Nacional do Cabo Orange (SILVA; CAMARGO; ESTUPIÑÁN, 2012).

Em Oiapoque, a pesca é uma atividade que exerce um papel relevante no contexto socioeconômico, se constituindo em uma importante fonte de renda e segurança alimentar para as comunidades locais. Neste contexto, o termo de compromisso seria uma forma de assegurar a subsistência digna dos pescadores, sem prejuízo da garantia de conservação dos recursos naturais da UC. No entanto, a ausência de monitoramento das pescarias e a deficiência da fiscalização quanto ao cumprimento das normas estabelecidas neste acordo, bem como a pressão pesqueira adicional exercida por pescadores de outras localidades, impedem uma avaliação efetiva do estado dos recursos pesqueiros explorados e da sustentabilidade das pescarias a longo prazo.

Diante deste cenário, é evidente a necessidade de estudos sobre a dinâmica das pescarias para auxiliar os tomadores de decisão na adoção de estratégias de manejo adequadas à realidade local, assegurando o uso sustentável dos recursos pesqueiros e a sobrevivência das populações locais. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo descrever as características da pesca artesanal em Oiapoque, considerando os apetrechos utilizados, a frota pesqueira, a composição dos desembarques e a produção desembarcada.

## 1.1 MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O município de Oiapoque está localizado no norte do estado do Amapá, na fronteira com a Guiana Francesa, sendo distante 600 km da capital, Macapá. Possui uma área de 23.034 km<sup>2</sup> e aproximadamente 27.906 habitantes (IBGE, 2020). Todo o litoral de Oiapoque compõe o Parque Nacional do Cabo Orange, uma UC federal, criada em 1980 para preservar ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, como manguezais, florestas de várzea e de terra firme, campos inundáveis e cerrado (CUNHA; PIRES, 2010).

### Coleta de dados

Os dados utilizados neste estudo fazem parte do projeto “Observação Espacial do Meio Ambiente Transfronteiriço Guyana-Amapá” (OSE GUYAMAPÁ), que teve como objetivo a criação de um sistema de monitoramento via satélite das alterações ambientais da bacia do rio Oiapoque. O projeto foi coordenado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pelo *Institut de Recherche pour le Développement* (IRD).

Os desembarques pesqueiros foram monitorados de março/2013 a março/2014, através da aplicação de formulários estruturados nos cinco pontos mais importantes para esta atividade em Oiapoque. Os formulários abrangeram questões sobre as embarcações (comprimento, potência do motor, capacidade de armazenamento e número de tripulantes),

os apetrechos (malha, altura e comprimento) e a produção desembarcada (volume por espécie). As entrevistas foram realizadas no momento da pesagem dos peixes durante o desembarque, por uma coletora da comunidade previamente treinada para a coleta de dados.

## **Análise de dados**

Os dados coletados foram inseridos em um banco de dados digital no software Microsoft Excel para análises posteriores. A produção foi analisada em termos de volume total (kg) e por período: chuvoso (janeiro–junho) e seco (julho–dezembro). As características das embarcações e apetrechos foram analisadas com estatística descritiva (mínimo, máximo, média e desvio padrão).

A frota pesqueira foi classificada em três categorias de acordo com Jimenez et al. (2020): i) canoas motorizadas (CAM): embarcações com motor de popa, comprimento inferior a 12 m, sem cabine e equipamentos de navegação, com pescado armazenado em geladeiras ou freezers velhos ou em caixas de isopor; localmente conhecidas como “ubá”. ii) barcos de pequeno porte (BPP): embarcações com motor de centro, comprimento de até 12 m, com ou sem cabine, pescado armazenado em urnas, equipadas com rádio e bússola, algumas possuindo GPS; e iii) barcos de médio porte (BMP): embarcações com motor de centro, comprimento superior a 12 m, com cabine, pescado armazenado em urnas, e maioria equipada com rádio e GPS, algumas possuindo guincho para recolhimento mecânico das redes. Todas as embarcações possuem casco de madeira e conservam o pescado em gelo.

As espécies desembarcadas foram identificadas taxonomicamente a partir de observações em campo, oficinas com pescadores, registros fotográficos e levantamento de dados secundários sobre as capturas na área (JIMENEZ et al., 2020; PESCAP, 2012; PROZEE, 2006; SILVA; CAMARGO; ESTUPIÑÁN, 2012) as espécies com ocorrência na região (ESPÍRITO SANTO et al., 2005; JIMENEZ et al., 2017; LE BAIL; KEITH; PLANQUETTE, 2000; LÉOPOLD, 2004).

As espécies foram classificadas quanto à ocorrência nos desembarques pelo método de frequência de ocorrência de Dajoz (1973), através da equação:  $F = (C_i/C) \cdot 100$ , onde  $F$  = frequência de ocorrência,  $C_i$  = número de amostras com a espécie e  $C$  = número total de amostras. Cada desembarque foi considerado uma amostra. Deste modo, as espécies foram classificadas como constantes ( $F \geq 50\%$ ), acessórias ( $25\% \leq F < 50\%$ ) ou ocasionais ( $F < 25\%$ ).

## **2 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Embarcações e apetrechos de pesca**

Durante o estudo, foram monitorados 434 desembarques realizados por 102

embarcações, sendo 82 (80,4%) barcos de pequeno porte (BPP), 15 (14,7%) barcos de médio porte (BMP) e cinco (4,9%) canoas motorizadas (CAM) (Figura 1). Os BPP foram responsáveis por 90,3% dos desembarques realizados neste período. Estas embarcações predominam na costa norte do Amapá (JIMENEZ et al., 2020).

A frota pesqueira monitorado foi composta por embarcações de madeira, com motores com potência de 7 a 160 HP, comprimento de 6,5 a 17 m, capacidade de armazenamento de 800 a 35.000 kg de pescado, autonomia de 3 a 17 dias de viagem e tripulação de 2 a 5 pessoas (Tabela 1).



Figura 1. Categorias de embarcações da frota pesqueira artesanal de Oiapoque, Amapá, Brasil. a) Cano Motorizada (CAM); b) Barco de Pequeno Porte (BPP); c) Barco de Médio Porte (BMP).

Tipo de embarcação	Potência do motor (HP)	Comprimento (m)	Capacidade (kg)	Autonomia (dias)	Nº de tripulantes
CAM	11–18 (14,20±3,1)	6,5–7,6 (7,10±0,4)	800–2.000 (1.360,00±589,9)	3–11 (7,78±1,9)	3 (3,0±0,0)
BPP	7–160 (29,88±23,8)	8–11,95 (9,88±1,0)	1.000–7.000 (2.879,22±1.326,2)	3–17 (9,33±2,1)	2–5 (3,02±0,1)
BMP	14–114 (62,80±35,0)	12–17 (12,83±1,3)	3.000–35.000 (8.372±8.070,5)	5–17 (12,42±2,8)	3–5 (3,37±0,6)

Tabela 1. Descrição das categorias de embarcações monitoradas em Oiapoque, Amapá, Brasil.

CAM = Canoa Motorizada. BPP = Barco de Pequeno Porte. BMP: Barco de Médio Porte.

Todas as embarcações monitoradas utilizam redes de emalhe como apetrecho predominante. Este resultado é semelhante ao registrado na mesma região por outros autores (JIMENEZ et al., 2020; SILVA; CAMARGO; ESTUPIÑÁN, 2012), assim como nos municípios paraenses de Braganca e Vigia (ESPÍRITO-SANTO; ISAAC, 2012; MOURÃO; PINHEIRO; LUCENA, 2007).

As redes de emalhe apresentam comprimento de 273 a 5.460 m, atura de 1 a 5,5 m e aberturas de malha de 30 a 90 mm entre nós adjacentes (Tabela 2). Outros estudos no mesmo município registraram resultados semelhantes. Silva et al. (2012) observaram redes de 1.500 a 2.500 m de comprimento, altura de 3 a 7 m e malhas de 60 a 100 mm.

Jimenez et al. (2020) registaram redes de 100 a 9.100 m de comprimento, de 1 a 9 m de altura e malhas de 30 a 100 mm.

O maior comprimento médio ( $3.276 \pm 939,8$  m) e a altura ( $3,2 \pm 1,6$  m) das redes utilizadas foi observado para os BMP (Tabela 2), o que possivelmente está relacionado ao porte destas embarcações e a disponibilidade de espaço para acomodar redes maiores, bem como uma maior produção de pescado. A altura das redes, por sua vez, está associada à área de atuação desta frota, que possui autonomia para atuação em locais afastados da costa e mais profundos.

Tipo de Embarcação	Comprimento (m)	Altura (m)	Malha (mm) entre nós adjacentes
CAM	1.456–2.366 (2.047,5±378,9)	2,1–2,1 (2,1±0)	70
BPP	273–5.096 (2.243±822,5)	1,0–5,5 (2,3±0,4)	30–90
BMP	2.548–5.460 (3.276±939,8)	1,9–5,5 (3,2±1,6)	65–90

Tabela 2. Descrição das redes de emalhe empregadas por tipo de embarcação da pesca artesanal de Oiapoque, Amapá, Brasil. CAM = Canoa Motorizada. BPP = Barco de Pequeno Porte. BMP: Barco de Médio Porte.

## Sazonalidade e composição das capturas

A produção total observada durante o estudo foi de 508.202,8 kg de pescado (Tabela 3). Desse volume, 53% (269.155,0 kg) foram registrados no período seco e 47% (239.047,8 kg) no chuvoso. O maior volume mensal desembarcado também ocorreu na estação seca, em novembro/2013 (59.388 kg), enquanto o oposto foi registrado no chuvoso, em janeiro/2014 (21.072 kg). Deste modo, observa-se que, embora a atividade pesqueira seja contínua ao longo do ano, com desembarques em todos os meses, há uma tendência de aumento da produção na estação seca, o que pode indicar uma relação inversamente proporcional entre os volumes capturados e a pluviosidade. Este resultado é semelhante ao observado por Silva et al. (2012) em Oiapoque.

De acordo com Jimenez et al (2020), as pescarias artesanais na costa norte do Amapá ocorrem durante todo o ano, porém o período mais produtivo, segundo os pescadores locais, corresponde à estação seca, quando os recursos pesqueiros estão mais próximos à costa e, portanto, mais vulneráveis às capturas. Por outro lado, o período chuvoso é considerado ruim para a pesca, pois os peixes estão mais dispersos devido ao grande aporte de água doce.

Segundo Souza e Cunha (2010), o período com menor pluviosidade no Amapá equivale aos meses de setembro a novembro. Paralelamente, a descarga do rio Amazonas reduz drasticamente de agosto a novembro (NITTROUER; DEMASTER, 1996). Assim, o aumento da descarga do Amazonas durante o período chuvoso afasta as águas mais

salinas para longe da costa, enquanto a diminuição da pluviosidade ocasiona o fenômeno inverso e a intrusão de águas marinhas aumenta a salinidade nas partes mais internas do estuário (EGLER; SCHWASSMANN, 1962). A composição da ictiofauna é marcada sazonalmente por estas alterações e as espécies menos tolerantes migrem para longe do estuário nos períodos desfavoráveis (BARTHEM, 1985).

Deste modo, as espécies marinhas, que são alvo das pescarias analisadas, predominam próximo à costa durante a estação seca, favorecendo as capturas. A “safra” pesqueira no período seco foi observada por outros autores no litoral amapaense (JIMENEZ et al., 2020; SANTOS FILHO et al., 2011; SILVA; CAMARGO; ESTUPIÑÁN, 2012) e se reflete nas estatísticas oficiais, que demonstram que o trimestre de outubro a dezembro apresenta a maior produção de pescado marinho e estuarino no Amapá (PROZEE, 2006).

Os desembarques foram compostos por 27 espécies, 15 famílias e 8 ordens. As famílias com maior riqueza foram Ariidae (6 espécies) e Sciaenidae (5 espécies) (Tabela 3). Este resultado corrobora com Silva et al. (2012), que registraram 34 espécies nos desembarques em Oiapoque, com 15 famílias e 8 ordens, sendo Sciaenidae e Ariidae as mais diversas, ambas com 6 espécies.

A maioria (59,3%) das espécies foi ocasional nos desembarques, com destaque para *Dasyatis* spp., *Farfantepenaeus* spp. e *Notarius grandicassis*, que foram registradas em apenas uma ocasião. As espécies acessórias (*Macrodon ancylodon*, *Micropogonias furnieri* e *Plagioscion* spp.) representaram 11,1% da riqueza registrada. Apenas 29,8% das espécies foram consideradas constantes nos desembarques, com destaque para corvina (*Cynoscion virescens*) e uritinga (*Sciades proops*), que estiveram presentes em 86,4% dos desembarques, além de bagre (*Sciades couma*) (80,6%) e camurim (*Centropomus* spp.) (76,7%).

Ordem	Familia	Nome científico	Nome comum	Total (kg)	Total (%)	Chuvoso (kg)	Seco (kg)
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	<i>Carcharhinus</i> spp.	Cação	364,0	0.1	144,0	220,0
Clupeiformes	Pristigasteridae	<i>Pellona flavipinnis</i>	Sarda	17.383,0	3.4	8.012,0	9.371,0
Decapoda	Penaeidae	<i>Farfantepenaeus</i> spp.	Camarão-rosa	8,0	0.0	8,0	–
Elopiiformes	Megalopidae	<i>Megalops atlanticus</i>	Pirapema	459,0	0.1	87,0	372,0
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil</i> spp.	Tainha	9.466,0	1.9	197,0	9.269,0
Myliobatiformes	Dasyatidae	<i>Dasyatis</i> spp.	Arraia	466,0	0.1	466,0	–

Ordem	Familia	Nome científico	Nome comum	Total (kg)	Total (%)	Chuvoso (kg)	Seco (kg)	
Perciformes	Carangidae	<i>Caranx sp.</i>	Xaréu	3.678,0	0.7	1.069,0	2.609,0	
		<i>Caranx sp1.</i>	Cangueira	63,0	0.0	61,0	2,0	
	Centropomidae	<i>Centropomus spp.</i>	Camorim	7.866,0	1.5	2.206,0	5.660,0	
	Haemulidae	<i>Genyatremus luteus</i>	Peixe pedra	429,0	0.1	360,0	69,0	
	Lobotidae	<i>Lobotes surinamensis</i>	Acará-açú	22.777,0	4.5	10.799,0	11.978,0	
	Pomatomidae	<i>Pomatomus sp.</i>	Anchova	236,0	0.0	40,0	196,0	
			<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada amarela	21.124,0	4.2	9.004,0	12.120,0
			<i>Cynoscion virescens</i>	Corvina	239.128,8	47.1	100.259,8	138.869,0
		Sciaenidae	<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescada gó	12.624,0	2.5	4.850,0	7.774,0
			<i>Micropogonias furnieri</i>	Pescada curuca	7.802,0	1.5	4.053,0	3.749,0
			<i>Plagioscion spp.</i>	Pescada branca	25.663,0	5.0	17.292,0	8.371,0
		Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Serra	653,0	0.1	241,0	412,0
			<i>Aspistor quadriscutis</i>	Cangatá	721,0	0.1	721,0	-
			<i>Bagre</i>	Bandeirado	16.091,0	3.2	7.075,0	9.016,0
	Siluriformes	Ariidae	<i>Notarius grandicassis</i>	Cambéua	7,0	0.0	-	7,0
		<i>Sciades couma</i>	Bagre	22.500,0	4.4	14.231,0	8.269,0	
		<i>Sciades parkeri</i>	Gurijuba	102,0	0.0	102,0	-	
		<i>Sciades proops</i>	Uritinga	83.995,0	16.5	44.210,0	39.785,0	
		<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Filhote	515,0	0.1	478,0	37,0	
		Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	Dourada	7.404,0	1.5	6.725,0	679,0
			<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Piramutaba	5.489,0	1.1	5.335,0	154,0
	Outras			1.189,0	0.2	1.022,0	167,0	
	<b>Total</b>			<b>508.202,8</b>	<b>-</b>	<b>239.047,8</b>	<b>269.155,0</b>	

Tabela 3. Composição das capturas e produção desembarcada pela pesca artesanal em Oiapoque, Amapá, Brasil.

Nota: A nomenclatura “outras” corresponde ao desembarque de indivíduos de espécies não identificadas.

Embora as capturas sejam multiespecíficas, 6 espécies foram responsáveis por aproximadamente 82% da produção total registrada: corvina (*C. virescens*) (47,1%),

uritinga (*S. proops*) (16,5%), pescada branca (*Plagioscion* spp.) (5%), acará-açú (*Lobotes surinamensis*) (4,5%), bagre (*S. couma*) (4,4%) e pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) (4,2%) (Tabela 3). Outros estudos na região também registraram capturas multiespecíficas, com dominância de poucas espécies, como corvina, pescada amarela, gurijuba, uritinga e bagre (JIMENEZ et al., 2020; PESCAP, 2012; PROZEE, 2006).

A corvina (*C. virescens*) (Figura 2a) contribuiu com 47,1% (239.128,8 kg) da produção total (Tabela 3). Este resultado corrobora com Silva et al. (2012), que consideram esta espécie a mais importante para a pesca costeira em Oiapoque. A produção deste recurso apresentou um pico em novembro/2013 (41.823 kg). A corvina habita águas salinas costeiras com fundos lamosos e areno-lamosos, sendo comum nos estuários (JIMENEZ et al., 2017).

A segunda espécie mais importante foi a uritinga (*S. proops*) (Figura 2b), representando 16,5% (83.995 kg) da produção total (Tabela 3), com maior volume em julho/2013 (17.466 kg). A uritinga habita águas estuarinas e marinhas, sobre fundos lamosos, em profundidades inferiores a 20 m (JIMENEZ et al., 2017; LE BAIL; KEITH; PLANQUETTE, 2000; LÉOPOLD, 2004).

A terceira espécie mais importante foi a pescada branca (*Plagioscion* spp.), representando 5% (25.663 kg) da produção total (Tabela 3), sendo capturada principalmente no período chuvoso (17.292 kg). A pescada branca é a espécie-alvo das frotas que atum ao longo do rio Oiapoque (SILVA; CAMARGO; ESTUPIÑÁN, 2012), e pelo menos duas espécies são desembarcadas sob esta nomenclatura (*P. squamosissimus* e *P. surinamensis*) (Figuras 2c–d). As espécies do gênero *Plagioscion* são endêmicas das águas doces da América do Sul (REIS; KULLANDER; FERRARIS, 2003), mas também habitam estuários com baixa salinidade (JIMENEZ et al., 2017).

O acará-açú (*L. surinamensis*) (Figura 2e) foi a quarta espécie mais capturada, representando 4,5% (22.777 kg) da produção, com volumes similares no chuvoso (10.799 kg) e no seco (11.978 kg) (Tabela 3). É uma espécie cosmopolita, que vive em habitats costeiros e marinhos (baías, estuários, alto mar) nos oceanos Atlântico, Índico e oeste do Pacífico (JIMENEZ et al., 2017).

A quinta espécie mais importante foi o bagre (*S. couma*) (Figura 2f), representando 4,4% (22.500 kg) da produção total, com maior volume no período chuvoso (14.231 kg) (Tabela 3). É uma espécie com hábitos demersais, que vive sobre substratos lamosos em águas estuarinas rasas e pouco salinas, adentrando também em água doce (ESPÍRITO SANTO et al., 2005).

A pescada amarela (*C. acoupa*) (Figura 2g) foi a sexta espécie dominante nos desembarques, representando 4,2% (21.124 kg) da produção total (Tabela 3), com pico em outubro/2013 (4.710 kg). É uma espécie demersal que vive sobre substrato lamoso ou arenoso, em águas salobras de estuários e manguezais (JIMENEZ et al., 2017).

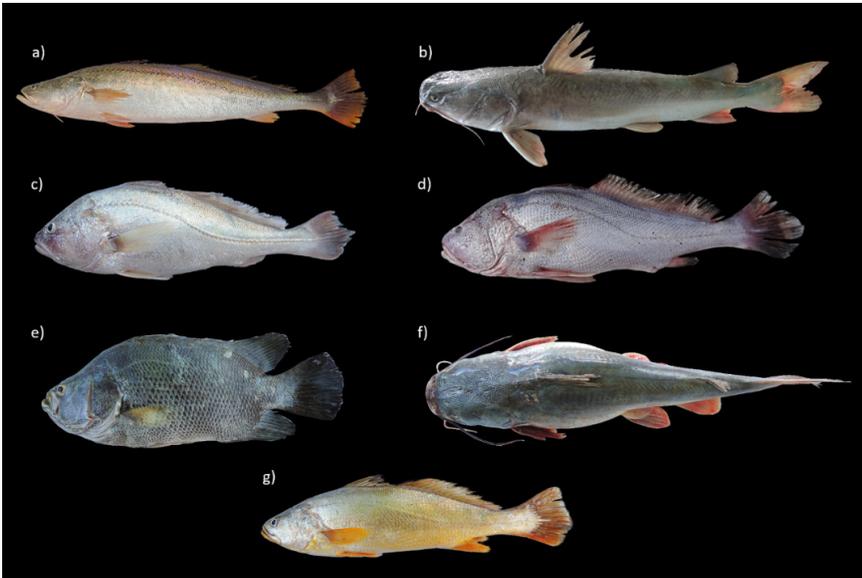


Figura 2. Principais espécies desembarcadas pela frota pesqueira de Oiapoque, Amapá, Brasil. a) Corvina (*Cynoscion virescens*); b) Uritinga (*Sciades proops*); c) Pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*); d) Pescada branca (*Plagioscion surinamensis*); e) Acará-açu (*Lobotes surinamensis*); f) Bagre (*Sciades couma*); g) Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*).

Dentre as principais espécies desembarcadas, algumas (corvina, pescada amarela, uritinga, bagre e gurijuba) sofrem intensa pressão pesqueira em função da carne e da bexiga natatória (conhecida como “grude”), um produto com alto valor comercial, exportado principalmente para a China (JIMENEZ et al., 2019, 2020). Este cenário é preocupante principalmente para espécies que apresentam estado de conservação alarmante, como a gurijuba (“Vulnerável”) e a pescada amarela (“Quase Ameaçada”) (ICMBIO, 2018).

### 3 | CONCLUSÃO

A pesca artesanal em Oiapoque assemelha-se a outras pescarias costeiras no estado do Amapá e em outros locais do litoral amazônico, com predominância de embarcações de pequeno porte que utilizam redes de emalhe e capturam uma grande diversidade de espécies, porém com predominância de poucos recursos em termos de volume. Observa-se ainda a influência da sazonalidade nas pescarias, com um aumento da produção no período seco.

Em termos de manutenção da pesca e das comunidades pesqueiras, uma conjunção de fatores evidencia que a situação é complexa e necessita de maior atenção do governo. Dentre estes fatores, destacam-se: a intensa pressão pesqueira exercida pela frota local e de outros estados; a inexistência de monitoramento contínuo das pescarias; a deficiência no sistema de fiscalização; e o conhecimento insuficiente sobre a bioecologia das espécies

exploradas.

Diante deste cenário, é imprescindível investir na aquisição de séries temporais de dados multidisciplinares que permitam estimar o estado dos estoques, o impacto das pescarias sobre os ecossistemas e as variabilidades naturais das populações, bem como integrar as necessidades humanas no processo de avaliação, priorizando uma abordagem ecossistêmica.

## REFERÊNCIAS

BARTHEM, R. B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajó, Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Zoologia**, v. 2, n. 1, p. 49–69, 1985.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Ed.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira**. Manaus: Ibama/Provárzea, 2004. p. 17–62.

CEPNOR (Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Norte). **Relatório do censo estrutural da pesca de águas continentais na região norte**. Belém: CEPNOR/UFRA, 2006.

CRESPI, B.; LAVAL, P.; SABINOT, C. La communauté de pêcheurs de Taperebá (Amapá- Brésil) face à la création du Parc national du Cabo Orange. **Espace populations sociétés**, n. 2014/2–3, 2015.

CUNHA, M. DA S.; PIRES, R. M. **Plano de manejo do Parque Nacional do Cabo Orange**. Brasília: ICMBio, 2010. v. Encarte 3

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. São Paulo: Vozes, 1973.

DIAS, G. A. C. et al. Diagnóstico da pesca ilegal no estado do Amapá, Brasil. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 5, p. 43–58, 2013.

EGLER, W. A.; SCHWASSMANN, H. O. Limnological studies in the Amazon Estuary. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 1, p. 2–25, 1962.

ESPÍRITO-SANTO, R. V.; ISAAC, V. J. Desembarques da pesca de pequena escala no município de Bragança – PA, Brasil: esforço e produção. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 25, n. 1, p. 31–48, 2012.

ESPÍRITO SANTO, R. V. et al. **Peixes e camarões do litoral bragantino, Pará-Brasil**. Belém: MADAM, 2005.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **População estimada**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/oiapoque/panorama>>. Acesso em: 2 set. 2020.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). **Instrução Normativa nº 26, de 4 de julho de 2012**. Brasília: ICMBio, 2012.

ISAAC, V. J. et al. Food consumption as an indicator of the conservation of natural resources in riverine communities of the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2229–2242, 2015.

JIMENEZ, E. A. et al. **Peixes da zona costeira do Parque Nacional do Cabo Orange, Estuário Amazônico, Amapá, Brasil**. Macapá: ICMBio, 2017.

JIMENEZ, É. A. et al. Understanding changes to fish stock abundance and associated conflicts: Perceptions of small-scale fishers from the Amazon coast of Brazil. **Ocean & Coastal Management**, n. 104954, 2019.

JIMENEZ, É. A. et al. Value chain dynamics and the socioeconomic drivers of small-scale fisheries on the Amazon coast: A case study in the state of Amapá, Brazil. **Marine Policy**, v. 115, n. 103856, 2020.

LE BAIL, P. Y.; KEITH, P.; PLANQUETTE, T. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tome 2, fascicule II: Siluriformes**. Paris: Muséum National D'Histoire Naturelle, 2000.

LÉOPOLD, M. **Poissons de mer de Guyane. Guide Illustré**. French Guyane: IFREMER, 2004.

MOURÃO, K. R. M.; PINHEIRO, L. A.; LUCENA, F. Organização social e aspectos técnicos da atividade pesqueira no município de Vigia - PA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 20, p. 39–52, 2007.

NITTROUER, C. A.; DEMASTER, D. J. The Amazon shelf setting: Tropical, energetic, and influenced by a large river. **Continental Shelf Research**, v. 16, n. 5/6, p. 553–573, 1996.

OLIVEIRA, N. S. et al. A pesca artesanal no alto e médio rio Araguari, Amapá, Brasil. **HOLOS**, v. 8, p. 81–98, 31 dez. 2018.

PAZ, A. C.; FRÉDOU, F. L.; FRÉDOU, T. Caracterização da atividade pesqueira em Vila do Conde (Barcarena, Pará), no estuário amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 6, n. 2, p. 307–318, 2011.

PESCAP (Agência de Pesca do Amapá). **Setor pesqueiro da zona norte do Amapá**. Macapá: PESCAP, 2012.

PINHA, P. R. S. et al. Acordos para Conservação da Reserva Biológica do Lago Piratuba. **Biodiversidade Brasileira**, v. 5, n. 1, p. 32–58, 2015.

PROZEE, (Fundação de Amparo à Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva). **Relatório final do projeto de monitoramento da atividade pesqueira no litoral do Brasil – Projeto Estatpesca**. Brasília: SEAP/PROZEE/IBAMA, 2006.

REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

SANTOS FILHO, A. P. et al. Levantamento Socioeconômico da Atividade Pesqueira Artesanal na Vila do Sucuriju, Amapá, Brasil. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, v. 11, n. 1, p. 129–141, 2011.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 165–182, 2005.

SILVA, S. L. F.; CAMARGO, M.; ESTUPIÑÁN, R. A. Fishery management in a conservation area. The case of the Oiapoque River in northern Brazil. **Cybium**, v. 36, n. 1, p. 17–30, 2012.

SISRGP (Sistema Informatizado do Registro Geral da Atividade Pesqueira). **Inscritos no RGP - Quantitativo por município**. Disponível em: <<http://sinpesq.mpa.gov.br/rgp>>. Acesso em: 1 nov. 2016.

SOUZA, E. B.; CUNHA, A. C. Climatologia de precipitação no Amapá e mecanismos climáticos de grande escala. In: CUNHA, A. C.; SOUZA, E. B.; CUNHA, H. F. A. (Eds.). **Tempo, clima e recursos hídricos. Resultados do Projeto REMETAP no estado do Amapá**. Macapá: IEPA, 2010. p. 216p.

VICTORIA, J. I.; ALMEIDA, M. C. **El Consumo de pescado en la Amazonía brasileña. COPESCAALC Documento Ocasional. No 13**. Roma: [s.n.].

VIEIRA, I. M.; ARAÚJO NETO, M. D. Aspectos da socioeconomia dos pescadores de camarão da Ilha do Pará (PA) e Arquipélago do Bailique (AP). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 19, p. 85–94, 2006.

## XERISCAPING EM JARDINS PÚBLICOS DE FORTALEZA

Data de submissão: 04/09/2020

**João Luís Cândido Marques**

Autarquia de Urbanismo e Paisagismo de  
Fortaleza  
Prefeitura de Fortaleza  
<http://lattes.cnpq.br/6973915045984804>

**Daniel Sant'Ana**

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente  
Construído  
Universidade de Brasília  
<https://orcid.org/0000-0002-9020-081X>

**RESUMO:** *Xeriscaping* é o processo de paisagismo que elimina, ou reduz significativamente a demanda de água para irrigação de jardins pelo emprego de espécies nativas ou adaptáveis ao clima local. Em Fortaleza/CE, observa-se uma baixa presença de espécies nativas no espaço público, o que implica em uma série de complicações na manutenção de áreas verdes, pois essas espécies necessitam de cuidados expressivos na adaptação ao clima local por irrigação. Com isso, este trabalho teve como objetivo estimar a economia de água gerada pela implementação de técnicas de *xeriscaping* em jardins públicos de Fortaleza. Para tanto, simulamos a substituição das dez espécies exóticas mais utilizadas pela Prefeitura de Fortaleza por espécies nativas e, com isso, estimamos as reduções no consumo de água por espécie substituída e suas economias

financeiras geradas. Resultados indicam que, de 135.955 espécies plantadas em 2019, apenas 3,67% eram nativas da caatinga e, se as dez espécies exóticas mais utilizadas fossem substituídas por espécies nativas, haveria uma redução equivalente a 63.690,36 m<sup>3</sup>/ano na demanda de água para irrigação suplementar, representando uma economia financeira de R\$ 67.653,96 ao ano para a Prefeitura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Xeriscaping*, Paisagismo Urbano, Irrigação, Indicadores de consumo de água, Conservação de água.

### XERISCAPING IN URBAN PUBLIC GARDENS OF FORTALEZA, BRAZIL

**ABSTRACT:** *Xeriscaping* is a landscaping process that eliminates, or significantly reduces water demand for garden irrigation by employing native or adaptable species to the local climate. In Fortaleza, Brazil, there is little presence of native species in urban public gardens, which leads to a series of complications regarding maintenance, as these species require a significant amount of water in order to adapt to the local climate. This work aims to estimate water savings by the implementation of *xeriscaping* techniques in urban public gardens in Fortaleza. For this purpose, we simulated the replacement of ten exotic species most used by native species and, with this, we estimated reductions in water consumption and financial savings generated. Results indicate that, out of 135,955 species planted in 2019, only 3.67% were native to local climate and, if the ten most used exotic species were replaced by native species, there would be a reduction equivalent to 63,690.36 m<sup>3</sup>/yr in water demand, representing a

financial saving equivalent to BRL 67,653.96 (USD 12,786.13) per year.

**KEYWORDS:** Xeriscaping, Urban landscaping, Irrigation, Water use indicators, Water conservation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A implantação não planejada de espécies vegetais em espaços públicos pode provocar uma série de problemas (como o aumento de pragas, sobrecarga no sistema de drenagem urbana pela queda de folhas, ferimentos por espinhos, danificação de patrimônio pela queda de frutos, toxicidade, etc.) além de gerar gastos com manutenção (adubação, fertilização, poda, controle de pragas e doenças) e irrigação (SILVA e MAGALHÃES, 1993; CORRÊA, 2015). Cidades inseridas em regiões de clima semiárido enfrentam desafios ligados ao planejamento e gestão de áreas verdes. O baixo índice de precipitação e a alta taxa de evapotranspiração associadas a um solo infértil e muitas vezes raso e pedregoso, são as principais adversidades presentes no planejamento da vegetação de cidades do estado do Ceará.

O Ceará é o único estado brasileiro que tem seu território totalmente inserido dentro do bioma da caatinga (MAIA, 2004). A vegetação nativa deste bioma é predominantemente composta por espécies xerófilas de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com formações de floresta seca e com o predomínio de espécies das famílias *Caesalpinaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae* e *Cactacea* (GIULIETTI *et al.*, 2003). Historicamente, a vegetação nativa da caatinga foi pouco explorada no paisagismo da região. Percebe-se que em Fortaleza, há uma baixa presença de espécies nativas no espaço público e, até o momento, não existe nenhum planejamento por parte da prefeitura local para implantação de um paisagismo urbano que leve em consideração a inclusão de espécies nativas em jardins ou parques públicos da cidade. Assim, suas condições de sobrevivência inatas ao clima árido e de elevada temperatura, como a alta retenção de água e a baixa taxa de evapotranspiração, permanecem quase que inexploradas no paisagismo urbano sustentável (LACERDA *et al.*, 2011; GONÇALVES e PAIVA, 2004).

A presença massiva de espécies vegetais exóticas no meio urbano é extremamente preocupante do ponto de vista da biodiversidade, pois podem trazer riscos a fauna local por esta muitas vezes não possuir as habilidades necessárias para se utilizar daquela vegetação nos seus processos naturais. Somados aos prejuízos na biodiversidade causados pela utilização em excesso de espécies exóticas, temos também os impactos diretos na qualidade da gestão de cidades. Dados apontam que 90,9% das cidades brasileiras em que há um maior número de espécies exóticas do que nativas, situam-se na caatinga (LACERDA *et al.*, 2011; ESTEVES e CORRÊA, 2018).

Para dar sustentação a espécies exóticas, órgãos de gestão do paisagismo urbano acabam consumindo uma grande quantidade de água quando comparado aos cuidados

demandados por espécies nativas, pois estas possuem características inatas que as fazem capazes de se sobreviver perfeitamente ao seu ambiente originário. No caso de espécies da caatinga, podemos apontar a alta retenção de água, uma reduzida quantidade de folhas, o metabolismo ácido e a presença de uma cutícula espessa como algumas das condições naturais de sobrevivência dessas espécies no seu bioma de origem - qualidades que as fazem resistentes a longos períodos de estiagem.

A água se prova recurso cada vez mais escasso em todo o mundo, sobretudo em estados do nordeste brasileiro como o Ceará, que enfrenta uma crise hídrica severa que deve exigir políticas de restrição no abastecimento hídrico para a população, além de tarifas de contingência na conta d'água. As 12 bacias hidrográficas do Ceará atualmente têm média aproximada de apenas 10% da sua capacidade total preenchida, índices alarmantes que podem ser comparados as grandes secas históricas que assolaram a região no passado. O Castanhão, maior açude da América Latina, responsável pelo abastecimento da capital Fortaleza e de toda sua Região Metropolitana, chegou aos 5,17% do seu volume total em 2016, o menor de sua história (SILVA *et al.*, 2017).

A intensificação dos debates sobre a gestão de recursos hídricos em todo o mundo, somado ao elevado índice de consumo de água na manutenção do paisagismo urbano, principalmente em jardins com maiores quantidades de espécies exóticas, resultou no desenvolvimento da metodologia do *xeriscaping*, concebido originalmente pela Denver Water baseando-se em conceitos simples capaz de eliminar ou reduzir significativamente a demanda de água em irrigação de jardins. O emprego de espécies nativas de baixa demanda de água é um dos principais pilares do *xeriscaping* - termo que vem da combinação da palavra *landscape* - paisagem em inglês, com o prefixo *xero*, derivado do grego *xēros*, que significa seco.

A utilização de espécies nativas no paisagismo urbano pode trazer benefícios não só na construção de um bioma coeso e seguro para o ecossistema local, mas também, promover reduções significativas na demanda de água em irrigação e economias relevantes aos custos de manutenção de jardins públicos para a gestão pública de Fortaleza. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi de identificar espécies nativas do bioma da caatinga que possam substituir as principais espécies exóticas utilizadas em jardins públicos de Fortaleza e estimar as economias de água geradas pela eliminação de rega suplementar da vegetação urbana.

## 2 | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

As espécies presentes no Horto Municipal Falconete Fialho, órgão responsável pela produção e distribuição de mudas para fins públicos em Fortaleza/CE, foram quantificadas, agrupadas em tabelas por tipo (ornamentais, palmeiras, arbóreas, forrações e hortaliças medicinais) e posteriormente categorizadas por: i) Espécie; ii) Número de variações

presentes no acervo; iii) Origem geográfica; iv) Pertencimento ao bioma da caatinga; e v) Quantidade aproximada de unidades no acervo.

Com o objetivo de simular a contenção de gastos proveniente da implementação das técnicas do *xeriscaping* e do acréscimo no uso de espécies nativas, foram selecionadas as dez espécies mais utilizadas em projetos urbanos de 2019 segundo dados da URBFOR, a Autarquia de Urbanismo e Paisagismo de Fortaleza e a partir de observações diárias destas espécies e de entrevistas com funcionários do Horto Municipal Falconete Fialho, foram traçados os perfis de consumo de água de cada uma delas. Quando no acervo do horto, as espécies foram agrupadas em blocos de cem unidades, por isso os dados coletados referentes ao consumo mensal de água seguiram esta mesma métrica, visando uma maior precisão. A partir destes valores definidos, foi possível calcular o consumo hídrico em reais (R\$) demandado por cada espécie, através dos dados do custo da água urbana de Fortaleza, divulgados pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) em 2020, que estabeleceu o valor do metro cúbico de água em R\$ 4,11. Com isso, através de experiências pregressas do próprio Horto Municipal de Fortaleza juntamente com levantamentos bibliográficos, foram sugeridas vegetações endêmicas com demanda por rega suplementar baixa ou inexistente para substituir as espécies exóticas analisadas, sendo não só capazes de economizar recursos, como também corresponder as principais características e funções das substituídas, calculando também a diferença nas suas demandas por água, gerando assim um valor estimado de economia mensal.

Para efeitos de estudo e simulação, esta simulação levou em consideração apenas o dispêndio de água nas 6.736 unidades das espécies observadas que foram plantadas em 2019, juntamente com os 26.540m<sup>2</sup> de forrações. O cálculo surgiu através do cruzamento da quantidade de água estimada para a rega suplementar de determinada espécie, com o valor do metro cúbico da água fixada na região, com isso foi possível descobrir os gastos em reais no dispêndio de água das espécies exóticas e compará-los com o gasto em reais na manutenção da rega das espécies nativas, achando assim um valor de economia por unidade. Foram ignorados todos os outros itens que compõe os gastos na manutenção de jardins urbanos e que poderiam também serem mitigados pelo uso da vegetação endêmica, como os valores de mão de obra, ferramentas, poda, transporte, adubo e fortificantes, aumentando ainda mais a disparidade de custos e consequentemente a economia gerada por estas ações.

### 3 | RESULTADOS

No ano de 2019, a cidade de Fortaleza/CE declarou em seu balanço anual de contas ter gastado R\$ 2.202.500,00 com a manutenção de canteiros e jardins públicos (ALVES *et al.*, 2019). Percebe-se que se com a implementação de uma metodologia sustentável de contenção de gastos como o *xeriscaping* for possível reduzir percentualmente o valor

comprometido com a manutenção de áreas verdes, poderá haver uma grande economia para os cofres públicos, que poderiam redirecionar este montante para outros setores deficitários.

Como podemos observar na Tabela 1, foi constatado a presença de 34 espécies ornamentais dentro do acervo atual do Horto Municipal de Fortaleza, sendo que dessas, 12 tem sua origem geográfica proveniente do território brasileiro e apenas 2 são endêmicas do bioma da caatinga. Espécies ornamentais compõem grande parte dos projetos paisagísticos urbanos, pois podem ser utilizadas para vários fins, como a harmonia estética, delimitação espacial, redução da temperatura local e diminuição da erosão e da evapotranspiração do solo.

<b>Espécie*</b>	<b>Origem</b>	<b>Nº</b>
Abacaxi-Ornamental: <i>Ananas bracteatus</i> (1)	Nativa (Brasil)**	460
Abacaxi-Roxo: <i>Tradescantia spathacea</i> (1)	Nativa (Brasil)**	500
Alamanda: <i>Allamanda catártica</i> (1)	Nativa (Brasil)	250
Begônia: <i>Begonia elatior</i> (1)	Nativa (Brasil)	200
Beijo-de-Frade: <i>Impatiens balsamina</i> (1)	Exótica (Ásia)	400
Porto-Seguro: <i>Aechmea blanchetiana</i> (1)	Nativa (Brasil)	310
Clúsia: <i>Clusia fluminensis</i> (1)	Nativa (Brasil)	440
Coléus: <i>Solenostemon scutellarioides</i> (2)	Exótica (Ásia)	680
Crista-de-Galo: <i>Celosia cristata</i> (1)	Exótica (Ásia)	300
Cróton: <i>Codiaeum variegatum</i> (3)	Exótica (Ásia)	500
Dianela: <i>Dianella tasmanica</i> (2)	Exótica (África)	690
Espada-de-São Jorge: <i>Sansevieria trifasciata</i> (2)	Exótica (África)	150
Estrela-do-Egito: <i>Pentas lanceolata</i> (1)	Exótica (África)	300
Coroa-de-Cristo: <i>Euphorbia milii</i> (1)	Exótica (África)	120
Cara-de-Cavalo: <i>Philodendron Panduriforme</i> (1)	Nativa (Brasil)	240
Alpinia: <i>Alpinia purpurata</i> (1)	Exótica (Ásia)	200
Lutiela: <i>Alternanthera dentata</i> (1)	Nativa (Brasil)	400
Maravilha: <i>Mirabilis jalapa</i> (1)	Nativa (Brasil)	420
Trapoeiraba-Roxa: <i>Tradescantia pallida purpúrea</i> (1)	Exótica (EUA)	380
Ixora: <i>Ixora coccínea</i> (1)	Exótica (Ásia)	300
Orquídea-Violeta: <i>Spathoglottis unguiculata</i> (1)	Exótica (Oceania)	220
Carnaval: <i>Iresine herbstii</i> (1)	Nativa (Brasil)	150
Papoula Oriental: <i>Papaver orientale</i> (1)	Exótica (Ásia)	130
Pingo de Ouro: <i>Duranta erecta aurea</i> (2)	Nativa (Brasil)	360
Pleomele: <i>Dracaena reflexa</i> (1)	Exótica (África)	200
Vinca-Pendente: <i>Vinca major</i> (2)	Exótica (Europa)	750

Tabela 1. Categorização das espécies ornamentais.

\* Em parêntesis, o número de variações da espécie

\*\* Espécies endêmicas ao bioma da caatinga

Segundo os conceitos de respeito a natividade da vegetação local presentes na metodologia do *xeriscaping*, sugere-se a diminuição da reprodução destas espécies ornamentais exóticas presentes no horto de Fortaleza, e paralelamente, com a utilização dessas mudas em projetos urbanos, o desenvolvimento da produção de espécies endêmicas da caatinga para que possam ser uma opção mais acessível e recorrente que o uso de espécies estrangeiras ao nosso bioma. Assim, o horto continuaria a ter em seu acervo as espécies exóticas que hoje possui, mas em menor quantidade, podendo atender as funções educacionais, de lazer ecológico e dentre outras desempenhadas pelas espécies do órgão, além de poder também apresentar uso em projetos urbanos, mas em menor recorrência e apenas quando estritamente necessário. Enquanto isso, as espécies nativas seriam produzidas em maior quantidade, e além de fomentar a apropriação pela cultura e bioma local durante sua exposição no acervo do horto, seriam responsáveis por atender a execução de projetos paisagísticos na maioria dos casos. Foram identificadas as seguintes espécies ornamentais endêmicas da caatinga que podem facilmente serem produzidas pelo Horto Municipal Falconete Filho:

- |  |   |
|--|---|
| - Alecrim-do-Campo<br>( <i>Baccharis dracunculifolia</i> ) | - Facheiro<br>( <i>Pilosocereus pentaedrophorus</i> ) |
| - Barba-de-Bode ( <i>Aristida longiseta</i> )              | - Ipecacuanha ( <i>Ruellia geminiflora</i> )          |
| - Barba-de-Velho ( <i>Tillandsia usneoides</i> )           | - Justicia ( <i>Justicia aequilabris</i> )            |
| - Bamburral ( <i>Hyptis umbrosa</i> )                      | - Macambira ( <i>Bromelia laciniosa</i> )             |
| - Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> )                  | - Marianinha ( <i>Commelina erecta</i> )              |
| - Bromélia-Amarela ( <i>Aechmea aquilega</i> )             | - Melãozinho ( <i>Momordica charantia</i> )           |
| - Bromélia-Estrela<br>( <i>Orthophytum disjunctum</i> )    | - Opuntia ( <i>Opuntia cochenillifera</i> )           |
| - Capitãozinho ( <i>Terminalia triflora</i> )              | - Orelha-de-Onça<br>( <i>Tibouchina heteromalla</i> ) |
| - Cará-do-Mato ( <i>Dioscorea dodecaneura</i> )            | - Tilândsia ( <i>Tillandsia loliacea</i> )            |
| - Cardo-Santo ( <i>Cardus benedictus</i> )                 | - Vassourinha ( <i>Scoparia dulcis</i> )              |
| - Crauá ( <i>Neoglaziovia variegata</i> )                  | - Velame ( <i>Croton heliotropiifolius</i> )          |
|  | - Xique-Xique ( <i>Pilocereus gounellei</i> )         |

As espécies da família *Arecaceae*, popularmente conhecida como palmeiras, podem desempenhar função estética, de delimitação espacial, diminuição da temperatura local, mitigação de ruídos, dentre outros, o que torna o seu uso propício à uma grande variedade de projetos, mas geralmente não se faz necessário o uso de muitas unidades desta tipologia vegetal em uma única localidade. Como apresentado na Tabela 2, das 20 espécies de

palmeiras e suas respectivas variações levantadas como presentes no horto municipal de Fortaleza, apenas 4 são originárias do território brasileiro e dentre elas apenas 2 são endêmicas da caatinga. Devido ao seu uso reduzido em projetos, sua reduzida demanda por regas e nutrientes suplementares, além da baixa presença de espécies da família *Arecaceae* no bioma da caatinga, sugere-se apenas a diminuição da produção de espécies exóticas que demandem maior dispêndio de recursos em detrimento das que precisam de menos cuidados e manutenção. Além disso, sugere-se a implantação de novas palmeiras presentes no bioma local, que podem ser preferencialmente usadas em projetos públicos.

<b>Espécie*</b>	<b>Origem</b>	<b>Nº</b>
Carnaúba: <i>Copernicia prunifera</i> (1)	Nativa (Brasil)**	80
Coqueiro: <i>Cocos nucifera</i> (1)	Nativa (Brasil)**	230
Açaizeiro: <i>Euterpe oleracea</i> (1)	Nativa (Brasil)	50
Cica: <i>Cycas revoluta</i> (1)	Exótica (Ásia)	50
Areca-Bambu: <i>Dypsis lutescens</i> (1)	Exótica (Ásia)	80
Palmeira-de-Salão: <i>Chamaedorea elegans</i> (1)	Exótica (EUA)	540
Dendezeiro: <i>Elaeis guineenses</i> (1)	Exótica (África)	200
Palmeira-Havaí: <i>Palmeira Veitchia</i> (2)	Exótica (Ásia)	470
Palmeira-Imperial: <i>Roystonea oleracea</i> (2)	Nativa (Brasil)	110
Palmeira-Leque: <i>Licuala grandis</i> (3)	Exótica (Oceania)	200
Palmeira-Triângulo: <i>Dypsis decaryi</i> (1)	Exótica (África)	200
Pinanga-de-Coroa: <i>Pinanga Coronata</i> (2)	Exótica (África)	200
Rabo-de-Raposa: <i>Wodyetia bifurcata</i> (1)	Exótica (Oceania)	40
Palmeira-Rápis: <i>Rhapis excelsa</i> (1)	Exótica (Ásia)	50
Ravenala: <i>Ravenala madagascariensis</i> (1)	Exótica (África)	40

Tabela 2. Categorização das espécies de palmeiras.

\* Em parêntesis, o número de variações da espécie

\*\* Espécies endêmicas ao bioma da caatinga

Algumas espécies de palmeiras endêmicas da caatinga, que podem facilmente serem produzidas pelo Horto Municipal Falconete Fialho:

- Babaçu (*Attalea speciosa*)
- Camargo (*Syagrus comosa*)
- Coco-Espinho (*Acrocomia aculeata*)
- Coquinho-babão (*Syagrus flexuosa*)
- Licuri (*Syagrus coronata*)
- Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*)

Sendo as maiores responsáveis pela mitigação do desconforto causado pelas problemáticas urbanas sobretudo em climas áridos, as espécies arbóreas têm papel fundamental não só na coesão do ecossistema local, como na qualidade de vida nas cidades. Aclimação, sombreamento, redução da erosão e da evapotranspiração do solo e o suporte a fauna local, são algumas das potencialidades que podem ser utilizadas com primazia quando há a escolha correta de espécies nativas para a composição de um projeto urbanísticos e paisagístico. Em contrapartida, uma má escolha e implantação de espécies arbóreas no contexto da urbe moderna pode trazer uma série de problemáticas à gestão pública, como danos ao passeio, comprometimento do sistema de escoamento de água, estrago da pavimentação de vias, dentre outros. Além disso podem acarretar também um nocivo desequilíbrio no ecossistema local, com a repulsão e consequentemente exposição de espécies endêmicas.

<b>Espécie*</b>	<b>Origem</b>	<b>Nº</b>
Acácia: <i>Vachellia seyal</i> (1)	Exótica (África)	850
Angico: <i>Anadenanthera colubrina</i> (1)	Nativa (Brasil)**	240
Araputanga: <i>Swietenia macrophylla</i> (1)	Nativa (Brasil)	150
Cajueiro: <i>Anacardium occidentale</i> (1)	Nativa (Brasil)**	100
Cajazeira: <i>Spondias mombin</i> (1)	Nativa (Brasil)**	80
Caraíba: <i>Cordia calocephala</i> (1)	Nativa (Brasil)	160
Cedro: <i>Cedrela fissilis</i> (1)	Nativa (Brasil)**	220
Copaíba: <i>Copaifera langsdorffii</i> (1)	Nativa (Brasil)**	310
Cumarú: <i>Dipteryx odorata</i> (1)	Nativa (Brasil)	150
Cambuí: <i>Myrciaria tenella</i> (1)	Nativa (Brasil)	90
Cipreste: <i>Cupressus macrocarpa</i> (1)	Exótica (EUA)	170
Flamboyant: <i>Delonix regia</i> (1)	Exótica (África)	660
Figueira-do-Brejo: <i>Ficus insipida</i> (1)	Exótica (Ásia)	380
Freijó: <i>Cordia goeldiana</i> (1)	Nativa (Brasil)	110
Goiabeira: <i>Psidium guajava</i> (1)	Nativa (Brasil)	90
Guariúba: <i>Clarisia racemosa</i> (1)	Nativa (Brasil)	130
Ingazeira: <i>Inga edulis</i> (1)	Nativa (Brasil)**	100
Ipê-Amarelo: <i>Handroanthus caraiba</i> (1)	Nativa (Brasil)**	750
Ipê-Rosa: <i>Handroanthus avellanedae</i> (1)	Nativa (Brasil)**	330
Ipê-Roxo: <i>Handroanthus heptaphyllus</i> (1)	Nativa (Brasil)**	400
Jambo: <i>Syzygium malaccense</i> (1)	Exótica (Ásia)	90
Jasmim-Branco: <i>Plumeria pudica</i> (1)	Exótica (Central)	800
Jasmim-Manga: <i>Plumeria rubra</i> (1)	Exótica (Central)	760
Jenipapo: <i>Genipa americana</i> (1)	Nativa (Brasil)	90
Jacarandá: <i>Jacaranda ovalifolium</i> (1)	Nativa (Brasil)	50
Jacarandá: <i>Jacaranda mimosifolia</i> (1)	Nativa (Brasil)**	40
Jatobá: <i>Hymenaea courbaril</i> (1)	Nativa (Brasil)**	100
João Mole: <i>Guapira graciliflora</i> (1)	Nativa (Brasil)	200
Jucá: <i>Caesalpinia leiostachya</i> (1)	Nativa (Brasil)**	340
Mungubeira: <i>Pachira aquatica</i> (1)	Nativa (Brasil)**	450
Mini-Flamboyant: <i>Caesalpinia pulcherrima</i> (1)	Exótica (África)	450
Mangueira: <i>Mangifera indica</i> (1)	Exótica (Ásia)	200
Mutamba: <i>Guazuma ulmifolia</i> (1)	Nativa (Brasil)**	90
Pitombeira: <i>Talisia esculenta</i> (1)	Nativa (Brasil)**	150
Pau-Branco: <i>Auxemma onocalyx</i> (1)	Nativa (Brasil)**	300

Pau D'arco: <i>Tabebuia serratifolia</i> (1)	Nativa (Brasil)**	330
Pata-de-Vaca: <i>Bauhinia forficata</i> (1)	Nativa (Brasil)**	490
Pau-Brasil: <i>Paubrasilia echinata</i> (1)	Nativa (Brasil)	220
Sibipiruna: <i>Caesalpinia peltophoroides</i> (1)	Nativa (Brasil)	410
Tamarineira: <i>Tamarindus indica</i> (1)	Exótica (África)	150
Timbaúva: <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (1)	Nativa (Brasil)**	150
Oiti: <i>Licania tomentosa</i> (1)	Nativa (Brasil)**	210
Abricó de Macaco: <i>Couroupita guianensis</i> (1)	Nativa (Brasil)	160

Tabela 3. Categorização das espécies arbóreas.

\* Em parêntesis, o número de variações da espécie

\*\* Espécies endêmicas ao bioma da caatinga

Na Tabela 3, podemos observar que, dentre as árvores no acervo do horto de Fortaleza, foi constatado a presença de 43 espécies distintas, sendo que dessas, 33 são provenientes do território brasileiro, mas apenas 20 são endêmicas do bioma da caatinga. Espécies arbóreas geralmente são usadas em grande quantidade e variedade, principalmente em projetos de parques urbanos e praças devido a sua função de trazer amenidade ao local através da aclimação e do sombreamento, por isso deve-se haver um catálogo vasto de espécies arbóreas nativas em órgãos responsáveis pelo paisagismo de cidades. Sendo assim, propõe-se a diminuição da produção de espécies exóticas ao bioma da caatinga pelo horto de Fortaleza, e o aumento da produção das espécies nativas já inclusas no catálogo do órgão, além da produção de novas espécies endêmicas da região seguindo a metodologia do *xeriscaping*, ou seja, dando preferência aquelas que possam cumprir suas funções na resolução de patologias urbanas sem demandar o dispêndio excessivo de recursos básicos como a água.

Algumas espécies arbóreas endêmicas da caatinga, que podem facilmente serem produzidas pelo Horto Municipal Falconete Fialho:

- Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*)
- Bom nome (*Monteverdia rigida*)
- Canafístula (*Peltophorum dubium*)
  - Calumbi (*Mimosa tenuiflora*)
  - Craibeira (*Tabebuia aurea*)
- Favela (*Cnidocolus quercifolius*)
  - Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*)
  - Madeira nova (*Pterogyne nitens*)
- Maniçoba (*Manihot carthagenensis*)
  - Marmeleiro (*Cydonia oblonga*)
- Monzê (*Albizia polycephala*)
- Mulungu (*Erythrina mulungu*)
  - Oiticica (*Licania rigida*)
- Pereiro (*Aspidosperma pyriformis*)
- Quixaba (*Sideroxylon Obtusifolium*)
- Sete-Cascas (*Samanea tubulosa*)
  - Sombreiro (*Clitoria racemosa*)
- Sucupira (*Pterodon Emarginatus*)
  - Trapiá (*Crateva tapia*)
  - Urucum (*Bixa orellana*)

Espécies forrageiras em geral tem como característica a alta demanda por água e nutrientes provenientes do solo, por isso há uma baixa variedade de gramíneas de maior volume no bioma da caatinga. Principais responsáveis pela mitigação da erosão e

evapotranspiração do solo, estas espécies encontram pouco espaço na matriz cristalina que permeia grande parte do solo do semiárido brasileiro, por este ser bastante pedregoso. Como pode-se observar na Tabela 4, o horto de fortaleza, possui em seu acervo apenas o capim-de-burro, espécie nativa que é reutilizada pelo órgão através das sobras do serviço de rosso feito pela equipe de limpeza urbana da capital. As demais duas espécies que completam o acervo de forrageiras do órgão, são adquiridas em mercado mediante a necessidade de implantação em algum projeto.

Espécie*	Origem	Nº
Capim-de-Burro: <i>Cynodon dactylon</i> (1)	Nativa (Brasil)**	20.000 m <sup>2</sup>
Capim-Mombaça: <i>Panicum maximum</i> (1)	Exótica (África)	8.000 m <sup>2</sup>
Gramma-de-Santo-Agostinho: <i>Stenotaphrum secundatum</i> (1)	Nativa (Brasil)	Mercado
Gramma-Esmeralda: <i>Zoysia japônica</i> (1)	Exótica (Ásia)	Mercado

Tabela 4. Categorização das espécies forrageiras.

\* Em parêntesis, o número de variações da espécie

\*\* Espécies endêmicas ao bioma da caatinga

Espécies forrageiras em geral tem como característica a alta demanda por água e nutrientes provenientes do solo, por isso há uma baixa variedade de gramíneas de maior volume no bioma da caatinga. Principais responsáveis pela mitigação da erosão e evapotranspiração do solo, estas espécies encontram pouco espaço na matriz cristalina que permeia grande parte do solo do semiárido brasileiro, por este ser bastante pedregoso. Como pode-se observar na Tabela 4, o horto de fortaleza, possui em seu acervo apenas o capim-de-burro, espécie nativa que é reutilizada pelo órgão através das sobras do serviço de rosso feito pela equipe de limpeza urbana da capital. As demais duas espécies que completam o acervo de forrageiras do órgão, são adquiridas em mercado mediante a necessidade de implantação em algum projeto.

Duas das sete práticas consideradas pilares no *xeriscaping*, envolvem a utilização de forrageiras. A primeira aconselha o uso de espécies de forração apenas quando estritamente necessário, já a outra sugere uma alternativa, o uso do *mulch*, ou seja, algum material natural, mas não vivo, que possa cobrir o solo de determinada área com o objetivo de evitar a erosão e a evapotranspiração do solo sem precisar ser constantemente regado, nutrido ou aparado. Sabendo que o Horto Municipal Falconete Fialho produziu um montante de 20 toneladas de substrato para adubo e que grande parte desse volume é proveniente do material resultante das podas de árvores em espaço público, sugere-se a utilização de parte destas sobras de poda para a produção de *mulchs* compostos de restos de madeira e

folhas secas. Como grande parte do adubo produzido pelo horto em 2019 não foi utilizado no suporte a vegetação pública devido a falta de demanda, o que segundo a prestação de contas anual da Prefeitura de Fortaleza, gerou um excedente que fora doado a instituições privadas, temos aqui o argumento que corrobora a produção desta cobertura morta sem nenhum ônus aos demais processos fundamentais da manutenção pública.

Como apontado na Tabela 5, observamos que o valor estimado de economia apenas com a rega suplementar das forrações e das 6.736 unidades vegetais pertencentes as 10 espécies observadas neste estudo, chega a um montante mensal de R\$.5.637,83 que representa uma economia anual de R\$ 67.653,96, sendo que 86,52% deste valor (R\$ 58.534,20) seria evitado apenas com a substituição das espécies forrageiras que, apesar de terem sido utilizadas no ano de 2019 pela Prefeitura de Fortaleza em quantidades maiores que de outras analisadas, tiveram o resultado do cálculo dos seus valores unitários de demanda por água muito superiores as espécies de outras tipologias, podendo assim serem identificadas como os itens de maior consumo de recursos públicos na manutenção de jardins urbanos dentre os demais apontados neste estudo. Em outras palavras, a simples substituição das espécies exóticas por espécies nativas, geraria uma redução equivalente a 5.307,53 m<sup>3</sup> de água ao ano.

Dados do Portal da Transparência da Prefeitura de Fortaleza, apontam um total 135.955 espécies plantadas na capital em 2019, sendo que dessas apenas 3,67% eram endêmicas da caatinga. Estes números expressivos encontrados na análise de apenas 6.736 espécies (que corresponde a apenas 4,95% da vegetação plantada em 2019), nos faz refletir sobre a quantidade de consumo de água e dinheiro público que poderiam ter sido evitados se ações voltadas à economia de recursos, somadas com a valorização e produção de espécies nativas tivessem sido priorizadas no planejamento de áreas verdes e jardins públicos de Fortaleza em anos antecedentes.

Tipo	Espécie Exótica	Consumo em 100 unidades	Gastos com Água	Unidades Plantadas	Espécie Endêmica	Consumo Reduzido (Fonte)	Economia Mensal
Arbórea	<i>Acácia Vachellia seyal</i>	2.485 litros/mês*	R\$ 10,21	841 un.	Marmeleiro <i>Cydonia oblonga</i>	Não necessita de rega (MAIA, 2014)	R\$ 84,10
Forração	<i>Capim-de-Burro Cynodon dactylon</i>	74 litros/mês/m <sup>2</sup>	R\$ 30,57	~8400m <sup>2</sup>	Mulch de cascas secas	Cobertura Morta (WILSON e FEUCHT, 2007)	R\$ 2.520,00
Ornamental	<i>Coléu Solenostemon scutellarioides</i>	2.860 litros/mês	R\$ 11,75	395 un.	Macambira <i>Bromelia laciniosa</i>	Não necessita de rega (GIULIETTI et al., 2003)	R\$ 47,40
Ornamental	<i>Dianela Dianella tasmanica</i>	2.100 litros/mês	R\$ 6,63	1.120 un.	Bromélia-Amarela <i>Aechmea aquilega</i>	600 litros/mês* (DE OLIVEIRA et al., 2015)	R\$ 67,20

Arbórea	<i>Flamboyant Delonix regia</i>	3.700 litros/mês*	R\$ 15,20	633 un.	Mulungu <i>Erythrina mulungu</i>	1.100 litros/mês* (Horto Municipal)	R\$ 72,93
Forração	<i>Grama-Esmeralda Zoysia japonica</i>	25 litros/mês/m <sup>2</sup>	R\$ 127,40	~18.140m <sup>2</sup>	Mulch de folhas secas e pedras	Cobertura Morta (WILSON. e FEUCHT, 2007)	R\$ 2358,20
Arbórea	<i>Jasmim Branco Plumeria pudica</i>	2.720 litros/mês	R\$ 11,17	804 un.	Madeira-Nova <i>Pterogyne nitens</i>	770 litros/mês* (GIULIETTI et al., 2003)	R\$ 64,32
Arbórea	<i>Jasmim-Manga Plumeria rubra</i>	3.960 litros/mês*	R\$ 16,27	192 un.	Pacotê <i>Perium vitifolium</i>	1.050 litros/mês* (Horto Municipal)	R\$ 23,04
Arbórea	<i>Figueira-do-Brejo Ficus insipida</i>	2.100 litros/mês*	R\$ 8,63	200 un.	Catingueira <i>Cenostigma pyramidale</i>	Não necessita de rega (MAIA, 2014)	R\$ 18,00
Ornamental	<i>Vinca-Pendente Vinca major</i>	3.650 litros/mês	R\$ 15,00	2.551 un.	Ipecacuanha <i>Ruellia geminiflora</i>	Não necessita de rega (DE OLIVEIRA et al., 2015)	R\$ 382,64

Tabela 5. Análise do consumo de água substituindo as dez espécies exóticas mais plantadas por espécies nativas (valores de 2019).

\* Demanda de água até pleno porte

## 4 | CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo estimar as economias geradas por uma possível implementação das técnicas do *xeriscaping* e da valorização da flora endêmica na manutenção de jardins públicos de Fortaleza, sobretudo na redução do consumo hídrico na rega suplementar da vegetação urbana, pois além de ser um recurso oneroso as cofres públicos, a escassez da água é o pivô mais recorrente nas crises ambientais históricas do Ceará. Os dados encontrados corroboram que a metodologia sugerida além de mais sustentável, poderia sanar problemáticas ligadas a vigente gestão de recursos e áreas verdes da capital, que atualmente podem estar não só trazendo encargos desnecessários as contas do estado, como também prejudicando diretamente o ecossistema local e a qualidade de vida dos cidadãos.

A percepção negativa da vegetação local, advinda principalmente do período colonial do Brasil, ainda se faz muito presente no paisagismo de Fortaleza/CE. O horto municipal da cidade, entidade máxima na produção e preservação de espécies vegetais, tem 67% do seu acervo composto por espécies exóticas ao bioma da caatinga, índice que fica evidenciado não só pelos impactos diretos ao ecossistema e à qualidade de vida local, mas também no excesso de gastos públicos na manutenção de áreas verdes. A caatinga é a única floresta exclusivamente brasileira e possui mais de 1500 espécies vegetais endêmicas reconhecidas, o fato de apenas 39 destas estarem representadas no horto municipal de uma das maiores capitais dentre as inseridas neste bioma, por si só já evidencia a sua depreciação.

Os resultados deste trabalho se aplicam exclusivamente para Fortaleza/CE e a replicabilidade do método utilizado em outro período de tempo ou localidade vai depender das características inatas dos biomas presentes na área de estudo, do custo das atividades de manutenção urbana local e das técnicas de reprodução e plantio utilizadas pelo órgão de gerenciamento urbano da região.

Apesar de sua limitação regional, este estudo apresenta indicadores de consumo de água em irrigação por espécie exótica, o potencial de redução do consumo de água pela sua substituição por espécies nativas, e as economias financeiras geradas pela aplicação do *xeriscaping* em jardins públicos.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, R. S. Revegetação. In: **Reabilita**: reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística. 2ª Ed. Brasília: ETB-UnB, 2015. p.210 - 252.

DE OLIVEIRA, Diogo G.; PRATA, Ana P.; FERREIRA, Robério. **Herbáceas da caatinga: Composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal**. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Recife, 2019.

ESTEVES, M. C.; CORRÊA, R. S. Natividade da flora usada na arborização de cidades brasileiras. **Paranoá**, n. 22, 159-171, 2018.

GIULIETTI, A. M. *et al.* **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2003.

GONÇALVES, W.; PAIVA, H. N. **Árvores para o ambiente urbano**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004. 242 p.

LACERDA, R. M.; FILHO, J. A.; SANTOS, V. Indicação de espécies de porte arbóreo para a arborização urbana no semi-árido paraibano. **Revista da Soc. Bras. de Arborização Urbana**. v. 6, n. 1, p.51-68, 2011.

MAIA, G. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. Editora Leitura e Arte. São Paulo, 2004. 413p.

SILVA, A.; PINTO, A. M.; TORRES, G. Paisagismo *xeriscape* em campi universitários: contribuições para gestão ambiental da água. **Revista Encontros Universitário da UFC**, v. 2, n. 1, 2017.

WILSON, C.; FEUCHT, J.R. **Xeriscaping: creative landscaping**. Colorado State University. Colorado, 2007.

# CAPÍTULO 28

## O COMPORTAMENTO DAS VARIVÁVEIS CLIMÁTICAS NOS ESPAÇOS EXTERNOS DE SÃO CRISTÓVÃO, RIO DE JANEIRO

Data de submissão: 30/07/2020

### Lays de Freitas Veríssimo

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,  
UFRJ  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/8713285984871140>

### Virgínia Maria Nogueira de Vasconcelos

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,  
UFRJ  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/0243838029645765>

**RESUMO:** O artigo tem o objetivo de apresentar um estudo do comportamento das variáveis climáticas e como elas tem sofrido alterações com o processo de adensamento da Cidade do Rio de Janeiro, tendo como estudo de caso o Bairro de São Cristóvão. Após o estudo dos conceitos que permeiam o tema, foram realizadas visitas e levantamento bibliográfico. Os dados obtidos foram analisados e organizados em gráficos de modo a reforçar a importância dos espaços livres públicos e privados, além dos seus potenciais para a mitigação dos efeitos das ilhas de calor, agravados ao longo dos anos pelas atividades antropogênicas. Enfatiza-se a importância da vegetação e das áreas permeáveis para a amenização do microclima e para a saúde e o bem-estar humano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade; conforto higrotérmico; ilhas de calor; São Cristóvão;

adensamento.

### THE BEHAVIOR OF CLIMATIC VARIABLES IN OPEN SPACES OF SÃO CRISTÓVÃO, RIO DE JANEIRO

**ABSTRACT:** The article aims to present a study of the climatic variables behavior and how they have changed with the densification process of the City of Rio de Janeiro within São Cristóvão neighborhood as a case study. After studying the concepts that permeate the theme, visits and literature review were made. The obtained data were analyzed and organized into graphs to reinforce the importance of public and private open spaces. In addition, their potential for mitigation of heat islands effects, which aggravated by anthropogenic actions over the years. Emphasis is given to the importance of vegetation and permeable areas to soften the microclimate and to maintain human health and well being.

**KEYWORDS:** Sustainability; Hygrothermic Comfort; Heat Islands; São Cristóvão; Densification.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em 1992, no Rio de Janeiro, foi realizada a Conferência das Nações sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio-92), na qual foi criada a Convenção do Clima. A Convenção anual é organizada por um órgão supremo denominado COP - Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima. Desde então, as mudanças climáticas

passaram a ganhar cada vez mais espaço em debates ambientais e no cenário político mundial. O clima urbano, em especial, tem se destacado como um importante objeto de estudo devido a sua influência direta na manutenção da vida humana na Terra. Os problemas crescentes causados e/ou intensificados pelo intenso processo de urbanização aliados à falta de planejamento voltado para o conforto e para a sustentabilidade ambiental, levam à formação de ilhas de calor urbano e poluição, que segundo Oke (1987) são características geradas pela urbanização. A intensificação das atividades antropogênicas associadas ao processo do aquecimento global, agravam os efeitos das ilhas de calor e podem interferir na saúde humana.

Ao longo do processo de urbanização do seu território, o Município do Rio de Janeiro, que possui clima tropical quente úmido, propiciou a formação de ilhas de calor em vários pontos da Cidade. Este artigo, cujo tema é conforto higrotérmico e sustentabilidade ambiental, tem o objetivo de apresentar um estudo sobre como o comportamento das variáveis climáticas vem sendo alterado, ao longo do processo de adensamento da Cidade carioca, tendo como estudo de caso o Bairro de São Cristóvão.

A pesquisa, que se caracteriza como exploratória com estudo de caso foi realizada por meio de levantamentos bibliográficos e visitas de campo. Os levantamentos bibliográficos contribuíram para a elucidação dos conceitos que permeiam o tema. As visitas foram realizadas como auxílio à compreensão das relações espaciais entre as edificações e os espaços livres no Bairro. A partir dos dados meteorológicos obtidos, em fontes oficiais, foram organizadas tabelas e gráficos que, conjugados com a revisão bibliográfica e documental e os dados levantados em campo, possibilitaram a análise e interpretação dos resultados.

## 2 | O BAIRRO DE SÃO CRISTÓVÃO - RJ

A Lei Complementar Nº111, de 1º de Fevereiro de 2011, que institui o Plano Diretor do Município do Rio de Janeiro, identifica cinco Áreas de Planejamento (APs) para a Cidade. Estas áreas foram definidas por conta de suas características ambientais, histórico-geográficas e de uso e ocupação do solo. O Bairro de São Cristóvão está localizado na Área de Planejamento 1 (AP1), na VII Região Administrativa (R.A.), onde estão inseridos também os Bairros de Benfica, Vasco da Gama e Mangueira, conforme **a Figura 1:**



Figura 1. Áreas de Planejamento do Município do Rio de Janeiro, São Cristóvão e Bairros vizinhos: (1) Caju, (2) Vasco da Gama, (3) Benfica, (4) Mangueira, (5) Maracanã, (6) Praça da Bandeira e (7) Santo Cristo.

Fonte: Base do Instituto Pereira Passos, 2012, trabalhada pelos autores, 2018.

De acordo com o Censo do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o Bairro possui 26.510 habitantes (IBGE, 2010). Seu crescimento teve início com a chegada da Família Real ao Brasil e sua instalação no que hoje conhecemos como Quinta da Boa Vista, uma ampla área verde na Zona Norte carioca. Nesse período houve um aumento significativo da atividade de pesca (proximidade com a Baía de Guanabara) e a construção do eixo ferroviário. Do início ao final do século XIX o Bairro foi residência da corte e da elite do País. Com a República, já na gestão do Prefeito Pereira Passos novas mudanças ocorrem na região com a chegada das famílias que se deslocaram da região central da Cidade para o Bairro, que aos poucos foi se transformando em área industrial. O movimento atraiu trabalhadores e residentes para a região por causa do aumento das ofertas de trabalho.

De acordo com Silva (2008), com o crescimento do setor industrial, o Bairro de São Cristóvão foi uma das áreas mais afetadas pelo processo de transformação urbana. Antigas edificações foram adaptadas para usos fabris por causa da proximidade com o Centro da Cidade, da Área Portuária, da ferrovia e da infraestrutura local. As transformações urbanísticas na Zona Portuária e do Bairro de São Cristóvão acarretaram na diminuição dos espaços vegetados, na canalização de rios, realização de aterros e no adensamento populacional.

## 2.1 O incentivo ao adensamento populacional

A Lei Complementar Nº111, de 1º de fevereiro de 2011, instituiu o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Rio de Janeiro. O Plano Diretor delimitou as Macrozonas de Ocupação da Cidade, dividindo-as em Macrozonas de Ocupação Incentivada, Controlada, Condicionada e Assistida. O Bairro de São Cristóvão está inserido

na Macrozona de Ocupação Incentivada, na qual estimula-se o adensamento populacional, a intensidade construtiva e o aumento das atividades econômicas, além da implementação de equipamentos de grande porte, conforme a **Figura 2**:

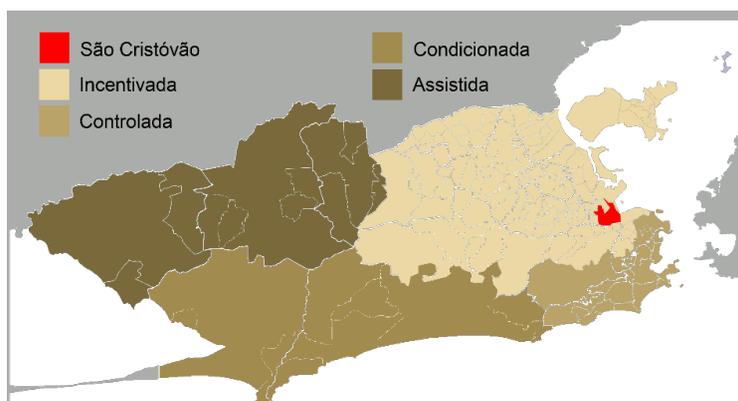


Figura 2. Macrozonas de Ocupação Urbana da Cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Base do Município do Rio de Janeiro, 2011, trabalhada pelos autores, 2018.

No ano de 2015, foram contabilizados 9.984 imóveis no Bairro de São Cristóvão. Com relação ao uso e ocupação do solo 77% dos imóveis são de uso residencial e 23% são relacionados a outros usos. Em 2015, segundo o Data Rio (2017), dos 37 estabelecimentos abertos no Bairro, 86% são prestadores de serviços e os 14% restantes correspondem ao varejo. Esses dados corroboram a confirmação da tendência de crescimento das áreas residenciais no Bairro, que está classificado com o índice de desenvolvimento social em 0,615, de acordo com o Data Rio (2017). O crescimento das áreas residenciais e a tendência à abertura de estabelecimentos comerciais revelam que a área ainda vem se adensando.

De acordo com Vasconcellos (2006), os usos e atividades permitidos em áreas diferentes da cidade são definidos por meio do zoneamento urbano, e atuam de modo a organizar e definir as formas de ocupação dos espaços da cidade. Segundo Vasconcellos (2006), a determinação dos padrões de uso e ocupação do solo funciona como instrumento de controle e indicador de unidades climáticas urbanas, assumindo um papel de extrema importância para o clima urbano. O clima, segundo Romero (2000), é o resultado da combinação de fatores climáticos globais (radiação solar, latitude, altitude, ventos, massas de água e terra), fatores climáticos locais (topografia, vegetação e superfície do solo) e elementos climáticos (temperatura, umidade do ar, precipitações e movimento do ar). Para Lucena (2012), o clima urbano, é característico de áreas urbanizadas e apresenta alterações significativas nos parâmetros atmosféricos, interferindo no albedo e estocagem de calor, evapotranspiração e balanço de energia na superfície, sendo o resultado da

antropização.

## 2.2 O adensamento populacional e as ilhas de calor

Lucena (2012) explica que as áreas urbanizadas estão sujeitas a anomalias locais do clima, como as ilhas de calor. As ilhas de calor encontram-se em áreas urbanizadas nas quais os índices térmicos aumentam gradualmente, partindo dos limites (não-urbanizados) em direção ao núcleo (urbanizado). O período mais favorável para a detecção das ilhas de calor é durante o dia nos horários de maior aquecimento diurno ou no resfriamento noturno. Ainda segundo o autor, a nomenclatura “ilha de calor” é utilizada devido ao desenho formado pelo contorno das isotermais, linhas retas que unem pontos com a mesma temperatura, e possuem aparência de ilhas. Cada cidade forma um desenho diferente de ilha de calor, pois esta varia de acordo com a forma, intensidade e localização do seu núcleo (parte mais quente). Outras variáveis podem interferir no seu formato, como a época do ano, o momento do dia, a localização geográfica, a presença de corpos hídricos, morros, áreas verdes e as propriedades dos materiais das superfícies. De acordo com o autor, a umidade atmosférica elevada pode reduzir os índices térmicos das ilhas de calor, enquanto a umidade atmosférica baixa pode aumentar a radiação das superfícies. A taxa de evapotranspiração, tipicamente baixa nas áreas urbanizadas, acentua o contraste de temperatura com relação as áreas não-urbanizadas.

Como possíveis causas para a formação das ilhas de calor urbanas, Lucena (2012) cita a superfície urbana, as propriedades térmicas da superfície, as condições da superfície, o calor antropogênico e o efeito estufa urbano. Ao falar sobre a superfície urbana o autor elucida que a ampliação da mesma acarreta no aumento da absorção de radiação solar, explica que edificações com pouco espaçamento entre si reduzem o fator de visão do céu e, conseqüentemente, reduzem a perda de calor radiativa principalmente na parte da noite. O autor também afirma que a capacidade de estocar e suportar calor dos materiais de construção urbana são maiores por possuírem superfície termal maior, e a superfície impermeabilizada por construções e pavimentação reduzem a evaporação, o que canaliza mais energia em calor sensível. Outros agravantes são o calor antropogênico liberado pelo uso de energia nas construções, veículos, o efeito estufa urbano e pelos habitantes. Pode-se, então, criar um elo entre o adensamento populacional e o agravamento das anomalias climáticas.

Doll et al. (1987) afirmam que as superfícies pavimentadas podem ser as maiores contribuintes para a evolução das ilhas de calor. Asaeda (1996) mostra que superfícies como o concreto e o asfalto possuem os coeficientes de condutividade de calor em  $1,69 \text{ W m}^{-1}\text{°C}$  e  $0,74 \text{ W m}^{-1}\text{°C}$ , e  $0,74 \text{ W}$ , respectivamente, em contraste com o solo seco, que possui índice de  $0,04 \text{ W m}^{-1}\text{°C}$ . A superfície concretada revela também o maior coeficiente de calor específico,  $2,07 \text{ J cm}^{-3}\text{°C}$ , e o solo seco  $1,15 \text{ J cm}^{-3}\text{°C}$ . O solo seco apresenta porosidade de 16,5%, em contraposição às superfícies pavimentadas, impermeabilizadas.

A partir dos dados de condutividade de calor, coeficiente de calor específico e porosidade, pode-se dizer que o adensamento populacional leva ao aumento das temperaturas por meio da impermeabilização das superfícies urbanas, com a pavimentação e a realização de construções, além de prejudicar a drenagem urbana, formando áreas de alagamento.

As superfícies urbanas podem ser trabalhadas por meio dos espaços livres urbanos, evitando-se a pavimentação dos mesmos para a diminuição da tendência ao aumento das temperaturas nas áreas adensadas. Para Schlee et al (2009) apud Magnoli (1982), os espaços livres são espaços livres de edificação, como quintais, jardins públicos ou privados, ruas, avenidas, praças, parques, rios, florestas, mangues, praias urbanas ou vazios urbanos. Schlee et al. (2009) exemplifica os papéis dos espaços livres como circulação, drenagem urbana, atividades de lazer, conforto, preservação, conservação, requalificação ambiental e convívio social.

### **2.3 A vegetação no conforto higratérmico urbano**

Os espaços livres favorecem a permeabilidade do solo e as coberturas vegetais funcionam como atenuadores das temperaturas locais. Com o adensamento populacional e, conseqüentemente, a impermeabilização das superfícies, as áreas vegetadas sofrem diminuição, o que leva ao aumento das temperaturas do solo e do ar. Paula (2004) mostra que a vegetação influencia na quantidade de radiação solar recebida, no regime de ventos, precipitação, umidade e na temperatura. Conforme Satler (1992), áreas sem vegetação possuem índices térmicos mais baixos durante a noite e índices térmicos mais altos durante o dia, ou seja, possuem maior amplitude térmica do que as áreas vegetadas. Estas, por sua vez, possuem variações menores.

Cameron et al. (2012), defendem que as árvores são mais indicadas para a obtenção dos benefícios térmicos, e o resultado pode variar de acordo com o tamanho, a espécie, a maturidade e a forma do indivíduo arbóreo. Os jardins promovem a atenuação de tempestades por interceptarem a precipitação intensa e estocarem a água temporariamente, atenuando enchentes. O estudo aponta que, por meio de simulações, o aumento em 10% da vegetação urbana poderia diminuir até 4°C em Manchester nos próximos oitenta anos. Ainda segundo o artigo, a posição estratégica da vegetação pode diminuir o consumo de energia de uma edificação de 20 a 40%, e um jardim vertical pode reduzir até 2°C de um interior. Em adição a esses dados, os pesquisadores afirmam que possuir um jardim para contemplar pode aliviar as dores, ajudar a regularizar a pressão sanguínea, melhorar a função cognitiva e reduzir a incidência de doenças. O estudo concluiu que as variáveis socioeconômicas podem influenciar na extensão e no tipo de cobertura vegetal utilizada.

A vegetação nos espaços públicos do Bairro de São Cristóvão concentra-se em grande parte na Quinta da Boa Vista, um Parque Municipal que contém o Jardim Zoológico e o Museu Nacional, antiga residência da Família Real. O restante do Bairro possui vegetação escassa, o que caracteriza a sua má distribuição nos espaços livres conforme a

evolução do processo de adensamento populacional. A escassez de vegetação distribuída pelo Bairro somada à utilização de materiais impermeabilizantes pelo setor da construção corrobora para o agravamento de anomalias do clima, como as ilhas de calor urbanas.

O Bairro de São Cristóvão possui 410,56 ha de extensão, sendo 375,33 ha de área urbanizada, totalizando 97,26% do território, segundo o Data Rio (2017). O Bairro possui 28,05 ha de vegetação arbórea não florestal, que corresponde a 90% da cobertura vegetal, e 3,23 ha de vegetação gramíneo-lenhosa, de acordo com dados coletados em 2014. Em adição, contabiliza-se 0,09ha de área de reflorestamento. Observa-se, na **Figura 3**, a mancha de ocupação urbana e as áreas verdes no entorno.



Figura 3. O Bairro de São Cristóvão com as áreas verdes do entorno e a ocupação urbana.

Fonte: Marcações feitas pelos autores sobre a base do Google Earth Pro, 2018.

O Plano Diretor de Arborização Urbana do Rio de Janeiro (2015) apresentou um inventário realizado pela Empresa Tecnosolo, em 2005, no qual foram mapeados 2.667 indivíduos arbóreos no Bairro de São Cristóvão, sendo 90% árvores jovens ou adultas. Metade das árvores levantadas correspondia a amendoeiras (*Terminalia catappa*), oitis (*Licania tomentosa*) e mungubas (*Pachira aquatica*).

De acordo com a literatura revisada, pode-se dizer que a formação e intensificação das ilhas de calor está relacionada à antropização do meio ambiente e, o Bairro de São Cristóvão apresenta um quadro de adensamento populacional, aliado à má distribuição da vegetação nos espaços livres públicos e privados. Logo, pode-se afirmar que o Bairro tende a sofrer com a intensificação dos efeitos das anomalias climáticas ou ilhas de calor.

### 3 | METODOLOGIA

A avaliação do comportamento das variáveis climáticas no Bairro de São Cristóvão realizou-se por meio da conjugação de dados obtidos no Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro com a revisão bibliográfica. Visitas de campo foram realizadas como forma de auxílio na compreensão das relações espaciais entre as edificações e os espaços livres no Bairro.

Após o estudo dos conceitos que permeiam o tema, constatando-se o quadro atual do Bairro em termos de andesamento populacional e a má distribuição da vegetação durante o processo de antropização do meio ambiente, tabelas foram compostas com os dados da Estação Meteorológica de São Cristóvão, disponibilizados no Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, para a verificação do quadro evolutivo das variáveis climáticas, de forma a registrar as temperaturas, índices pluviométricos e índices de umidade do ar.

Para as tabelas de temperatura e umidade do ar foram considerados os índices registrados nos equinócios e solstícios entre os anos 2002 e 2017, as 9h, 12h e 15h. Para a tabela de índices pluviométricos foram calculadas as médias anuais entre 2005 e 2017 para registrar a tendência durante esse período. No ano de 2012, não foram disponibilizados dados suficientes de temperatura e umidade do ar para realizar as médias e, por esse motivo, esse ano não foi contabilizado. Após a conjugação dos dados e formação das tabelas, gráficos foram gerados para auxiliar a interpretação dos resultados.

### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a organização dos dados coletados em tabelas, foram gerados os gráficos das temperaturas, precipitação e umidade do ar para a compreensão da evolução das variáveis climáticas. Observa-se no **Gráfico 1**, a seguir, as médias das temperaturas registradas no Bairro de São Cristóvão.

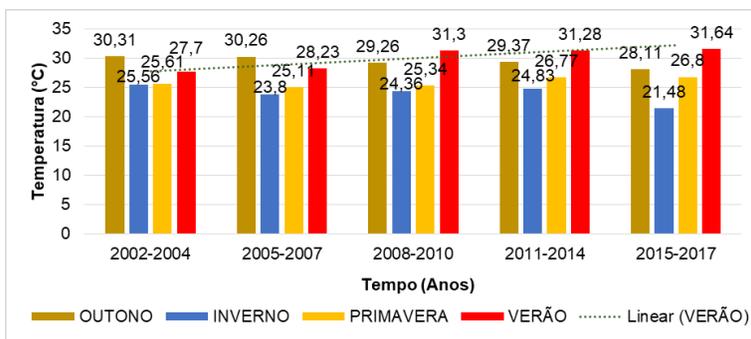


Gráfico 1. Temperaturas médias registradas no Bairro de São Cristóvão (2002 a 2017).

Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018, com dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2018.

O gráfico mostra que as médias registradas no outono e no inverno, ao longo dos anos, sofreram uma queda, enquanto as médias da primavera e do verão aumentaram. A linha de tendência para as médias das temperaturas do verão é ascendente, o que indica o aquecimento do Bairro, ao longo dos anos, durante essa estação.

Os dados pluviométricos coletados foram selecionados e, a partir da organização dos mesmos em tabelas, foram realizados os cálculos das médias anuais a partir das médias mensais entre os anos 2005 e 2017, conforme a disposição do **Gráfico 2**:

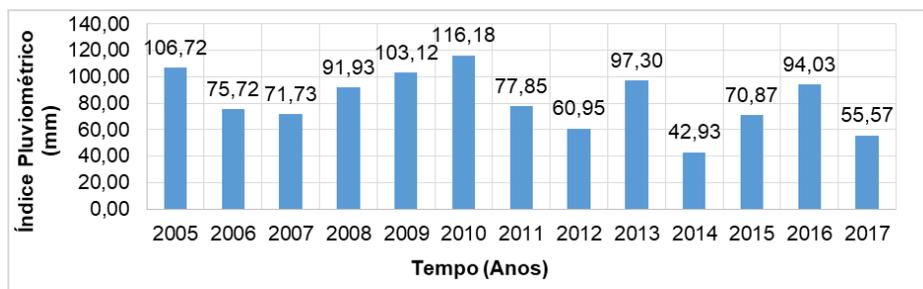


Gráfico 2. Precipitação anual no Bairro de São Cristóvão (2005 a 2017).

Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018, com dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2018.

Os dados pluviométricos acima mostram a diminuição dos índices de precipitação ao longo dos anos, o que caracteriza a tendência para um clima mais quente. De acordo com Lucena (2012), é característico de áreas urbanizadas as alterações nos parâmetros atmosféricos, como o albedo e estocagem de calor, evapotranspiração e balanço de energia na superfície. O clima mais quente leva à diminuição da evapotranspiração, e pode ser causada pela antropização dos ambientes, impermeabilização das superfícies urbanas, adensamento populacional e escassez de vegetação.

Para completar os dados das variáveis climáticas, foram selecionados os dados de umidade do ar entre os anos 2002 e 2017, do Bairro de São Cristóvão, com as médias anuais nos equinócios e solstícios, como mostra a **Gráfico 3**:

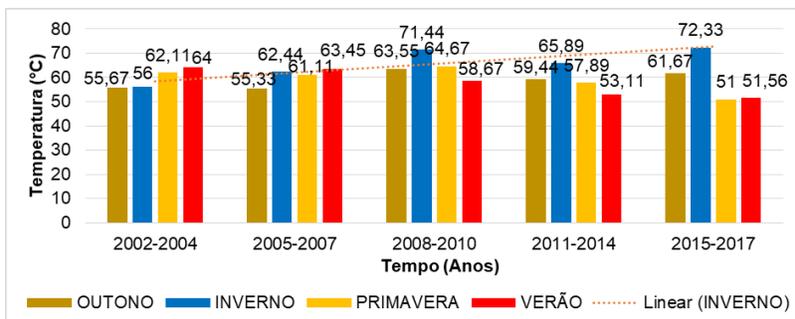


Gráfico 3. Médias de umidade do ar no Bairro de São Cristóvão (2005 a 2017).

Fonte: Gráfico elaborado pelos autores, 2018, com dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, 2018.

Os índices de umidade do ar no verão revelaram um decréscimo, assim como na primavera, o que sinaliza que nos últimos anos esses períodos apresentaram-se mais secos. Já o outono e o inverno apresentaram-se mais úmidos. Segundo Lucena (2012), a umidade atmosférica baixa pode aumentar a radiação das superfícies. Ainda de acordo com o autor, a ampliação da superfície urbana leva ao aumento da absorção de radiação solar, considerando que a capacidade de estocar e suportar calor dos materiais de construção urbana são maiores e, por apresentarem maior superfície termal, reduzem a evapotranspiração e, conseqüentemente, elevam a temperatura do ar.

Observa-se que nos últimos anos, no Bairro de São Cristóvão, a umidade do ar apresentou-se mais baixa durante o verão e a primavera, o que caracteriza um clima mais seco. As médias do índice pluviométrico anual registraram uma tendência à diminuição, e vão ao encontro dos resultados da umidade do ar. As médias das temperaturas registradas no verão e na primavera obtiveram aumento, o que caracteriza o aquecimento do Bairro. O conjunto dos dados analisados indica a ocorrência de anomalias climáticas em processo de intensificação.

De acordo com os dados apresentados pode-se dizer que, no Bairro de São Cristóvão, as anomalias climáticas possuem influência na antropização do meio ambiente. A impermeabilização das superfícies durante o processo de adensamento populacional tem impactado na formação e intensificação de ilhas de calor de forma contributiva para a elevação das médias das temperaturas e a queda da umidade do ar durante o verão e a primavera. Cabe ressaltar que o Bairro está inserido, desde 2011, no Plano Diretor do Município do Rio de Janeiro, na Macrozona de Ocupação Incentivada, ou seja, recebe estímulo ao adensamento populacional, intensificação das construções e incentivo aos estabelecimentos comerciais. O processo de adensamento populacional pode ser confirmado pelos dados do Data Rio (2017), que registram uma tendência para a abertura de estabelecimentos, em sua maioria, de prestação de serviços, varejo.

## 5 | COMENTÁRIOS FINAIS

Conclui-se que são necessárias ações de planejamento urbano envolvendo a esfera pública, a Academia e a população para aumentar as superfícies permeáveis e distribuir melhor a vegetação. O apoio popular é importante para a conservação dos espaços públicos. Portanto, deve-se prezar pelo trabalho de conscientização da importância dos espaços livres permeáveis e vegetados, públicos e privados, para minimizar os efeitos negativos sobre o clima local e a formação de microclimas amenos, visando à saúde, ao bem estar da população e à sustentabilidade ambiental urbana. Por fim, é de suma importância que ocorra a fiscalização das condições dos espaços livres de forma a conter a ocupação desordenada do solo para evitar o agravamento da situação.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- ASAEDA, T.; CA, V.; WAKE, A. **Heat Storage of Pavement And Its Effect On The Lower Atmosphere**. Atmospheric Environment 30, 3: 1996, p.413-427.
- CAMERON, R.; BLANUSA, T.; TAYLOR, J.; SALISBURY, A.; HALSTEAD, A.; HENRICOT, C.; THOMPSON, K. **The Domestic Garden – Its Contribution to Urban Green Infrastructure**. Urban Forestry & Urban Greening 11: 2012, p. 129-137.
- DATA RIO. **Síntese do Bairro de São Cristóvão**. Instituto Pereira Passos: 2017. Disponível em: <<http://pcrj.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=7fe1b0d463e34b3b9ca2fafd50c3df76>> Acesso em: 09 de Julho de 2018.
- DOLL, D.; CHING, J.; KANESHIRO, J. **Parametrization of Subsurface Heating for Soil and Concrete Using Net Radiation Data**. Boundary-Layer Meteorology 32: 1987, p.351-372.
- FUNDAÇÃO PARQUES E JARDINS. **Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro: 2015.
- GOOGLE. **Google Earth Pro**. Aplicativo: 2018
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabela 202 – População residente por sexo e situação de domicílio**. Sidra: 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/V0JGw>> Acesso em: 17 de Julho de 2018.
- INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Mapa do Município do Rio de Janeiro – Divisões Administrativas Setoriais**. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro: 2012. Disponível em: < <https://pt.riomap360.com/mapa-bairros-rio-de-janeiro#.W1KVDNJKJIU> > Acesso em: 20 de Julho de 2018.

LUCENA, A. **A Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ. 2012.

MAGNOLI, M. **Espaços Livres e Urbanização: Uma Introdução a Aspectos da Paisagem Metropolitana**. Tese (Livre-docência), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. 1982

MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Lei Complementar nº111, de 1º de fevereiro de 2011**. Disponível em < <http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?id=2879239> > Acesso em: 20 de Julho de 2018.

OKE, T. **Boundary Layer Climates**. Methuen, 2ª Edição, Londres: 1987.

PAULA, R. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído**. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. 2004.

ROMERO, M. **Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano**. ProEditores, 2ª Edição, São Paulo: 2000.

SATTLER, A. **Arborização Urbana e Conforto Ambiental**. Congresso de Arborização de Cidades 1, 1992, Vitória. Anais do Congresso de Arborização de Cidades 1. Vitória: 1992. p. 15-28.

SCHLEE, M.; NUNES, M.; REGO, A.; RHEINGANTZ, P.; DIAS, M.; TANGARI, V. **Sistema de Espaços Livres nas Cidades Brasileiras – Um Debate Conceitual**. Paisagem Ambiente: ensaios 26, São Paulo: 2009. p. 225-247.

SILVA, J.; TANGARI, V. **Requalificação de Paisagens Centrais: O Plano de Integração dos Espaços Públicos Livres de Edificação da Região Administrativa de São Cristóvão – Rio de Janeiro**. In: Carlos G. Terra; Rubens de Andrade. (Org.). Coleção Paisagens Culturais, vol. III: Construções de paisagens: instrumentais práticos, teórico-conceituais e projetuais. 1ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro /Escola de Belas Artes, 2008, v. III, p. 375-387.

SISTEMA ALERTA RIO DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Relatórios de Chuva**. Disponível em: <<http://alertario.rio.rj.gov.br/documentos/relatorios-de-chuva/>> Acesso em: 15 de Julho de 2018.

SISTEMA ALERTA RIO DA PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <<http://alertario.rio.rj.gov.br/download/dados-meteorologicos/>> Acesso em: 15 de Julho de 2018.

VASCONCELLOS, V. **O Entorno Construído e o Microclima de Praças em Cidades de Clima Tropical Quente e Úmido: Uma Contribuição Metodológica Para o Projeto Bioclimático**. Tese de Doutorado, PROARQ/UFRJ: 2006.

### **Cassiana Baptista Metri**

Universidade Estadual do Paraná, Campus  
Paranaguá.

<http://lattes.cnpq.br/6522819930472028> <https://orcid.org/0000-0001-6432-4280>

### **Fabricia de Souza Predes**

Universidade Estadual do Paraná, Campus  
Paranaguá.

<http://lattes.cnpq.br/7003352389601856>

### **Josiane Aparecida Gomes Figueiredo**

Universidade Estadual do Paraná, Campus  
Paranaguá.

<http://lattes.cnpq.br/4316737388104674> <https://orcid.org/0000-0002-0265-1996>

### **Elizabeth do Nascimento Lopes**

Universidade Estadual do Paraná, Campus  
Paranaguá.

<http://lattes.cnpq.br/3962676237165427>

**RESUMO:** O Brasil tem sofrido com a alarmante incidência de pessoas contaminadas pelo vírus da dengue, cujo vetor, o mosquito *Aedes aegypti* encontrada facilidade para sua reprodução, uma vez que se utiliza de acúmulos de água em recipientes artificiais para a postura de ovos feita pela fêmea. A falta de educação sanitária além das características ambientais favoráveis provocaram a pior epidemia de dengue da cidade de Paranaguá, localizada no Estado do Paraná, sul do Brasil entre 2015 e 2016. O presente trabalho

visa compartilhar uma atualização das fontes de informações oficiais disponíveis, a percepção da comunidade sobre o vetor e medidas de controle e ações de sensibilização da população, além de ações de sensibilização acerca da temática em espaços públicos, em escolas e em associações de moradores. As atividades consistiram em difundir o conhecimento biológico do vetor, incluindo a visualização dos diferentes estágios do ciclo de vida de *A. aegypti* em microscópio estereoscópico. As medidas de prevenção e controle e os sintomas da doença foram abordados e embasaram uma peça de teatro voltada ao público infantojuvenil. A percepção da comunidade aponta para o conhecimento sobre as medidas de prevenção, mas contrasta com os dados epidemiológicos. A falta de coleta seletiva e a presença de possíveis locais de criadouros foram os principais problemas apontados. A difusão das informações sobre a doença e o controle do vetor reforçam a luta contra novas epidemias, entretanto a ação individual e as políticas sanitárias devem ser intensificadas.

**PALAVRAS - CHAVE:** *Aedes aegypti*; arbovirose, surto, epidemiologia.

### **THE DENGUE EPIDEMIC IN PARANAGUÁ, PR**

**ABSTRACT:** Brazil has endured an alarming incidence of patients infected by the dengue virus, whose vector, the female of the *Aedes aegypti* mosquito, that easily reproduces, since it uses water accumulated in artificial containers for egg-laying. The lack of basic sanitation and health education in addition to favorable environmental characteristics had caused the largest dengue

epidemic between 2015 and 2016 in the city of Paranaguá, located in the State of Paraná in the South of Brazil. This study aims to share an update on the sources of official information now available, the community's perception of the vector, the control and actions to raise public awareness. In addition, we will also share the awareness efforts carried out in public events, in schools and in resident's associations. The activities consisted of spreading biological knowledge of the vector, including the visualization of the different stages of the life cycle of *A. aegypti* using a stereomicroscope. The disease's symptoms and its control and prevention were exposed and were the basis of a theater play aimed at children and adolescents. The community's perception points to knowledge about prevention measures, but contrast with epidemiological data. The lack of selective collection and the presence of possible breeding sites were pointed out. The dissemination of information about the disease and the control of the vector reinforce the fight against new epidemics, however, individual action and health policies must be intensified.

**KEYWORDS:** *Aedes aegypti*, arbovirose, surto, epidemiologia.

## INTRODUÇÃO

Embora tenha havido casos de provável dengue há mais de 1000 anos, as primeiras epidemias de dengue reconhecidas ocorreram na Ásia, África e América do Norte na década de 1780. Houve surtos frequentes desde então, e o número de casos relatados tem aumentado rapidamente recentemente (BRAUER et al, 2019).

A dengue é uma doença infecciosa causada por qualquer um dos quatro sorotipos do vírus DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 pertencentes ao gênero *Flavivirus* e a família *Flaviviridae* (KETHARPAL e KHANNA, 2016; BRAUER et al, 2019). É uma doença transmitida por vetores reemergente e é transmitida principalmente aos seres humanos pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti* Linnaeus (1762). Esses mosquitos também transmitem chikungunya e zika. A infecção com DENV resulta em graus variáveis de condições patológicas, variando de febre dengue assintomática leve (DF) a febre hemorrágica grave da dengue (DHF) e síndrome do choque da dengue (DSS), que podem se tornar fatais (KETHARPAL e KHANNA, 2016). Embora a infecção por um sorotipo da dengue geralmente não proteja contra outros sorotipos, acredita-se que infecções secundárias com um sorotipo diferente aumentem a probabilidade de DHF e DSS (TAIUL, 2002; BRAUER et al, 2019).

A doença é transmitida ao homem através da picada do mosquito *A. aegypti* que agora é encontrado na maioria dos países nos trópicos. O mosquito é doméstico, antropofílico, com atividade hematofágica diurna e utiliza-se preferencialmente de depósitos artificiais de água limpa para colocar os seus ovos (TAIUL, 2002). O vetor secundário, *A. albopictus*, tem um alcance mais ao norte que *A. aegypti* com ovos melhor adaptados às temperaturas de sub-congelamento (BRAUER et al, 2019). O *A. aegypti* tem mostrado uma grande capacidade de adaptação a diferentes situações ambientais consideradas desfavoráveis sendo que adultos já foram encontrados em altitudes elevadas, larvas em água poluída e

alta capacidade de resistir à dessecação, mantendo-se viáveis na ausência de água por até 450 dias (TAUIL, 2002; BRAUER et al, 2019).

Cerca de 2,5 bilhões de pessoas encontram-se sob risco de se infectar, particularmente em países tropicais onde a temperatura e a umidade favorecem a proliferação do mosquito vetor. Entre as doenças reemergentes, a dengue é que se constitui como problema mais grave de saúde pública (TAUIL, 2002).

Nas últimas cinco décadas, a incidência global da dengue aumentou cerca de 30 vezes, com uma estimativa de 50 a 100 milhões de novas infecções por ano no momento, tornando-se um grande problema de saúde pública para mais de 100 países em regiões tropicais e subtropicais, onde quase metade a população mundial vive. A dengue foi classificada como a mais importante doença negligenciada transmitida por mosquitos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (KETHARPAL e KHANNA, 2016; XIANG et al, 2017; BRAUER et al, 2019). Esta dramática expansão mundial da DENV se dá devido à rápida urbanização, aumento de viagens internacionais entre áreas endêmicas e não-endêmicas, falta de medidas efetivas de controle de mosquitos, mudanças climáticas e globalização (KETHARPAL e KHANNA, 2016; BRAUER et al, 2019).

A epidemia de dengue observada em Paranaguá em 2016 (SESA, 2016), fez ressurgir e se multiplicarem as campanhas de conscientização, invariavelmente considerando a relação entre o acúmulo de lixo e a presença dos mosquitos vetores da espécie *A. aegypti*. O lixo depositado em local não apropriado pode acumular água tornando-se foco de reprodução dos mosquitos (CONSOLI E OLIVEIRA, 1994).

Partindo da premissa que o conhecimento biológico é uma ferramenta poderosa de sensibilização e visando contribuir com ações de educação ambiental sobre o tema, o presente trabalho visa compartilhar uma atualização das fontes de informação oficiais disponíveis, além dos resultados da percepção da comunidade sobre os aspectos sanitários e sintomáticos da doença e também das ações de sensibilização da população, para adotar medidas de controle dos criadouros do mosquito da dengue e de cuidados pessoais no combate à essa epidemia.

### **Atualização das fontes de informação oficiais**

Considerando a influência dos modelos de desenvolvimento econômico nos processos produtivos, na modificação da natureza e na dinâmica das populações, observa-se que fatores como a urbanização desordenada, o desmatamento, a deficiência no abastecimento adequado de água e as lacunas no processo de coleta e destinação dos resíduos sólidos, bem como a existência de condições climáticas favoráveis, propiciam o aumento do número de criadouros potenciais do principal mosquito vetor (BRASIL, 2019). Além disso, a indústria moderna produz uma grande quantidade de recipientes descartáveis, entre plásticos, latas, pneus e outros materiais, cujo destino inadequado, abandonados em quintais, ao longo das vias públicas, nas praias e em terrenos baldios, também contribui

para a proliferação do inseto transmissor do dengue.

Não há cura para a dengue, a maioria das estratégias de controle tem como objetivo o controle de mosquitos (BRAUER et al, 2019). As principais ações de combate ao mosquito *A. Aegypti* consiste na atuação consciente e permanente da população com uma ação de responsabilidade coletiva. Já o setor da saúde e seus profissionais atuam com ações direcionadas pelo Ministério da Saúde e das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde.

Em âmbito nacional, o Ministério da Saúde disponibiliza o site <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/combate-ao-aedes> com todas as informações sobre a doença e o mosquito transmissor e os boletins epidemiológicos. O Boletim Epidemiológico, editado pela Secretaria de Vigilância em Saúde, é uma publicação de caráter técnico-científico, com acesso livre, formato eletrônico com periodicidade mensal e semanal para os casos de monitoramento e investigação de doenças específicas sazonais. Ele se configura como instrumento de vigilância para promover a disseminação de informações relevantes qualificadas, com potencial para contribuir com a orientação de ações em Saúde Pública no país (BRASIL, 2020). Além disso, o Ministério da Saúde lista suas principais ações de combate ao mosquito *A.Aegypti*:

- Programas permanentes de prevenção e combate ao mosquito;
- Desenvolvimento de campanhas de informação e mobilização das pessoas;
- Fortalecimento da vigilância epidemiológica e entomológica para ampliar a capacidade de predição e de detecção precoce de surtos da doença;
- Melhoria da qualidade do trabalho de campo de combate ao vetor (mosquito *A. aegypti*);
- Integração das ações de controle da dengue na atenção básica, com a mobilização dos Programas de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) e Programas de Saúde da Família (PSF);
- Utilização de instrumentos legais que facilitem o trabalho do poder público na eliminação de criadouros em imóveis comerciais, casas abandonadas ou fechadas, terrenos baldios;
- Atuação em vários setores, por meio do fomento à destinação adequada de resíduos sólidos e a utilização de recursos seguros para armazenagem de água;
- Desenvolvimento de instrumentos mais eficazes de acompanhamento e supervisão das ações desenvolvidas pelo Ministério da Saúde, estados e municípios.

A Secretaria da Saúde (SESA) do Estado do Paraná também disponibiliza o site <http://www.dengue.pr.gov.br/> onde reúne todas as informações sobre a dengue. Além disso, publica semanalmente boletim epidemiológico da dengue com a distribuição dos casos notificados, confirmados e em investigação no Paraná. Fornece ainda, o Índice

de Infestação Predial (IIP) que é a relação expressa em porcentagem entre o número de imóveis positivos e o número de imóveis pesquisados. A partir dos indicadores de IIP obtidos os municípios são classificados de acordo com o risco para desenvolvimento de epidemia, sendo os municípios considerados em condições satisfatória quando o IIP fica abaixo de 1%, em condição de alerta quando este índice está entre 1 e 3,99% e em risco de desenvolver epidemia quando o índice atinge 4%.

As informações relativas ao vetor (distribuição geográfica, índice de infestação e depósitos predominantes) são essenciais para caracterizar e nortear as ações de controle. Segundo o Informe Técnico 01 – 2020 com informações referentes ao período de 02/01/2020 a 06/02/2020 temos 331 municípios (82,96%) infestados sendo aqueles com disseminação e manutenção do vetor nos domicílios. Nos municípios não infestados significa que não foi detectada a presença disseminada do vetor nos domicílios ou, nos municípios anteriormente infestados, que permanecerem 12 meses consecutivos sem sua presença (<http://www.dengue.pr.gov.br/>).

Com o apoio do SESA/PR e SIMEPAR (Instituto Tecnológico do Paraná), o Laboratório de Climatologia (LABOCLIMA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) criou o Sistema de Alerta Climático de Dengue (SACDENGUE) que tem como objetivo contribuir com as campanhas de controle do *A. aegypti* através de um sistema de alerta de riscos climático de infestação e atuação do vetor no Paraná. Este boletim tem periodicidade semanal de publicação, em consonância com a semana epidemiológica brasileira. Este sistema de alerta diz respeito somente ao monitoramento das condições de risco climático no Paraná permitindo identificar a formação de situações meteorológicas favoráveis à reprodução e atuação do *Aedes aegypti* – atualmente vetor da dengue, chikungunya e zika. A análise dos dados permite traçar um perfil climático diário das diferentes regiões paranaenses no que diz respeito à formação de ambientes mais ou menos favoráveis à infestação do mosquito e, portanto, à maior ou menor incidência de casos da doença.

Segundo Salesbram e Roseghini (2018), os dados obtidos mostram que Paranaguá tem registro de casos de dengue a partir de 2005, ano em que foram confirmados seis casos alóctones. Nos anos subseqüentes, de 2010 a 2012, também registraram casos alóctones até que no verão 2013/2014 teve-se a confirmação do primeiro caso autóctone. No verão 2015/2016 foi confirmada oficialmente a epidemia de dengue, registrando 15.712 notificações de casos autóctones da doença (SALESBRAM e ROSEGHINI, 2018). Paranaguá (2018), afirma que 31 casos confirmados evoluíram para óbito (PARANAGUÁ, 2018).

O município de Paranaguá vinha apresentando casos de dengue em sua população desde 2013, sendo que os casos eram originários de outras regiões do país. No mês de março de 2014 houve o primeiro caso autóctone registrado, já no decorrer de 2015-2016, tivemos uma epidemia com aproximadamente 20.000 notificações. Para fins de separação e acompanhamento dos casos suspeitos de dengue e outras doenças como Zika, Febre

Amarela Urbana e Chikungunya em em Paranaguá, a prefeitura de Paranaguá instituiu a notificação compulsória na instância municipal, por meio da Lei Municipal nº3.656 de 24 de abril de 2017. Em 2018, foi criado o Plano Municipal de Contingência de Doenças Transmissíveis por Vetores Tropicais Zika, Febre Chikungunya, Febre Amarela e Dengue com o intuito de propor diretrizes para organizar os serviços para combater o vetor, dar assistência aos pacientes e mobilizar a sociedade em caso de ocorrência de uma epidemia de arbovirose transmissíveis por vetores tropicais, em especial o *A. Aegypti* (PARANAGUÁ, 2018).

Em função do crescimento exponencial de notificações da doença nos últimos anos destacamos a necessidade da participação da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) - Campus Paranaguá na realização de diferentes atividades para a estimular a comunidade a perceber a dengue como uma doença importante que faz parte do nosso cotidiano, afeta as atividades de pessoas das mais diversas idades e necessita da reflexão e ação coletiva para o combate ao vetor.

### **A percepção da comunidade sobre a doença:**

No início do ano de 2016 foram aplicados questionários durante eventos de sensibilização promovidos pela autoridade municipal de Paranaguá. Os acadêmicos do curso de Ciências Biológicas da UNESPAR - Campus de Paranaguá abordaram os transeuntes, esclareceram sobre a pesquisa e entregaram um termo de consentimento de pesquisa.

O questionário apresentava inicialmente questões socioeconômicas como idade, gênero e estado civil. Foram realizadas perguntas sobre o conhecimento de pessoas próximas que contraíram dengue, se o entrevistado contraiu, quais os procedimentos médicos que teve acesso, além do custo despendido com medicação. As medidas preventivas praticadas pelos participantes foram levantadas, assim como os métodos de controle do vetor. O local de moradia dos entrevistados e a possível presença de focos de dengue foram investigados para determinar áreas prioritárias para ações de educação ambiental e mobilização das autoridades sanitárias.

Foram obtidas 243 respostas, a idade média dos entrevistados foi de 43 anos, variando de 12 a 78 anos. A maioria residia em Paranaguá (90%), mas também em Antonina (2,1%), Alexandra (1,3%), Guaratuba (1,3%), Matinhos (1,3%), Pontal do Paraná (1,3%), Morretes (0,8%) e em Curitiba (0,4%).

Entre os entrevistados, 71% (132) deles conhecia alguém que contraiu dengue, contra 29% (54) que não. Em média, cada pessoa que respondeu afirmativamente que conhecia 1,98 ( $\pm 2,20$ ) pessoas que contraíram dengue, variando de uma (01) até doze (12) pessoas. A maioria dos entrevistados conheciam de uma a 3 pessoas que contraíram dengue (FIGURA 1). Um dos entrevistados, inclusive, relatou que uma pessoa da família teria entrado em óbito por complicações da doença. Durante o período de estudo,

Paranaguá teve um total de 16.392 casos de dengue, considerando a população total, 12% dos habitantes contraíram dengue no período entre 2015 e 2016. Esses dados demonstram o impacto da epidemia no cotidiano dos habitantes de Paranaguá.

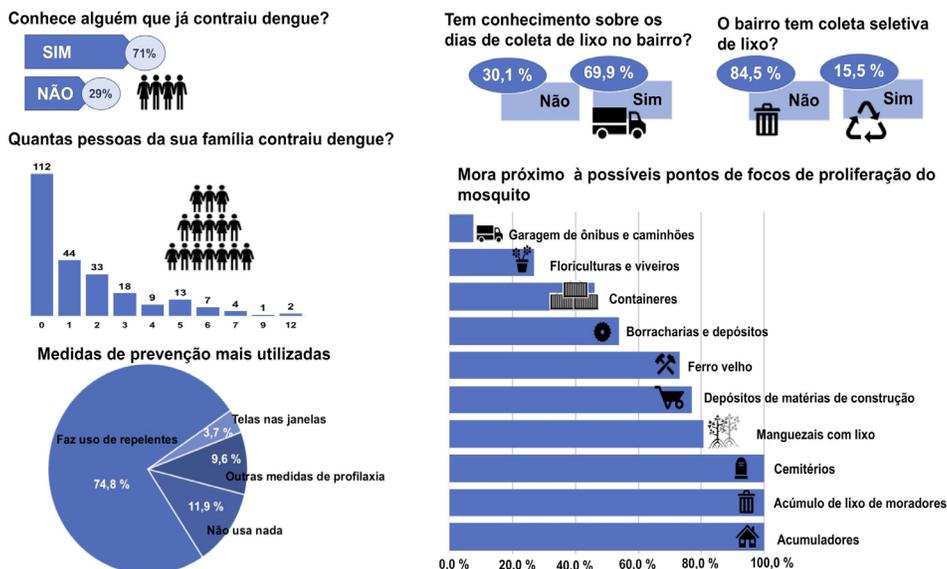


Figura 1: Infográfico com os resultados das respostas sobre pessoas conhecidas que tiveram os sintomas de dengue, sobre a coleta dos resíduos e a proximidade da moradia à pontos passivos de fotos de dengue.

Das possíveis medidas de prevenção à doença, 56% dos entrevistados souberam responder. Das respostas obtidas, a maioria se referia à utilização de repelentes (74,8%), porém muitos relataram não tomar qualquer medida (11,9%). 3,7 % dos entrevistados responderam ter telas nas janelas e 9,6% utilizavam outras medidas profiláticas, tais como usar roupas compridas, cuidar da alimentação, utilização de produtos naturais e manter a hidratação (FIGURA 1).

Quando questionados sobre a presença de coleta seletiva de lixo no bairro de residência, a maioria (84,5%) dos entrevistados relatou que a coleta de resíduos ocorre, porém sem a separação entre orgânicos e recicláveis, 15,5 % dos entrevistados responderam existir a coleta de resíduos orgânicos e recicláveis e 30,1 % declararam não ter conhecimento dos dias que ocorre a coleta de resíduos no bairro no qual mora. A maioria dos entrevistados relataram ter conhecimento dos dias de coleta dos resíduos domésticos, contra 69,9 % que não conheciam (FIGURA 1).

De fato, a epidemia da dengue na cidade impulsionou a implementação da coleta seletiva no município de Paranaguá. A partir de 2017 a prefeitura municipal realizou

melhorias no sistema de coleta seletiva abrangendo então toda a cidade de Paranaguá de forma setorizada (PARANAGUÁ, 2017). Essa medida além de colaborar na eliminação de possíveis criadouros do *A. aegypti* com entulhos e lixos espalhados nas ruas da cidade, passou a destinar 100% da coleta seletiva à duas cooperativas de catadores do município localizadas na Ilha dos Valadares e na Vila Santa Maria, próximo ao antigo “lixão” de Paranaguá.

Do total de entrevistados, 71 % afirmaram residir próximos à possíveis pontos de focos de proliferação do mosquito (FIGURA 1). Os tipos de locais mais citados foram a presença de acumuladores, o lixo acumulado e de cemitérios, cada um contribuindo com 11% das respostas. Os manguezais com acúmulo de lixo (9% das respostas), depósitos de materiais de construção (8%) e de ferros-velhos (8%) foi o segundo grupo mais citado.

As respostas aqui apresentadas reforçam a importância da ação do poder público e também de ações de sensibilização da população sobre o descarte de resíduos sólidos. Além do esforço em relação aos resíduos sólidos, é válido ressaltar que por lei (nº 13.301, de 2016) os agentes de combate a endemias que trabalham no combate ao *A. aegypti* podem realizar entrada forçada em imóveis públicos e particulares abandonados ou com ausência de pessoa que possa permitir o acesso ao local ou no caso de recusa de acesso.

Foi realizada uma pesquisa sobre a evolução da doença e os impactos nas atividades laborais dos entrevistados. Das 65 pessoas que deram respostas afirmativas, 15% delas tiveram a doença em 2015 e 82% em 2016, todos contraíram em meses mais quentes de outubro a fevereiro.

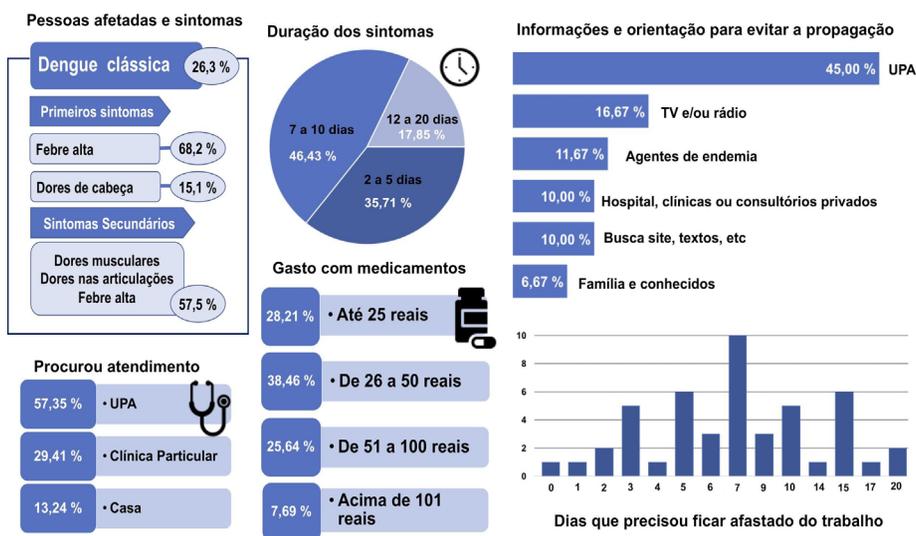


Figura 2: Infográfico sobre a evolução da doença, os impactos nas atividades laborais, gastos com medicação e como recebeu orientações contra a propagação da doença.

A maioria citou como sintomas iniciais a febre alta (66%), dores de cabeça (14%) e nos músculos e nas articulações (11%). Aos serem questionados sobre os sintomas seguintes a febre alta (28%) e as dores muscular e articular (28%) permaneceram, mas acrescentou-se a incidência de dor de cabeça (15%), vômitos (9%), cansaço (9%) e perda de apetite (6%). A duração dos sintomas variou de 2 a 20 dias, a maioria das respostas indicou em torno de uma semana (FIGURA 2).

A maioria dos entrevistados que contraíram dengue procurou a UPA (57%) para tratamento, mas uma parcela significativa procurou a rede privada (29%) e ainda outros se trataram em casa (13%). 70% dos entrevistados que foram atendidos para tratamento, receberam informações sobre os cuidados para evitar a propagação da doença (FIGURA 2).

A maior parte dos entrevistados ficou em torno de 7 dias afastada de suas atividades. Os afastamentos variaram de nenhum a 20 dias (Fig. 2). Somando-se todas as respostas, temos um total de 380 dias de afastamento para 47 pessoas, ou seja uma média de 8 dias de afastamento por pessoa (Fig. 4). Tomando como base o número total de infectados (16.392) e o afastamento médio de 7 dias, resultaria em 114.744 dias de afastamento das atividades (FIGURA 2). Em outras palavras, seria como se 3.824 pessoas tivessem ficado um mês sem exercer as suas atividades. Dessa forma, fica evidente o impacto financeiro produzido pela epidemia no município. Estima-se que o Brasil sofreu um impacto de 2,3 bilhões com as doenças do *A. aegypti*, e apenas na região Sul do país os custos foram em torno de R\$ 152 milhões (DANTAS, 2018). Em 2015, a dengue foi a 5º maior causa de afastamento do trabalho entre os funcionários de companhias, afastando-os entre 5 a 7 dias, “O impacto disso pode ter sido o equivalente a cinco empregados ficando o ano inteiro sem trabalhar” (COSTA, 2016).

A maioria dos entrevistados (70%) tiveram gastos com medicação variando de R\$5,00 a R\$380,00. 20, 30, 50 e 100 (FIGURA 2). As respostas somadas acusam um montante de R\$2.435,00 gastos por 45 pessoas, média de R\$62,44 por pessoa. A maioria utilizou paracetamol e soro durante o tratamento. Além de medicamentos, os entrevistados reportaram a utilização de produtos para a hidratação.

Faz-se necessário que a população entenda o quanto a manutenção de medidas educativas e sanitárias precisam da ajuda de cada um para serem implementadas visto que existem fatores socioeconômicos que são impactados pela doença, o enorme ônus na manutenção da cadeia produtiva, pela debilitação dos pacientes e o elevado grau de absenteísmo às atividades essenciais (LOPES *et al.*, 2014).

## VACINAÇÃO

A organização mundial Médicos Sem Fronteiras – MSF – cita que desde o fim de 2015 a primeira vacina foi registrada, inicialmente para ser utilizada em áreas endêmicas

e ou de risco. Ainda sim o MSF reafirma que a principal forma de prevenção é o combate ao mosquito, eliminando os criadouros de forma coletiva com a participação da população. O Ministério da Saúde inclui o uso de Repelentes e inseticidas como formas de prevenção contra a doença, mas também ressalta que a principal ação é a atuação consciente e permanente da população.

A vacina tetravalente de dengue da Sanofi Pasteur foi desenvolvida por meio da tecnologia de vírus recombinantes atenuados e que tem como base a cepa da vacina 17D contra a febre amarela (Guy *et al.*, 2011) e consiste na aplicação de 3 doses com intervalos mínimos de 6 meses. Apesar da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ter recomendado que a vacina não fosse aplicada em pessoas que não tiveram contato com os vírus, a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) é de que a vacina seja aplicada em municípios endêmicos (onde há elevada circulação da doença). Além do que a dengue é assintomática em 70% dos casos, o que indica que moradores de locais com alta circulação do vírus podem ter tido o contato e não ter apresentado sintomas da doença (Secretaria de Saúde, 2020).

A secretaria de saúde do Estado do Paraná concentrou as campanhas de vacinação nos 30 municípios que apresentavam maior risco de dengue e que vêm enfrentando sérias epidemias e mortes pela doença. Esses municípios concentram 80% dos casos registrados no Paraná, 83% dos casos graves e 82% das mortes por dengue (52 dos 63 óbitos por dengue em 2016). A faixa etária de 15 a 27 anos em que se concentraram 30% dos casos no estado, foi ampliada para 4 a 44 anos nas cidades de Paranaguá e Assaí (Secretaria de Saúde, 2020).

Em agosto de 2016 foi realizada a primeira campanha de vacinação da dengue no Paraná. As demais campanhas ocorreram em março de 2017, setembro de 2017 e a mais recente em março/abril de 2018 para as pessoas que já tinham tomado as duas primeiras doses (Secretaria de Saúde, 2020). A avaliação da primeira campanha de vacinação pela Divisão de Vigilância do Programa de Imunização do Estado do Paraná, apontou uma baixa adesão da população alvo (40% do esperado), das 500.000 doses disponíveis, foram aplicadas 200.004 doses em todo o Estado. A pouca adesão pode ser explicada pelo fato de que é uma faixa etária que não procura os serviços de saúde (DVVPI, 2016).

Vale ressaltar que uma vacina de dose única foi desenvolvida pelo Instituto Butantan, o que pode facilitar a imunização das regiões epidêmicas:

Ao final da terceira fase de produção do imunobiológico, o Instituto Butantan precisa comprovar a eficácia por meio de estudo que deverá trazer os dados de segurança e índices finais de proteção da vacina. Após esse processo, será solicitado o registro da vacina na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para que possa ser incorporada ao Sistema Único de Saúde (SUS) e ofertada gratuitamente pelo Programa Nacional de Imunizações (PNI) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

## AÇÕES DE SENSIBILIZAÇÃO E MOBILIZAÇÃO

Foram realizadas ações de sensibilização acerca da temática da dengue dentro e fora do espaço do campus da UNESPAR, em eventos, nas escolas, nas associações de moradores e espaços públicos. As atividades consistiam em 5 ações principais de sensibilização e mobilização demonstradas na figura abaixo:

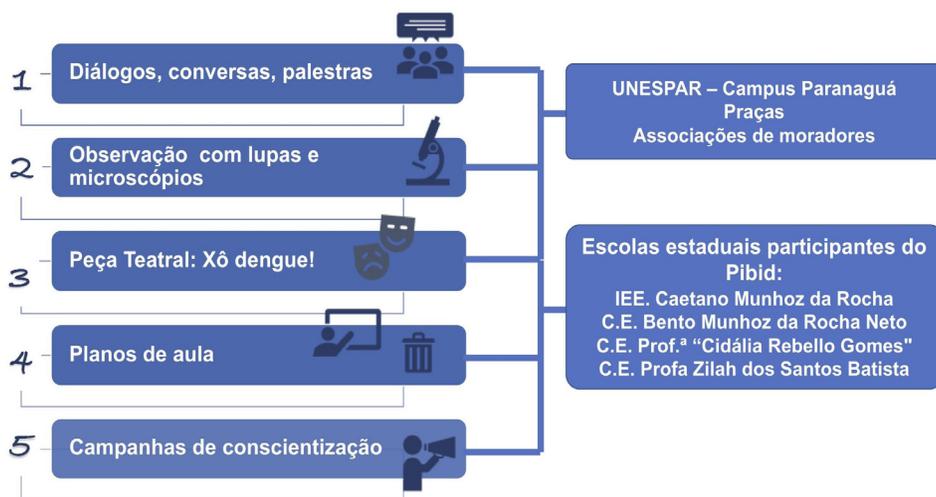


Figura 3: Principais ações de sensibilização e mobilização realizadas no ano de 2016 para auxílio ao combate à dengue realizadas por acadêmicos e professores do Curso de Ciências Biológicas da UNESPAR - Campus Paranaguá.

1. Diálogo: com a explanação sobre a biologia do *A. aegypti*, a dengue e os cuidados para se evitar os criadouros do mosquito;
2. Visualização: fazendo uso de microscópios e lupas foi realizada a observação de diferentes estágios do ciclo de vida de *A. aegypti* como larvas em diferentes instares, pupas e adultos de ambos os sexos. Durante a ação são destacados aspectos da morfologia da espécie com o apoio de um material didático;
3. Peça Teatral Xô Dengue!!!: de forma lúdica foi repassada a mensagem para que se coloque em prática os cuidados para o combate ao mosquito, além da importância da disseminação da informação como ferramenta para enfrentamento dessa epidemia.
4. Planos de aulas: foram desenvolvidos planos de aula voltados para a temática dengue, com conteúdos teóricos e ações de práticas nos arredores das escolas para verificar a presença de recipientes que possam estar servindo para acúmulo de focos de mosquitos. Caso fosse encontrados seria realizada a coleta ou correção da situação encontrada, tais como colocação de areia em vasos de flores, aproveitamento de pneus para fazer canteiros de flores

ou pequenas hortas. É importante destacar que toda a atividade de coleta de material foi realizado utilizando luvas cirúrgicas e sacos de coletas de lixo.

5. Campanhas de conscientização: Nas escolas participantes do Pibid os alunos foram estimulados a confeccionar cartazes para campanhas no controle e combate ao mosquito.

Foram realizadas cerca de 14 intervenções, destas 50% foram realizadas em escolas e as demais contemplaram participações em ações promovidas pela Secretaria de Saúde do município e entidades não governamentais, a grande maioria no município de Paranaguá e uma no município de Alexandra (Figura 4).

As ações 1 e 2 ocorreram na forma de palestras ou conversas com os transeuntes, situações em que eram respondidas questões sobre os métodos de prevenção de proliferação do mosquito e seu ciclo de vida. Também foram abordadas as fases da doença, os cuidados com os doentes e sobre a importância da utilização de repelentes nos doentes para evitar a contaminação dos familiares.



Figura 4: Ações de sensibilização e mobilização realizadas no ano de 2016 para auxílio ao combate à dengue realizadas por acadêmicos e professores do Curso de Ciências Biológicas da UNESPAR - Campus Paranaguá.

As ações 3, 4 e 5 ocorreram entre os alunos das escolas estaduais Instituto Estadual de Educação Caetano Munhoz da Rocha, Escola Estadual Bento Munhoz da Rocha Neto, Colégio Estadual Professora “Cidália Rebello Gomes” e Colégio Estadual Profa Zilah dos Santos Batista participantes do Programa de iniciação à docência (Pibid) do município de Paranaguá.

Os acadêmicos bolsistas do Pibid pertencentes do Curso de Ciências Biológicas elaboraram uma peça de teatro alertando sobre os principais motivos e consequências da proliferação do *A. aegypti*. A peça teatral foi apresentada pelos bolsistas no auditório da UNESPAR- Campus Paranaguá para os alunos do ensino médio do em dias e horários pré-determinados junto à direção das escolas envolvendo aproximadamente 800 participantes.

Após a apresentação também foram realizadas as ações 1 e 2 com os alunos e os professores. Os alunos demonstraram bastante interesse em eliminar os focos do mosquito em casa e na região próximos onde moram. Concluímos através destas ações que boa parte da população ainda precisa ser conscientizada e que alunos precisam colocar em prática no seu dia a dia os cuidados que devemos ter para combater o mosquito, além de repassar estas informações aos familiares e vizinhos.

A mortalidade por dengue é baixa, mas a carga econômica e de recursos dos serviços de saúde permanece substancial em ambientes endêmicos. A dificuldade na implementação e manutenção de medidas educativas e sanitárias para o combate dos reservatórios e vetores no município de Paranaguá evidencia que as campanhas de educação precisam ser constantes e a vigilância deve ser reforçada por toda a população.

A gestão no controle do vetor exige estratégias de abordagens que incorporam elementos-chave de mobilização social, integração de métodos de controle nas áreas de alto contato entre o vetor e pessoas, com tomadas de decisões baseadas em evidências e pesquisas que permitam orientar políticas públicas de combate (WILDER-SMITH et al., 2019). Um estudo randomizado multicêntrico forneceu a primeira evidência de que a mobilização da comunidade pode melhorar controle do vetor e reduzir a sua incidência (ANDERSSON et al., 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Em todas as intervenções foi possível detectar o interesse causado pela observação dos animais nos equipamentos ópticos e, mostrando como a espécie é bem adaptada aos ambientes com acúmulo de material inorgânico, se abordou a importância da limpeza dos quintais das residências avocando os estudantes e a população em geral para a uma postura pró-ativa em relação ao combate destes criadouros.

Do ponto de vista dos acadêmicos que participaram do projeto, observou-se a expressiva apropriação dos conteúdos explorados, além do compromisso com a contribuição do conhecimento científico para o enfrentamento de um problema socioambiental dessa magnitude.

## REFERÊNCIAS

ANDERSSON N, NAVA-AGUILERA E, AROSTEGUI J, *et al.* Evidence based community mobilization for dengue prevention in Nicaragua and Mexico (Camino Verde, the Green Way): cluster randomized controlled trial. *BMJ* 2015; 351: h3267, 2015. Disponível em: <<https://www.bmj.com/content/bmj/351/bmj.h3267.full.pdf>> Acesso em 20 de maio de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Combate ao *Aedes aegypti*: prevenção e controle da Dengue, Chikungunya e Zika. Ministério da Saúde, Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/combate-ao-aedes>> Acesso em 18 de maio de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. **Manual sobre Medidas de Proteção à Saúde dos Agentes de Combate às Endemias**. Volume 1: Arboviroses Transmitidas pelo *Aedes aegypti*. [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. – Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

BRAUER, F.; CASTILLO-CHAVEZ, C.; FENG, Z. **Mathematical Models in Epidemiology**. Springer: New York, 2019.

CONSOLI, R. e OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ. 228 p, 1994.

COSTA. R. Dengue afeta a vida das empresas brasileiras. **Correio Braziliense**, Brasília. 23 mar. 2016. Disponível em: <[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2016/03/26/internas\\_economia,524142/dengue-afeta-a-vida-das-empresas-brasileiras.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2016/03/26/internas_economia,524142/dengue-afeta-a-vida-das-empresas-brasileiras.shtml)> Acesso em: 03 maio de 2020.

DANTAS, C. Consultoria estima que Brasil perdeu R\$ 2,3 bilhões em um ano com doenças do *Aedes G1*, 30 jan. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/bemestar/aedes-aegypti/noticia/consultoria-estima-que-brasil-perdeu-r-23-bilhoes-em-um-ano-com-doencas-do-aedes.ghtml>> Acesso em 20 de jun. de 2020.

DVVPI- Divisão de Vigilância do Programa de Imunização. **Avaliação da 1ª etapa da vacina tetravalente contra a dengue**. 2016. Disponível em: <[http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Avaliacao\\_1\\_etapa\\_Vacina\\_Tetravalente\\_Dengue.pdf](http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/Avaliacao_1_etapa_Vacina_Tetravalente_Dengue.pdf)>. Acesso em: 6 maio 2020.

GUY, B.; SAVILLE, M.; LANG, J.; SIQUEIRA JR, J. B., BRICKS, L. F. Desenvolvimento de uma vacina tetravalente contra dengue. **Rev Pan-Amaz Saude**; v. 2, n. 2, p. 51-64, 2011.

KHETARPAL, N.; KHANNA, I. Dengue fever: causes, complications, and vaccine strategies. **Journal of immunology research**, v. 2016, Article ID 6803098. Disponível em: <<http://downloads.hindawi.com/journals/jir/2016/6803098.pdf>> Acesso em: 6 maio 2020

LOPES, N.; NOZAWA, C.; LINHARES, R.E.C. 2014. Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. **Rev Pan-Amaz Saude**, v. 5, p. 55-64.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2019. Vacina da dengue já está na última etapa de testes. **MINISTÉRIO DA SAÚDE**, Brasília, 17 set. 2019 Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45807-vacina-da-dengue-ja-esta-na-ultima-etapa-de-testes>> Acesso em: 6 maio 2020

PARANAGUÁ. Prefeitura Municipal de Paranaguá. **Plano municipal de contingência de doenças transmissíveis por vetores tropicais zika, febre chikungunya, febre amarela e dengue**. Disponível em: <<http://www.paranagua.pr.gov.br/conteudo/secretarias-e-orgaos/saude/plano-municipal-de-contingencia-dengue>> Acesso em 6 maio 2020

PREFEITURA MUNICIPAL DE PARANGUÁ. 2017. Novos setores de coleta seletiva. Disponível em: <<http://www.paranagua.pr.gov.br/imgbank2/file/Coleta%20Seletiva-novo.pdf>> Acesso em 6 maio 2020

SALESBRAM, J. A. M.; ROSEGHINI, W. F. F. Análise da variabilidade térmica da cidade de Paranaguá-PR para aplicação em estudos sobre a proliferação do *Aedes aegypti*. **Geo UERJ**, n. 34, p. 40958, 2019.

SESA, 2020. Secretaria Estadual de Saúde do Paraná, Informe técnico 36– Semana Epidemiológica 31/2019\* a 17/2020\* (28/07/2019 a 25/04/2020\*). Disponível em <[http://www.dengue.pr.gov.br/arquivos/File/BoletimDengue36\\_2020.pdf](http://www.dengue.pr.gov.br/arquivos/File/BoletimDengue36_2020.pdf)> Acesso em: 6 maio 2020.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 3, p. 867-871, 2002.

TEICH, V.; ARINELLI, R.; FAHHAM, L. *Aedes aegypti* e sociedade: o impacto econômico das arboviroses no Brasil. *Journal Brasileiro de Economia da Saúde*, v. 9, n. 3, 2017. Disponível em <<http://jbes.com.br/images/v9n3/267.pdf>> Acesso em: 6 maio 2020.

WILDER-SMITH A; OOI E-E; HORSTICK O; WILLS B. **Dengue**. *Lancet.*, 393: 350-363, 2019.

XIANG, J.; HANSEN, A.; LIU, Q.; LIU, X.; TONG, M. X.; SUN, Y.; CAMERON, S.; HANSON-EASEY, S.; HAN, G. S.; WILLIAMS, C.; WEINSTEIN, P.; BI, P. 2017. Association between dengue fever incidence and meteorological factors in Guangzhou, China, 2005–2014. **Environmental research**, v. 153, p. 17-26, 2016.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA** - Mestra em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira - UNILAB, ex-bolsista de pesquisa CAPES e integrante do grupo GEPEMA/UNILAB. Especialista na área de Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pelo Centro Universitário Católica de Quixadá - UniCatólica (2016). Tecnóloga em Agronegócio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (2014). Foi estagiária no escritório Regional do SEBRAE-Quixadá/CE entre os anos de 2012 a 2014. Atuou como bolsista técnica e voluntária de pesquisas durante a graduação em Agronegócios. Tem experiência nas áreas de ciências ambientais, ciências agrárias, ciências sociais e recursos naturais com ênfase em gestão do agronegócio, desenvolvimento rural, contabilidade de custos, políticas públicas hídricas, tecnologias sociais, sociobiodiversidade e educação ambiental. Além disso, faz parte da Comissão Técnica-Científica da Editora Atena. Possui publicações interdisciplinares envolvendo tecnologias sociais para o campo, cultura, ensino-aprendizagem, contabilidade rural, poluição e legislação ambiental.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análises Bromatológicas 202, 206

Arco de Maguerez 32, 34

Arranjo Produtivo Local 129, 153, 155, 162

Assentamento Da Reforma Agrária 179

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais 280, 289, 293, 302

Aterro Sanitário 279, 281, 282, 285, 288, 291, 292, 293, 294, 299, 302

Atividade Pesqueira 326, 327

Atividades Antropogênicas 341, 342

Avanços Agrários 37

### B

Biocarvões e Cinzas 216

Biofertilizante 9, 190, 196, 199

### C

Caatinga 12, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 336, 337, 338, 339, 340

Centro Nacional de Tecnologias Limpas 110, 111, 112

Conhecimento Biológico Do Vetor 353

### D

Decomposição Térmica 226, 232

Defesa Civil Municipal 86, 87, 88, 89, 90, 92, 95, 97, 163, 165, 167, 169, 174

### E

Ecossistema Aquático 304

Empreendimentos Costeiros E Marinhos 141

Escala de Impactos para Eventos Meteorológicos 96, 163, 173, 177

Espaços Livres Públicos E Privados 341, 347

Estatuto da Terra 38, 39, 40, 41, 47, 48, 49, 50, 51, 52

Estiagens 242

Estresse Salino 190, 198, 201

Evolução no Conhecimento 1

## **G**

Grandes Aterros Industriais 124, 138

Guia de Licenciamento 141, 145, 149

## **I**

Impactos Socioambientais 54, 179, 182, 189

Insuficiência Energética 241

Inteligência Artificial 252, 253, 254, 255, 260, 262

Irrigação de Jardins 328, 330

## **L**

Lar de Idosos 10, 265, 268

Licenciamento Ambiental 9, 54, 55, 57, 61, 62, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 120, 141, 142, 145, 146, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 160

Literatura Acadêmica 19

## **M**

Metais Pesados 286, 287, 291, 294

Modelo Computacional 252, 254

Monitoramento Ambiental 10, 291, 294, 295, 302

## **O**

Objetivos de Desenvolvimento do Milênio 3, 18, 19

Organização Das Ações Integradas 86

## **P**

Periódicos Brasileiros 9, 1, 3

Política Urbana 76, 80

Práticas de Manejo 159, 160, 179

Programa Maranhão Verde 98, 100, 101

## **Q**

Qualidade da Gramínea 202, 213

## **R**

Recursos Não Renováveis 265

Redução da Poluição 32

Risco de Desastres 88, 94, 163, 165, 174, 177

## **S**

Semana de Arte Moderna 124, 127

Sistema Comunicacional Pseudodiálogo 61

Sistemas Elétricos 241

## **T**

Tratamento de efluentes 216, 223

## **U**

Unidade de Conservação de Proteção Integral do Parque Estadual do Bacanga 98, 101, 102

Usina Gaseificadora Modular 226, 228, 231, 232, 233, 236, 237

Uso Indiscriminado da Água 304

# **PADRÕES AMBIENTAIS EMERGENTES E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS 2**

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

Atena  
Editora

Ano 2020

# **PADRÕES AMBIENTAIS EMERGENTES E SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS 2**

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

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

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2020