

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**Kristian Andrade Paz de la Torre**  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2021

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**Kristian Andrade Paz de la Torre**  
**(Organizador)**



### **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 Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

### **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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
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 Albornoz – 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>a</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>a</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>a</sup> 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

## Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Kristian Andrade Paz de la Torre

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

D451 Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais / Organizador Kristian Andrade Paz de la Torre. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-972-1

DOI 10.22533/at.ed.721211304

1. Ciências ambientais. 2. Sustentabilidade. I. Torre, Kristian Andrade Paz de la (Organizador). 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

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

A coleção “Desenvolvimento sustentável, interdisciplinaridade e ciências ambientais” é uma obra que tem, como foco principal, a discussão científica, por meio dos diversos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume 1, focado em tecnologias de estudo ambiental, abordará, de forma categorizada e multidisciplinar, trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que apresentam desde técnicas de análise do meio ambiente até estratégias para a educação ambiental.

O objetivo central foi apresentar, de forma organizada e clara, estudos realizados em diversas instituições de ensino e pesquisa. Em todos esses trabalhos, o fio condutor foi o aspecto relacionado ao desenvolvimento sustentável, em suas dimensões social, econômica e, com maior destaque, ambiental; na qual englobaram-se as esferas do solo, água, ar, seres vivos e transmissão dos conhecimentos associados a tais assuntos. Com isso, configura-se uma discussão de enorme relevância, dado que os desequilíbrios ambientais têm sido um problema há muitos anos, o que demanda ações adequadas para a correta compreensão das questões ambientais.

Assuntos diversos e interessantes são, dessa forma, abordados aqui, com o intuito de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, professores e demais pessoas que, de alguma forma, interessam-se pelo desenvolvimento sustentável. É válido ressaltar, ainda, que possuir um material que agrupe dados sobre tantas faces desse conceito é muito importante, por constituir uma completa descrição de um tema tão atual e de interesse direto da sociedade.

Desse modo, a obra apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos autores, que arduamente elaboraram seus trabalhos e aqui os apresentam de maneira concisa e didática. Sabe-se o quão importante é a divulgação científica e, por isso, evidencia-se aqui também a estrutura da Atena Editora, capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para que esses pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Kristian Andrade Paz de la Torre

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) EM CULTURA DE MILHO

Jose Celso Martins

**DOI 10.22533/at.ed.7212113041**

### **CAPÍTULO 2..... 8**

INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO BLOCO DE CULTIVO AXÊNICO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE *Lentinula edodes*

Samuel Vitor Assis Machado de Lima

Janaína Piza Ferreira

Nayara Clarete da Penha

José Gomes Vianna Neto

Cibelli Paula de Castro

**DOI 10.22533/at.ed.7212113042**

### **CAPÍTULO 3..... 19**

ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE DOM ELISEU-PARÁ DE 2004 A 2014

Sabrina Benmuyal Vieira

Raquel de Oliveira Santos

Annícia Barata Maciel Ferreira

Lucieta Guerreiro Martorano

Afonso Henrique Moraes de Oliveira

Agust Sales

Marco Antonio Siviero

**DOI 10.22533/at.ed.7212113043**

### **CAPÍTULO 4..... 34**

CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR METAIS PESADOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - ALAGOAS

Romikson Christiano da Silva Freitas

Amanda Silva Medeiros

Joao Gomes da Costa

Mayara Andrade Souza

Paulo Rogerio Barbosa de Miranda

**DOI 10.22533/at.ed.7212113044**

### **CAPÍTULO 5..... 40**

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DOS METAIS PESADOS COBRE E ZINCO AMBIENTALMENTE DISPONÍVEIS EM SOLO DE MANGUE

Alexandre Bomfim Barros

Joaquim Alexandre Moreira Azevedo

Aline de Moraes Amaral Barros

Velber Xavier Nascimento

Paulo Rogério Barbosa de Miranda

Danyella Caroline do Couto Almeida  
Ana Claudia Ávila Mendonça de Lyra  
Tania Valeska Medeiros Dantas Simões  
Valesca Barreto Luz

**DOI 10.22533/at.ed.7212113045**

**CAPÍTULO 6..... 49**

**MOVIMENTAÇÃO DE CÁDMIO EM COLUNAS DE SOLO COM APLICAÇÃO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO: PARÂMETROS DE TRANSPORTE**

Marco Aurélio Kondracki de Alcântara  
Laís Pina Souza  
Hélcio José Izário Filho  
Patrícia Carolina Molgero da Rós  
Adriano Francisco Siqueira  
Diovana Aparecida dos Santos Napoleão  
Leandro Gonçalves de Aguiar  
Nicoly Milhardo Lourenço Nohara

**DOI 10.22533/at.ed.7212113046**

**CAPÍTULO 7..... 64**

**CITOGENOTOXICIDADE DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS UTILIZANDO-SE O BIOTESTE DE ALLIUM CEPA: UM ESTUDO**

Jéssica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda  
Vera Lúcia Bobrowski  
Maurizio Silveira Quadro  
Jéssica Torres dos Santos  
Manoela Colpes Vieira  
Caroline Menezes Pinheiro  
Louise Hoss  
Carolina Faccio Demarco  
Thays França Afonso  
Manoel Ribeiro Holanda Neto  
Luísa Andina Bender  
Guilherme Pereira Schoeler

**DOI 10.22533/at.ed.7212113047**

**CAPÍTULO 8..... 71**

**LEVANTAMENTO QUALITATIVO E QUANTITATIVO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO IGARAPÉ-SÃO LUIZ, SITUADO NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA**

Sebastião da Cunha Lopes  
Roberta Rios de Sousa  
Bruna Thaissa Martins Mendrade  
Dayse de Nazaré Cardoso Monteiro Rabelo

**DOI 10.22533/at.ed.7212113048**

**CAPÍTULO 9..... 80**

**BIOMONITORAMENTO DE METAIS PESADOS (Cu, Zn e Cd) EM AMBIENTES**

**ESTUARINOS USANDO OSTRAS *Crassostrea rhizophorae***

Joaquim Alexandre Moreira Azevedo  
Alexandre Bomfim Barros  
Aline de Moraes Amaral Barros  
Velber Xavier Nascimento  
Paulo Rogério Barbosa de Miranda  
Danyella Caroline do Couto Almeida  
Ana Claudia Ávila Mendonça de Lyra  
Tania Valeska Medeiros Dantas Simões  
Valesca Barreto Luz

**DOI 10.22533/at.ed.7212113049**

**CAPÍTULO 10..... 86**

**UM ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DO CONTAMINANTE EMERGENTE DICLOFENACO EM AMBIENTES AQUÁTICOS BRASILEIROS**

Julia Kaiane Prates da Silva  
Jéssica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda  
Jéssica Torres dos Santos  
Caroline Menezes Pinheiro  
Maurizio Silveira Quadro  
Robson Andreazza  
Cicero Coelho de Escobar  
Mery Luiza Garcia Vieira  
Louise Hoss  
Vitória Sousa Ferreira  
Carolina Faccio Demarco  
Thays França Afonso

**DOI 10.22533/at.ed.72121130410**

**CAPÍTULO 11..... 93**

**LEVANTAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS VEICULARES NA UTFPR LONDRINA**

Roseane de Lourdes Miguel  
Joseane Debora Peruço Theodoro

**DOI 10.22533/at.ed.72121130411**

**CAPÍTULO 12..... 102**

**FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL EM EMPRESAS QUE COMERCIALIZAM AGROTÓXICOS NO ESTADO DO CEARÁ**

Mayco Angello Fernandes de Sena Silva  
Abraão Lima Verde Maia  
José Maria Tupinambá da Silva Júnior  
Ana Paula Lima dos Reis  
Luís Roberto Machado de Sabóia

**DOI 10.22533/at.ed.72121130412**

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>112</b>
IMPACTOS AMBIENTAIS DO TURISMO EM GRAMADO/RS	
Leticia Corrêa Mazotti	
Natalia Aparecida Soares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72121130413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>134</b>
MEIO O AMBIENTE DO TRABALHO: RESPONSABILIDADE CIVIL DO EMPREGADOR PELA DOENÇA OCUPACIONAL	
Mary Monalisa de Carvalho Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72121130414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>141</b>
DIFERENÇAS E DESAFIOS NA GESTÃO CONTEMPORÂNEA DO MEIO AMBIENTE NO BRASIL	
Monique Carina Caliri Schmidt	
Sérgio Luís Boeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72121130415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>158</b>
PRODUÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SALA DE AULA	
Geórgia Carvalho Anselmo	
Gizele Carvalho Anselmo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72121130416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>163</b>
A UTILIZAÇÃO DA CAMPINARANA COMO FERRAMENTA DIDÁTICO PEDAGÓGICA EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DE IGARAPÉ-MIRI/PARÁ	
Sebastião da Cunha Lopes	
Luan dos Santos Costa	
Lauren Rubeni Pena de Lima	
Dayse de Nazaré Cardoso Monteiro Rabelo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72121130417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>174</b>
ANÁLISE DE UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA SOBRE ECOSISTEMAS E SUAS PROPRIEDADES	
Marllon Moreti de Souza Rosa	
Antônio Fernandes Nascimento Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.72121130418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>185</b>
ABORDAGEM MAIS INTEGRATIVA E HOLÍSTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS MODELAGEM ESPACIAL UTILIZANDO ETNOMAPEAMENTO - EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DE MODELAGEM ESPACIAL	
Simone Soraia Silva Sardeiro	

Avelar Araujo Santos Junior

DOI 10.22533/at.ed.72121130419

**CAPÍTULO 20..... 191**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Albenia Maria de Andrade Fonseca

DOI 10.22533/at.ed.72121130420

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 203**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 204**

# CAPÍTULO 1

## ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS PARA *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) EM CULTURA DE MILHO

Data de aceite: 01/04/2021

**Jose Celso Martins**

Professor Associado do Curso de Agronomia  
da UENP/Campus Luiz Meneghel  
Bandeirantes – Paraná

**RESUMO:** O estudo foi conduzido no município de Bandeirantes, Paraná, durante o primeiro cultivo de 2009/10. Com o objetivo de comparar métodos de avaliação de danos para a lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda*, foi fixada a cultivar de milho BRS 184, e feitas avaliações aos 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias após a emergência das plantas (DAE) empregando-se dois métodos de avaliações: no primeiro, foram tomadas 10 plantas ao acaso/parcela, aberto os cartuchos e contado o número de lagartas do cartucho, grandes e pequenas, encontradas vivas; no segundo, foram atribuídas notas de zero a cinco, de acordo com os danos causados pelas lagartas às folhas das plantas, em 10 plantas marcadas/parcela. Os resultados encontrados permitiram concluir que no início da infestação, enquanto as lagartas estão nos primeiros instares, a avaliação dos danos através de notas foi mais eficiente. À medida que as lagartas se desenvolveram, o método de avaliação através da contagem do número de lagartas se mostrou mais eficiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação de danos, amostragem, lagarta do cartucho, milho.

### COMPARATIVE STUDY BETWEEN METHODS OF DAMAGE ASSESSMENT FOR *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) IN CORN CROP

**ABSTRACT:** The study was conducted in the municipality of Bandeirantes, Paraná during the summer cultivation of 2009/10. In order to comparing the methods of damage assessment for the caterpillar of the corn cartridge *Spodoptera frugiperda*, the corn cultivar BRS 184 was fixed, and evaluations were made at 7; 14; 21; 28; 35 and 42 after plant emergence (ape) using two methods of evaluations: in the first, 10 plants were taken at random/plot, opened the cartridges and counted the number of cartridge caterpillars, large and small, found alive; in the second, notes were assigned from zero to five, according to the damage caused by the caterpillars to the leaves of the plants, in 10 marked plants/plot. The results showed that at the beginning of the infestation, while the caterpillars were in the first instars, the evaluation of damage through notes was more efficient. As the caterpillars developed, the evaluation method by counting the number of caterpillars proved to be more efficient.

**KEYWORDS:** Damage assessment, sampling, cartridge caterpillar, corn.

### INTRODUÇÃO

O cultivo de milho no Brasil se intensificou por conta dos avanços tecnológicos, das exportações de carnes brasileiras e a possibilidade de cultivá-lo o ano todo em algumas regiões do país. Aliados aos três

períodos de cultivo estão outros hospedeiros das pragas de importância econômica na cultura, o que contribui para as dificuldades no manejo e controle delas.

Conforme Pogue (2002), das 30 espécies do gênero *Spodoptera*, metade são consideradas pragas de importância econômica a diversas culturas. A espécie *Spodoptera frugiperda* é citada por se alimentar de aproximadamente 80 espécies de plantas (CAMPINERA, 2008). De acordo com Barros et al (2010), Prasifka et al (2009) e Sá et al (2009), a lagarta do cartucho do milho *S. frugiperda* se desenvolve em diferentes hospedeiros sejam eles cultivados ou não. Estudando parâmetros biometeorológicos, Brunini (1997) citou que as condições favoráveis à presença da espécie *S. frugiperda* são baixa quantidade de chuva e temperatura mínima de 16 °C e máxima de 27 °C. Resultados obtidos por Barros et al (2010) apontam o milheto como hospedeiro em potencial para manutenção da espécie *S. frugiperda*. A praga mais disseminada e mais importante na cultura do milho no Brasil é a *S. frugiperda* (CRUZ, 1985). A perda na produção varia de 15 a 34% na cultura do milho (CARVALHO, 1970; CRUZ E TURPIN, 1982; CRUZ et al, 1996). A amostragem das pragas em uma lavoura dará a certeza da presença delas e possibilitará a tomada de decisão segura de como fazer seu controle. Nesse sentido Farias et al (2001) desenvolveram um plano de amostragem sequencial para *S. frugiperda* em cultura de milho, levando-se em conta somente se a lagarta está ou não presente na unidade amostral. A adoção do manejo integrado de pragas nas lavouras visa principalmente menor uso de inseticidas para controle das pragas. O uso do manejo integrado de pragas, comentado por Farias et al (2001), baseia-se em amostragens convencionais, onde o número ou o tamanho da amostra é fixo, o que exige muito tempo para a tomada de decisão. Por isso, afirmou Bianco (1995), às vezes, a tomada de decisão de controlar ou não a praga é feita de forma empírica. Trabalhos de Barbosa e Perecin (1982), Bianco (1995), Álvarez e Martinez (1990), Farias et al (2001) e Melo et al (2006) demonstraram que a *S. frugiperda* em seus estágios iniciais tem o hábito de agregação para depois atingirem a aleatoriedade e, em populações muito altas, se distribuem de forma uniforme. Com auxílio da geoestatística Farias et al (2008) concluíram que à medida que as lagartas foram se desenvolvendo sua distribuição foi se tornando aleatória. Este estudo teve como objetivo comparar métodos de avaliação de danos para a lagarta do cartucho do milho *S. frugiperda* em cultura de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área experimental da UENP/*Campus* Luiz Meneghel, no município paranaense de Bandeirantes, latitude 23°06'36" S; longitude 50°22'03" W e altitude de 420 m (REIS, 2006), durante o cultivo de verão de 2009/10. Na semeadura mecanizada, foram empregadas sementes do cultivar BRS 184. O solo foi adubado com 200 kg/ha da fórmula 0-18-18, conforme análise de solo. O delineamento experimental empregado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas no tempo, empregando-se 24

blocos, dois métodos de avaliação nas parcelas (Tabela I), e seis épocas de avaliação nas sub-parcelas, num total de 288.

Tratamentos nas parcelas
1. Contagem do número de lagartas em 10 plantas/parcela
2. Notas dos danos causados pelas lagartas em 10 plantas marcadas/parcela*

\* conforme Carvalho (1970)

Tabela I. Tratamentos testados nas avaliações de ocorrência de *S. frugiperda* em cultura de milho. Bandeirantes – PR.

Os dados meteorológicos por ocasião da semeadura e avaliações efetuadas no experimento encontram-se no Quadro II.

Data	Precipitação (mm)	Vento (km/h)	Temperatura Média (°C)	UR (%)
15/12/09	0,0	28,8	22,1	53
29/12/09	0,0	7,9	27,9	50
05/01/10	1,4	15,8	27,7	50
12/01/10	0,0	10,8	26,0	72
19/01/10	0,8	10,8	24,7	70
26/01/10	0,0	7,2	25,0	65
02/02/10	0,0	7,2	26,9	58

Quadro II. Dados meteorológicos por ocasião da semeadura e avaliações realizadas durante o experimento. Bandeirantes – PR.

Fonte: IAPAR/FFALM

Após emergência das plantas, foram constituídas parcelas de 90 m<sup>2</sup> (9 x 10 m) com espaçamento de 0,9 m nas entrelinhas e densidade de 6 plantas/m. Nas avaliações efetuadas aos 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias após a emergência (DAE) das plantas, foram testadas duas metodologias para avaliação de danos causados pelos insetos. Em uma delas foram tomadas ao acaso 10 plantas/parcelas, abertos seus cartuchos e contado o número de lagartas encontradas vivas. Na outra, foram atribuídas notas, em 10 plantas marcadas/parcela, conforme escala apresentada no Quadro III. Para a análise estatística dos dados, foram feitas as seguintes considerações: as parcelas sorteadas dentro dos blocos receberam os dois tratamentos nas vinte e quatro repetições, resultando em 48 parcelas.

Danos	Notas
	10 plantas marcadas/parcelas
1. Plantas sem danos	0
2. Plantas com folhas raspadas	1
3. Plantas com furos nas folhas	2
4. Plantas com furos e lesões nos cartuchos	3
5. Plantas com cartucho destruído	4
6. Plantas mortas	5

Quadro III. Escala de notas empregadas nas avaliações de danos *S. frugiperda* em cultura de milho, conforme Carvalho (1970). Bandeirantes – PR.

Para comparação das médias (Quadro IV), empregou-se o teste F de Fisher, conforme Barbin (2003); Pimentel Gomes (2000) e Canteri et al (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados demonstrou haver diferença entre as metodologias estudadas. No início da infestação, aos 7DAE, a densidade populacional da lagarta do cartucho era baixa com as lagartas se apresentando de forma agregada concordando com os resultados relatados por Mello et al. (2006) que obtiveram comportamento semelhante com o mesmo inseto. Nesta avaliação prevaleceu a amostragem através de notas atribuídas aos danos causados pelas lagartas, quando comparadas com a amostragem através da contagem do número de lagartas encontradas nos cartuchos das plantas de milho. Isso se deveu ao fato de que as lagartas ainda não haviam penetrado nos cartuchos das plantas. À medida que a densidade populacional do inseto aumentou aos 14DAE, houve equivalência entre as metodologias estudadas, pois não ocorreu diferença estatística significativa entre elas. A partir de 21DAE e até 42DAE a densidade populacional do inseto aumentou e a distribuição espacial das lagartas passou a ser aleatória, concordando com os dados de Mello et al (2006). Com isso prevaleceu à amostragem através da contagem do número de lagartas encontradas nos cartuchos das plantas.

	AVALIAÇÕES (DAE)					
	7 <sup>1 2</sup>	14 <sup>1 2</sup>	21 <sup>1 2</sup>	28 <sup>1 2</sup>	35 <sup>1 2</sup>	42 <sup>1 2</sup>
Nº de Lagartas	1,1 b	3,1 a	5,5 a	6,4 a	7,0 a	7,5 a
Notas	4,5 a	3,4 a	4,1 b	3,0 b	3,6 b	0,7 b
CV% 15,07						

<sup>1</sup> Médias sem transformação

<sup>2</sup> Em cada avaliação, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F (Fisher), em nível de 5% de probabilidade

Quadro IV. Médias do número de lagartas e notas obtidas nas avaliações da lagarta do cartucho em cultura de milho. Bandeirantes – PR.

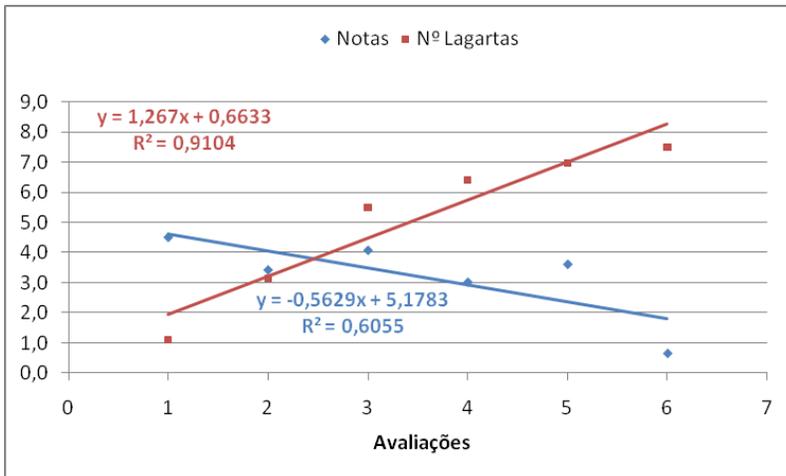


Figura I. Retas ajustadas às médias obtidas nas duas metodologias de avaliação.

De acordo com o gráfico acima, pode-se observar que a média do número de lagartas aumentou no período das avaliações, enquanto a média das notas apresentou queda, com o aumento do número de dias após emergência das plantas. A reta que representa as médias do número de lagartas apresentou maior ajuste aos pontos de avaliações ( $r^2 = 0,9104$ ) que a reta que representa as médias das notas ( $r^2 = 0,6055$ )

## CONCLUSÕES

1. Lagartas em seus primeiros instares, no início da infestação e baixa densidade populacional, à avaliação através da atribuição de notas aos danos causados as plantas, foi mais eficiente.
2. Alta densidade populacional e lagartas grandes, a avaliação através da contagem do número de lagartas encontradas nos cartuchos, foi mais eficiente.

## REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, R. A. J.; MARTINEZ, O. W. Plano del muestro secuencial para larvas del gusano cogollero del maiz (Lepidoptera: Noctuidae), en maiz. **Agron. Colomb.** n.7, p.26-32, 1990.

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agrônômicos.** Arapongas: Midas, 2003.

BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. Modelos probalísticos para distribuição de lagartas de *S. frugiperda* (J.E.Smith, 1797) na cultura de milho. **Científica,** v.10, p.181-191, 1982.

BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; BUENO, A. F. Oviposição, desenvolvimento e reprodução de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros de importância econômica. **Neotropical Entomology,** v.39, n. 6, p. 996-1001, 2010.

- BARROS, E. M.; TORRES, J. B.; RUBERSON, J. R.; OLIVEIRA, M. D. Development of *Spodoptera frugiperda* on different hosts and damage to reproductive structures in cotton. **Entomol. Exp. Appl.**, v. 137, p 237-245, 2010.
- BIANCO, R. Construção e validação de planos de amostragem para o manejo da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. 1995. 113p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) ESALQ/USP, Piracicaba-SP.
- BRUNINI, O. Manejo agrometeorológico de pragas na cultura do milho visando a aplicação de agroquímicos: uma análise preliminar. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA, 5, 1997. Assis. Anais.... Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 7-11
- CAMPINERA, J. L. **Encyclopedia of entomology**. 2end. ed. Netherlands: Springer Dordrecht. V.1-4, 2008. 4346p.
- CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. Sasm-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1; n.2; p. 18-24, 2001.
- CARVALHO, R. P. L. Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo. 1970. 170p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) ESALQ/USP, Piracicaba-SP.
- CRUZ, I.; OLIVEIRA, L. J.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Efeito do nível de saturação de alumínio em solo ácido sobre os danos de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) em milho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Jaboticabal, v. 25, n. 2, p 293-297, 1996.
- CRUZ, I. Pragas da cultura do milho em condições de campo: métodos de controle e manuseio de defensivos. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA-CNPMS. 75p, 1986 (Circular, 10).
- CRUZ, I.; TURPIN, F. T. Efeito da *Spodoptera frugiperda* em diferentes estágios de crescimento da cultura de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 17, n. 3, p 355-359, 1982.
- FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C.; OVERAL, W. L.; MIRANDA, V. S.; RIBEIRO, S. M. Spatial analysis of the distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and losses in maize crop productivity using geostatistics. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p 321-327, 2008.
- FARIAS, P. R. S.; BARBOSA, J. C.; BUSOLI, A. C. Amostragem sequencial (presença-ausência) para *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 4, p 691-695, 2001.
- MELO, E. P. de; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E.; CENA, R. M. A.; SALOMÃO, J. L.; NOGUEIRA, R. F. Distribuição espacial de plantas infestadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Neotropical Entomology**, v. 35, n. 5, p 689-697, 2006.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba, 2000.
- POGUE, G. M. A word revision of the genus *Spodoptera* Guennée (Lepidoptera; Noctuidae). **Mem. Ann. Entomol. Soc.**, v. 43, p 1-202, 2002.

PRASIFKA, J. R.; BRADSHAW, J. D.; MEAGHER, R. L.; NAGOSHI, R. N.; STEFFEY, K. L.; GRAY, M. E. Development and feeding of fall armyworm on miscanthus x giganteus and switchgrass. **J. Econ. Entomol.**, v. 102, p 2154-59, 2009.

REIS, L. C. Caracterização e análise da estrutura fundiária e da recomposição florestal no município de Bandeirantes-PR. 2006. 79 f. il. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR.

SÁ, V. G. M.; FONSECA, B. V. C.; BOREGAS, K. G. B.; WAQUIL, J. M. Sobrevivência e desenvolvimento larval de *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, v. 38, n.1, p 108-115, 2009.

# CAPÍTULO 2

## INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO BLOCO DE CULTIVO AXÊNICO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE *Lentinula edodes*

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 24/02/2021

### Samuel Vitor Assis Machado de Lima

Universidade Federal de Alfenas  
Alfenas – MG  
<http://lattes.cnpq.br/8604609987683402>

### Janaína Piza Ferreira

Universidade Federal de Alfenas  
Alfenas - MG  
<http://lattes.cnpq.br/3134838655531238>

### Nayara Clarete da Penha

Universidade Federal de Alfenas  
Alfenas – MG  
<http://lattes.cnpq.br/8548712874557788>

### José Gomes Vianna Neto

Pontifícia Universidade Católica de Minas  
Gerais  
Belo Horizonte – MG  
<http://lattes.cnpq.br/3337446294837229>

### Cibelli Paula de Castro

Universidade Federal de Lavras  
Lavras – MG  
<http://lattes.cnpq.br/4201312084483187>

**RESUMO:** A espécie *Lentinula edodes* é um cogumelo comestível que carece de novas pesquisas, principalmente no que diz respeito às formas de produção empregadas. O método de cultivo axênico foi utilizado, por gerar uma maior produção de cogumelos. O objetivo do presente trabalho foi determinar as taxas de produtividade

de blocos de formulação padrão, de 0,8, 1,5, 2 e 2,5 kg, de cultivo axênico de *L. edodes*. Foram preparados nesta pesquisa meios BDA para o cultivo da matriz primária, que após a colonização foram inoculadas em potes, para a matriz secundária (*Spawn*). Obteve-se no total 52 blocos de *L. edodes*, 13 de cada tamanho, que foram reservados em uma sala à espera da colonização do fungo. Posteriormente foi realizada a indução dos blocos para o surgimento dos corpos de frutificação, em seguida foram colhidos, pesados e analisados estatisticamente. A produtividade final para cada tratamento de *L. edodes*, mostrou que o bloco de 0,8 kg foi o que menos produziu até o fim do experimento. Entretanto os valores obtidos entre os blocos de 1,5 kg, 2 kg e 2,5 kg não tiveram uma diferença significativa. Conclui-se que para o cultivo o melhor bloco foi o de 1,5 kg de *L. edodes*, pois teve uma produtividade estatística similar aos blocos maiores e muito maior ao bloco de 0,8 kg, além disso seu uso é justificado pelo fato de se gastar menos material, substrato e também por facilitar a logística quando comparado com os outros tamanhos de blocos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Shiitake*; Peso; Cultivo; Cogumelos.

### INFLUENCE OF AXENIC CULTIVATION BLOCK SIZE ON *Lentinula edodes* PRODUCTIVITY

**ABSTRACT:** The species *Lentinula edodes* is an edible mushroom that needs further research, especially with regard to the methods of production employed. The axenic cultivation method was used, to generates a greater production of

mushrooms. The objective of the present work was to determine the productivity rates of standard formulation blocks, of 0.8, 1.5, 2 and 2.5 kg, of axenic cultivation of *L. edodes*. In this research, BDA media were prepared for the cultivation of the primary matrix, which after colonization were inoculated in pots, for the secondary matrix (Spawn). A total of 52 blocks of *L. edodes* were obtained, 13 of each size, which were reserved in a room, waiting for the colonization of the fungus. Subsequently, the blocks were inducted for the appearance of the fruiting bodies and then collected, weighed and statistically analyzed. The final productivity for each treatment of *L.edodes*, showed that the 0.8 kg block was the one that produced less until the end of the experiment. However, the values obtained between the 1.5 kg, 2 kg and 2.5 kg blocks did not have a significant difference. It is concluded that for cultivation the best block was 1.5 kg of *L.edodes*, as it had a statistical productivity similar to the larger blocks and much higher than 0.8 kg block, and furthermore its use is justified by the fact that spend less material, substrate and also for facilitating logistics when compared to other block sizes.

**KEYWORDS:** *Shiitake*; Weight; Cultivation; Mushrooms.

## 1 | INTRODUÇÃO

Quando falamos de cogumelos comestíveis, devemos relacionar o alimento com saúde, economia e sustentabilidade. Estes fungos são conhecidos por suas propriedades terapêuticas, sendo utilizados no tratamento de várias doenças, como por exemplo, o câncer. Além disso são alimentos bastante nutritivos, por conterem aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais (SÁNCHEZ, 2004).

Asua produção é viável economicamente e ecologicamente por ser um microrganismo saprófita, que cresce decompondo diversos materiais, como bagaço de cana, serragem, casca de café, entre outros (EIRA e MINHONI, 1996). O cultivo não demanda grandes áreas, se comparado com outros alimentos, como por exemplo, milho, café, soja, entre outros. Além disso, o substrato exaurido no final da produção conhecido como, SMS (*spent mushroom substrate*), por ser rico em matéria orgânica pode ser utilizado como adubo em plantações (ZHANG et al, 2012).

Focou-se na espécie *Lentinula edodes*, popularmente conhecida como *Shiitake*, pelo fato desta ser produzida no Brasil e com grande crescimento de consumo pela população brasileira. O método de cultivo axênico tem se destacado, por ser trazer maior produtividade em menor escala de tempo, se comparado com o tradicional (em toras de madeira) (PHILIPPOUSSIS et al, 2007).

A serragem é o resíduo agroindustrial mais utilizado no cultivo axênico de *Lentinula edodes*, é um subproduto da produção madeireira, que dependendo do tamanho das toras e do equipamento utilizado pode chegar até 40% da madeira processada (FINOTTI et al., 2006). Essa serragem é frequentemente descartada no meio ambiente de maneira errada ou simplesmente queimada. Logo a produção de cogumelos traz uma alternativa ecologicamente aceita e rentável.

Dentre os diferentes fatores que podem influenciar a viabilidade econômica do

negócio, está o peso do bloco de cultivo. Observa-se uma grande variação nesse fator entre os sistemas de cultivo, tanto no Brasil como nos países onde o cultivo é feito de forma intensa. Apesar disso, são escassos os conhecimentos sobre o assunto, que permitam orientar o produtor acerca das vantagens e desvantagens de se utilizar blocos maiores ou menores.

O objetivo principal do presente trabalho foi determinar a produtividade de blocos de formulação padrão, de 0,8 kg, 1,5 kg, 2,0 kg e 2,5 kg, de cultivo axênico de *Lentinula edodes*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A matriz “mãe” foi obtida do Laboratório de Biologia de Fungos da Universidade Federal de Lavras e inoculada em placas de petri contendo meio BDA (Batata, Dextrose e Ágar). A partir dessa matriz inicial foram inoculados em cada placa dois discos de um centímetro de diâmetro cada, até o esgotamento da matriz “mãe”, e em seguida esse material foi armazenado no escuro a 25 °C até obtenção da matriz primária (Figura 1).

Para a obtenção da matriz secundária (*Spawn*) foram necessários 13 frascos de vidro, 2,5 kg de serragem, 250 g de farelo de trigo, em peso seco (Figura 2), após esse processo foram umedecidos a 65% de umidade, e em seguida os frascos foram levados para esterilização em autoclave durante duas horas, em seguida foram armazenados em câmara fria. No dia seguinte foram autoclavados por mais duas horas e mantidos novamente em câmara fria. Ao esfriarem estavam prontos para inoculação.



Figura 1. Matriz primária.

Fonte: o autor



Figura 2. Matriz secundária (Spawn).

Fonte: o autor.

Após a confecção dos frascos da matriz secundária e com a colonização do fungo nas placas de petri, em uma câmara de fluxo laminar foram cortadas as matrizes primárias em tamanhos iguais e inoculadas em cada frasco.

Após a colonização do micélio na matriz secundária foram confeccionados 52 blocos de *L.edodes*, 13 de cada tamanho, a partir de 70,55 kg de serragem, suplementadas por 12,37 kg de farelo de arroz, 1,76 kg de fubá, 1,76 kg de farelo de trigo, 1,76 kg de torta de algodão e 50 g de calcário calcítico (Figuras 3 e 4).



Figura 3. Serragem utilizada.

Fonte: o autor.



Figura 4. Suplementos à serragem utilizados.

Fonte: o autor.

Os ingredientes foram misturados de forma a resultar em uma mistura homogênea, e então foram molhados até adquirem uma umidade de 65,3 %. Em seguida o material foi ensacado em sacos plásticos nos seus respectivos pesos e selados. Os blocos já prontos foram levados para esterilização em autoclave e o material mantido em refrigeração até o dia seguinte, quando os mesmos blocos foram retirados da câmara fria e autoclavados por mais duas horas cada um. Posteriormente foram novamente reservados em temperaturas baixas até o dia seguinte.

Os blocos foram encaminhados para câmeras de fluxo laminar, para a inoculação das matrizes secundárias dentro dos sacos. Por fim, os tratamentos então foram levados para uma sala nos quais ficaram em repouso à espera de serem colonizados pelo fungo (Figura 5).



Figura 5. Blocos sendo colonizados por *Lentinula edodes*.

Fonte: o autor.

Os tratamentos colonizados de *L. edodes* foram levados para uma sala de frutificação, higienizada, com luminosidade controlada, temperatura regulada em 17 °C e umidade próxima a 90%, até o surgimento dos corpos de frutificação.

Entre cinco e seis meses após a inoculação da matriz secundária nos blocos, os cogumelos se encontraram em condições ideais para a colheita. Dessa maneira, cada tratamento foi pesado em uma balança de precisão (Figura 6).

Para a obtenção dos valores de produtividade, em porcentagem, obteve-se os valores de produtividade de três repetições de cada tratamento a partir da seguinte fórmula: (soma da massa dos cogumelos frescos da repetição de determinado tratamento) ÷ (massa dos blocos de cada repetição de cada tratamento) x 100.

Utilizou-se o *software* “Sisvar” (FERREIRA, 2011), e o teste “Tukey” com significância de 95%, para avaliar a produtividade dos blocos de *L. edodes*.



Figura 6. Pesagem dos cogumelos.

Fonte: o autor.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Produtividade

A partir do teste “Tukey”, os blocos de 1,5 kg, 2 kg e 2,5 kg tiveram a mesma produtividade estatisticamente, o que comprova a mesma eficácia entre eles. Entretanto percebeu-se uma diferença significativa entre esses tratamentos e o bloco de 0,8 kg, no qual o mesmo foi inferior na produtividade. (Gráfico 1). Os blocos de 0,8 kg obtiveram uma produtividade média de 2,10%, seguidos pelos blocos de 1,5kg com 10,15%, e 2 kg e 2,5 kg com 13,49% e 13,93% respectivamente.

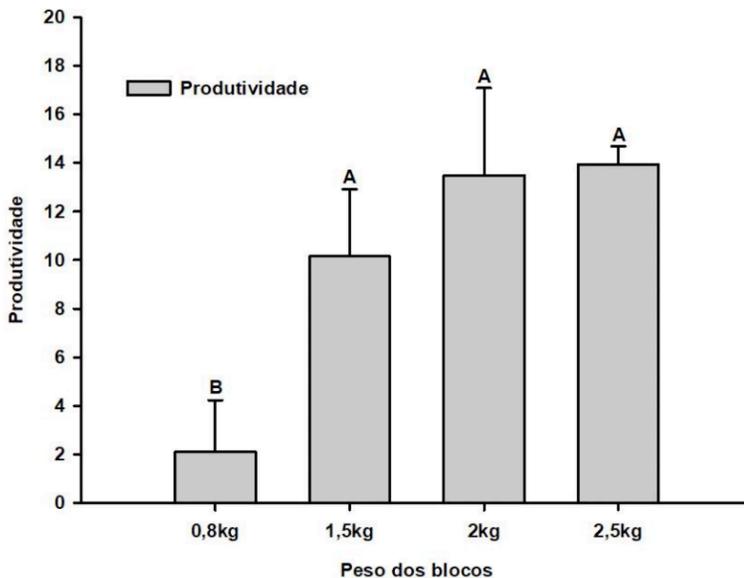


Gráfico 1. Teste “Tukey” para a produtividade (%) de *L. edodes*, os tratamentos seguidos pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si com ( $p \leq 0,05$ )

A produtividade em si é dependente de muitos fatores, sejam fatores extrínsecos ao substrato como, luminosidade, ventilação, umidade e higienização da sala de cultivo, quanto fatores intrínsecos ao substrato, como sua formulação, compactação, esterilização, entre outros.

Durante o desenvolvimento do micélio, o fungo utiliza dos nutrientes disponíveis no substrato formulado para colonizá-lo. Quando os nutrientes se esgotam ou há mudanças climáticas o fungo entra em estado de reprodução, e é nessa fase que se formam os corpos de frutificação, logo uma rápida e eficiente colonização do fungo pode interferir na produtividade final. Contudo se tem uma relação direta entre umidade, trocas gasosas e contaminação com aspectos como, crescimento micelial, tamanho de partículas, e compactação do substrato.

A concentração de  $O_2$  tem influência direta no desenvolvimento e metabolismo dos fungos e consequentemente no aproveitamento de substâncias nutritivas tais como carbono, nitrogênio, vitaminas e minerais. (CHANG e MILES, 1989). Os cogumelos por serem organismo aeróbicos, precisam um local bem arejado e oxigenado. De acordo com Donoghue e Denison (1995), o  $O_2$  estimula reações enzimáticas que interferem positivamente no crescimento do fungo, em contrapartida altas concentrações de  $CO_2$  inibem a atividade de enzimas celulósicas, hemicelulósicas e ligníticas, diminuindo, assim, a velocidade de crescimento micelial, devido à troca gasosa deficiente. Donoghue e Denison (1996) ao cultivar *L. edodes* em substratos com diferentes diâmetros de partícula de serragem,

encontraram menores níveis de CO<sub>2</sub> e maiores níveis de O<sub>2</sub> quando as partículas eram maiores, pois possibilitava uma maior aeração e dessa forma uma melhor troca gasosa.

Blocos maiores são mais profundos que blocos menores, assim a velocidade de colonização do micélio se altera na medida em que o fungo entra no substrato, sendo mais eficiente próximo à superfície (ROSSI et al., 2001). Quanto mais próximo ao interior do bloco mais o material fica mais compacto, e com menos espaço para o O<sub>2</sub>, consequentemente diminui-se o crescimento micelial.

A umidade do bloco também é crucial e pode interferir na produtividade, blocos muito encharcados acabam por terem menos O<sub>2</sub> disponível e podem facilitar proliferação de contaminantes, enquanto blocos muito secos podem desidratar o micélio, reduzir o metabolismo e abortar os primórdios (PRZYBYLOWICZ e DONOGHUE, 1990). Assim se espera que blocos com grande massa tenham seu interior mais úmido, em contrapartida blocos muito pequenos podem desidratar mais facilmente.

Quanto maior o peso do bloco maior seu tamanho, e não somente no crescimento micelial há uma interferência, blocos grandes são mais difíceis de serem esterilizados, e podem sofrer problemas de outros fungos presentes no substrato.

Os fungos contaminantes são geralmente fungos contaminadores de madeira como: *Trichoderma*; *Stereum*; *Schizophyllum*; *Stemonitis*; *Hypoxyylon*; *Poria*; *Coriolus*; *Cryptoderma*; *Lenzites*; *Penicillium* e *Gliocladium* (HARRIS, 1993). Naturalmente ocorre competição interespecífica entre o *Lentinula edodes* e microrganismos contaminantes, que disputam por espaço e/ou nutrientes, como por exemplo, fungos contaminantes do gênero *Basidiomycota*. Existem também fungos que produzem compostos antifúngicos e destruidores de hifas, que são os pertencentes ao gênero *Ascomycota*, e assim impedem o inoculante de crescer e colonizar o bloco. (PRZYBYLOWICZ e DONOGHUE, 1990).

Sabe-se que algumas espécies do gênero *Trichoderma* podem crescer muito bem em regiões de alta umidade formando um “bolor verde”, que é bastante comum em blocos contaminados, assim como *Poria* spp (ANDRADE e GRACIOLLI, 2005). Há também o gênero *Penicillium*., um competidor ativo que se desenvolve diretamente no substrato, em cultivo axênico, durante o período de incubação de *Lentinula edodes*. No início apresenta-se como pequenas manchas esbranquiçadas, com aspecto pulverulento. Se a contaminação for intensa a perda de produtividade pode chegar a 50 % (MONTINI, 2001). E além de contaminantes microscópicos, outros contaminantes como insetos podem diminuir a produtividade e comprometer a qualidade final da produção.

## 4 | CONCLUSÕES

As conclusões que podem ser tomadas a partir desse trabalho, e que podem ser levadas em consideração em trabalhos futuros e aplicadas no cultivo e dia-a-dia de produtores de cogumelos, é que em relação à produtividade o melhor peso para o cultivo

de *L. edodes* é 1,5.kg. Estatisticamente obteve-se uma média igual aos blocos de 2 kg e 2,5 kg e muito superior ao de 0,8 kg, entretanto por se gastar menos material, substrato e também por facilitar a logística, é o mais recomendado para ser utilizado.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. N; GRACIOLLI, L. A. Controle de fungos contaminantes no cultivo do cogumelo comestível *shiitake* em toros de eucalipto. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 2, p-293-299, 2005.

CHANG, S.T.; MILES, P. G. **Edible mushrooms and their cultivation**. Boca Raton: CRC Press inc, 1989, p.345.

DONOGHUE, J. D.; DENISON, W. C. Commercial production of *shiitake* (*Lentinula edodes*) using wholelog chip of *Quercus*, *Lithocarpus*, and *Acer*. In: *In: Royse. D. (ed.). 1996. Pennsylvania. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on the Mushroom Biology and Mushroom Products*. Pennsylvania: State University, University Park, 1996, p-265-275.

DONOGHUE, J. D.; DENISON, W. C. *Shiitake* cultivation: gas phase during incubation influences productivity. **Mycologia**, New York, v. 87, n. 2, p.239- 244, 1995.

EIRA, A. F.; MINHONI, M. T. A. **Manual teórico: prático do cultivo de cogumelos comestíveis**. 2. ed. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais PAF; FCA, UNESP, 1997. p.115.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FINOTTI, A. R., SCHNEIDER, V. E., WANDER, P. R., HILLIG, É., SILVA, M. D'A. Uso energético de resíduos de madeira na cadeia produtiva de madeira/móveis e possibilidades de geração de créditos de carbono. In: Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha. **Sistema de gerenciamento ambiental na indústria moveleira**. Caxias do Sul: EDUCS, 2006.

HARRIS, B. Growing *shiitake* commercially. 2.ed. **Tennessee: Foundation Publications**, 1993, v. 2, p.71.

MONTINI, R. M. C. **Efeito de linhagens e substratos no crescimento miceliano e produtividade em cultivo axênico do cogumelo shiitake (*Lentinula edodes* Berk. Pegler)**. 2001. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

PHILIPPOUSSIS, A.; DIAMANTOPOULOU, P.; ISRAILIDES, C. Productivity of agricultural residues used for the cultivation of the medicinal fungus *Lentinula edodes*. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.59, n.3, p.216–219, 2007.

PRZYBYLOWICZ, P.; DONOGHUE, J. *Shiitake* grower's handbook: the art and science of mushroom cultivation. **Dubuque: Kendall**, 1990. p. 217.

ROSSI, I. H.; MONTEIRO, A. C.; MACHADO, J. O. Desenvolvimento micelial de *Lentinula edodes* como efeito da profundidade e suplementação do substrato. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.36, n.6, pp.887-891, 2001.

SÁNCHEZ, C. Modern aspects of mushrooms culture technology. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.64, p.756–762, 2004.

ZHANG, R. H., DUAN, Z. Q., LI, Z. G. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings. **Pedosphere**. v.22, n.3, p.333–342, 2012.

## ALTERAÇÕES DO USO E COBERTURA DO SOLO NO MUNICÍPIO DE DOM ELISEU-PARÁ DE 2004 A 2014

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 11/02/2021

### **Sabrina Benmuyal Vieira**

Coordenadora de Pesquisa e Inovação - Grupo  
Arboris  
Dom Eliseu-PA  
<http://orcid.org/0000-0001-8778-5071>

### **Raquel de Oliveira Santos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro-RJ  
<https://orcid.org/0000-0001-6872-3529>

### **Annícia Barata Maciel Ferreira**

Professora de Biologia - SEDUC-AM  
Manaus-AM  
<http://lattes.cnpq.br/3959086603180255>

### **Lucieta Guerreiro Martorano**

Pesquisadora Embrapa Amazônia Oriental  
Santarém-PA  
<https://orcid.org/0000-0003-3893-3781>

### **Afonso Henrique Moraes de Oliveira**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
(INPE)  
São Paulo-SP  
<https://orcid.org/0000-0003-3355-5793>

### **Agust Sales**

Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa-MG  
<https://orcid.org/0000-0002-1364-9840>

### **Marco Antonio Siviero**

Diretor-presidente - Grupo Arboris  
Dom Eliseu-PA  
<https://orcid.org/0000-0002-7232-3066>

**RESUMO:** O município de Dom Eliseu-PA está inserido na região do arco do desmatamento e faz parte da lista de municípios com desmatamento monitorado no estado do Pará. Este estudo apresenta as alterações espaço-temporal de uso e cobertura do solo, para o município de Dom Eliseu-PA, no período de 10 anos (2004 a 2014). Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE a partir do Projeto *TerraClass* nos anos de 2008, 2010, 2012 e 2014. Foram realizadas aquisição dos dados de uso e cobertura da Terra, criação do banco de dados, definição das classes temáticas de uso e cobertura da terra, processamento e quantificação do mapeamento temático pelo software *Quantum Gis*. Em todos os anos a classe de cobertura da terra predominante no município de Dom Eliseu foi à floresta, seguido pela pastagem, vegetação secundária e agricultura. No entanto, no período de 10 anos, 23,27% de floresta converteu-se em outras classes. No ano de 2004 foi registrada a maior área desflorestada. Enquanto em 2008 foi mapeada a maior área com pastagem. Em 2010 foram identificadas as primeiras áreas com reflorestamento e maior área de vegetação secundária. Em 2014 a área com agricultura expressou-se mais comparada aos outros anos. Essas alterações podem ser consideradas reflexos do processo de expansão estrutural e econômica do município. Os dados de cobertura do solo inferem sobre a necessidade de gestão das áreas naturais e antropizadas de maneira que sejam equilibrados os interesses econômicos, sociais e ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desmatamento; cobertura

florestal; geoprocessamento; monitoramento terrestre.

## LAND USE AND COVER CHANGES IN THE MUNICIPALITY OF DOM ELISEU-PARÁ FROM 2004 TO 2014

**ABSTRACT:** The municipality of Dom Eliseu-Pa is located in the region of the arc of deforestation and is part of the list of municipalities with monitored deforestation in the state of Pará. This study presents the spatio-temporal changes in land use and cover, for the municipality of Dom Eliseu-Pa, in the period of 10 years (2004 to 2014). The data on land use and coverage were obtained on the website of the National Institute for Space Research - INPE from the TerraClass Project in 2008, 2010, 2012 and 2014. Data on land use and coverage were created, creation of the database, definition of thematic classes of land use and coverage, processing and quantification of thematic mapping by *Quantum Gis* software. In all years, the predominant land cover class in the municipality of Dom Eliseu went to the forest, followed by pasture, secondary vegetation and agriculture. However, in the period of 10 years, 23.27% of forest has been converted into other classes. In 2004, the largest deforested area was recorded. While in 2008 the largest area with pasture was mapped. In 2010, the first areas with reforestation and a larger area of secondary vegetation were identified. In 2014 the area with agriculture was more expressive compared to other years. These changes can be considered as reflecting the structural and economic expansion process of the municipality. The data on land cover infer about the need to manage natural and man-made areas so that economic, social and environmental interests are balanced.

**KEYWORDS:** Deforestation; forest cover; geoprocessing; land monitoring.

## 1 | INTRODUÇÃO

Até o ano de 2017, a Amazônia Legal sofreu redução de 19% da sua cobertura florestal primária, o equivalente a 780.967,3781 km<sup>2</sup>. O estado do Pará, segundo maior da região amazônica, perdeu 23% de área com floresta e está na quarta posição dos estados da Amazônia que mais desmatam. Atualmente, apresenta 69% da sua área coberta por floresta (Prodes, 2017).

Neste cenário, o governo federal vem implantando ações como o Plano de Comando e Controle contra o Desmatamento na Amazônia-PPCDAM I e II (Mma, 2013), Plano Arco Verde, criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC (Brasil, 2000), terras indígenas (Brasil, 1996), assentamentos (Brasil, 1993) e medidas tecnológicas de fiscalização como o Monitoramento da Floresta Amazônica brasileira por satélites-PRODES e a Detecção do Desmatamento em Tempo Real-DETER, para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia (Inpe, 2010, 2011, 2013).

As causas do processo de mudança no uso e cobertura da terra compreendem ritmos, magnitude e alcance que estão relacionadas a políticas públicas de incentivo a territorialização e integração da Amazônia (Becker, 2005). Historicamente, foi um dos principais fatores que impulsionou o desmatamento (Lambin et al., 2001). Nesse processo,

destaca-se a região do Arco do desmatamento, que contorna o leste e sudeste do Pará, área de influência da Rodovia Santarém-Cuiabá e parte dos Estados de Rondônia e Acre (Almeida, et al., 2006), caracterizado pela expansão econômica e consolidação do povoamento (Becker, 2005).

As técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento podem auxiliar na gestão das transformações do uso da terra mostra a importância da ferramenta na detecção dessas mudanças antrópicas ocorridas no espaço-tempo. Um mapeamento atualizado do uso e cobertura da terra pode contribuir bastante nas ações e estratégias para conservação e recuperação dos ecossistemas (Reis, 2009).

O projeto *TerraClass* qualifica o desflorestamento da Amazônia Legal com base nas áreas desflorestadas detectadas pelo Projeto Prodes (Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite). O mapeamento classifica as áreas de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal e possibilita uma avaliação da dinâmica e evolução do uso e ocupação das áreas desflorestadas no período monitorado pelo *TerraClass* (Embrapa & Inpe, 2010).

O município de Dom Eliseu está inserido na zona caracterizada como arco do desmatamento. Dom Eliseu expressa o processo de ocupação (Gadelha, 2002) e expansão de rodovias dessa região (Oliveira Neto & Nogueira, 2015), por exemplo, com a construção da Br 010 e Br 222, uma das principais rodovias de escoamento. Estes fatores contribuíram fortemente para o avanço do uso e ocupação da Amazônia. Neste contexto, as mudanças do uso e ocupação da terra são observadas para o município de Dom Eliseu que tem mais de 65% de sua área florestal desmatada (Prodes, 2017), fazendo parte da lista de municípios com desmatamento monitoradas na Amazônia (Mma, 2013)

O objetivo deste estudo é apresentar a dinâmica espaço-temporal das classes temáticas de uso e cobertura da terra, mapeadas pelo *TerraClass*, para o município de Dom Eliseu, Pará, no período de 10 anos (2004 a 2014).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde ao município de Dom Eliseu, localizado no Sudeste do Pará, Brasil. A sede municipal está sob as coordenadas geográficas: 04° 17' 36" Sul e 47° 33' 15" Oeste. Limita-se com os seguintes municípios: ao Norte com Paragominas e Ulianópolis, à Oeste com Goianésia e Rondon do Pará, à Leste com o Estado do Maranhão e ao Sul com Rondon do Pará e Estado do Maranhão (Fapespa, 2016). O acesso à cidade é através da BR010 e BR222 e os principais rios que a cortam são: Rio Surubiju, Rio das Pedras, Rio dos Patos, Rio Bananal e Rio Concren (Figura 1).

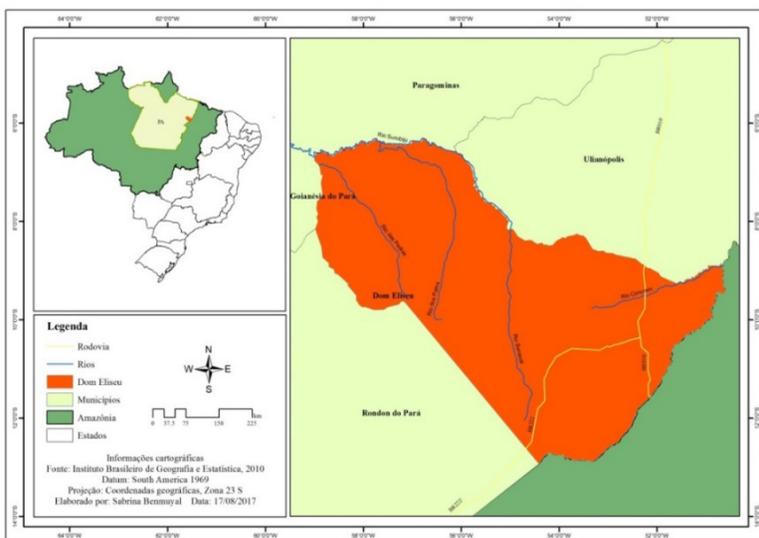


Figura 1- localização do município de Dom Eliseu, Estado do Pará, Brasil.

## 2.2 Aquisição e processamento dos dados

Os procedimentos realizados para a execução do estudo foram adaptados da metodologia de Oliveira (2014): *I.* Aquisição dos dados de uso e cobertura da Terra e criação do banco de dados; *II.* Definição das classes temáticas de uso e cobertura da terra; *III.* Processamento e quantificação do mapeamento temático para o município de Dom Eliseu, PA, Brasil.

### I. Aquisição e criação do banco de dados

As bases cartográficas para a delimitação da área do município de Dom Eliseu, contendo os limites municipais, sedes municipais, hidrografia e rodovias foram obtidas no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2010) (Tabela 1).

Base cartográfica	Escala	Fonte
Rodovia	1: 250.000	IBGE, 2010
Hidrovia	1: 250.000	IBGE, 2010
Municipal	1: 250.000	IBGE, 2010
Estadual	1: 250.000	IBGE, 2010

Tabela 1- Informações das bases cartográficas utilizadas no estudo.

Os dados de uso e cobertura da terra do município de Dom Eliseu foram obtidos no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE ([http://www.inpe.br/cra/projetos\\_](http://www.inpe.br/cra/projetos_)

pesquisas/dados\_ *TerraClass*.php) a partir do Projeto *TerraClass*, referentes ao mapeamento dos anos de 2008, 2010, 2012 e 2014. Os dados digitais do projeto estão disponíveis em suas respectivas órbitas-ponto do satélite Landsat 5 (sensor TM), no Sistema de Projeção Lat/Long e Sistema Geodésico de Referência SAD 69. As cenas utilizadas para o estudo foi da órbita/ponto 222/63 e 223/63.

## II. Definição das tipologias de uso e ocupação da terra

A metodologia aplicada pelo mapeamento *TerraClass* contempla as tipologias e definições de uso e ocupação do solo definidas de acordo com Embrapa e Inpe, (2011, 2013): agricultura anual, mosaico de ocupações, pasto limpo, pasto sujo, regeneração com pasto, pasto com solo exposto, vegetação secundária, reflorestamento, desflorestamento, área urbana, nuvens/sombra, não floresta, outros, mineração, hidrografia e área não observada. Para esse estudo, as classes temáticas abordadas são: agricultura, floresta, vegetação secundária, reflorestamento, desflorestamento e pastagem. As classes: hidrografia, área queimada, área urbana e outros serão visualizados no mapa, mas não estão no contexto de discussão do presente estudo, pois o objetivo do estudo é avaliar principalmente as alterações e avanço sobre a cobertura florestal (Tabela 2).

Classes originais TerraClass	Classe agregada para este estudo	Definição
Floresta	Floresta	Área de floresta primária da Amazônia Legal não alterada, também utilizada pelo projeto Programa de Desmatamento da Amazônia (PRODES).
Vegetação secundária	Vegetação secundária	Áreas que, após a supressão total da vegetação, encontram-se em processo avançado de regeneração natural ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura ou agricultura permanente com uso de espécies nativas ou exóticas. Nessa classe também foi incluída a <i>Regeneração com pasto</i> que são áreas que, após o corte raso da vegetação natural e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, encontram-se no início do processo de regeneração da vegetação, apresentando dominância de espécies arbustivas e pioneiras arbóreas. Áreas caracterizadas pela alta diversidade de espécies vegetais.
Reflorestamento	Reflorestamento	Plantio de espécies arbóreas em áreas desmatadas ou descoberta de cobertura florestal natural.
Hidrografia	Hidrografia	Conjunto das águas de uma região.
Agricultura Anual	Agricultura	Áreas extensas com predomínio de culturas de ciclo anual, sobretudo de grãos, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, insumos, defensivos e mecanização, entre outros.
Área queimada Desflorestamento	Desflorestamento	Fenômeno de supressão total da vegetação florestal, ou corte raso, fenômeno mapeado sistematicamente pelo projeto PRODES

Pasto limpo	Pastagem	Incluem as classes <i>Pasto sujo</i> : áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio da vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 50 e 80%, associado à presença de vegetação arbustiva esparsa com cobertura entre 20 e 50%; <i>Pasto limpo</i> : áreas de pastagem em processo produtivo com predomínio de vegetação herbácea e cobertura de espécies de gramíneas entre 90 e 100%; e <i>Pasto com solo exposto</i> : áreas que, após o corte raso da floresta e o desenvolvimento de alguma atividade agropastoril, apresentam uma cobertura de pelo menos 50% de solo exposto;
Pasto sujo		
Regeneração com pasto		
Pastagem degradada		
Pastagem degradada com solo exposto		
Mosaico de ocupações	Área urbana	Concentrações de populações formando pequenos lugares, vilarejo e cidades que apresentam diferentes infraestrutura das áreas rurais com projetos urbanos e maior densidade de habitações com casas, prédios e outros espaços públicos.
Área urbana		
Não Floresta	Outros	Áreas não identificadas e classificadas nas categorias anteriores devido a presença de nuvens.
Nuvem/sombra		

Tabela 2- Tipologias de uso e cobertura da terra do Projeto TerraClass e as classes utilizadas no presente estudo.

### III. Processamento e quantificação do mapeamento temático

A dinâmica da paisagem foi observada em 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014 para as tipologias florestais, vegetação secundária, desflorestamento, agricultura, pastagem e reflorestamento. Para geração dos mapas de uso e cobertura as cenas 223/62 e 223/63 que abrangem o município de Dom Eliseu, foram configurados ao Datum SIRGAS (2000)<sup>1</sup>, projetadas para UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 23 S<sup>2</sup>, recortadas e mescladas.

A quantificação das classes de uso e cobertura da terra foi calculada a partir de técnicas de geoprocessamento no software *QuantumGis*. A proporção de todas as classes foi calculada para cada período, 2004, 2008, 2012 e 2014. As mudanças de uso foram determinadas calculando a diferença entre períodos: 2004 a 2008, 2008 a 2010, 2010 a 2012 e 2012 a 2014. O resultado encontrado para cada classe foi gerado pelo somatório dos polígonos gerados na classificação.

## 3 | RESULTADOS

A figura 2 apresenta a classificação e alterações de uso e cobertura da terra em 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014, respectivamente. As tipologias predominantes em 2004, 2008 e 2012 foram, na sequência decrescente: floresta, pastagem, vegetação secundária,

<sup>1</sup> Datum Sirgas 2000: é um DATUM (Ponto de encontro do Geóide com o Elipsóide) geocêntrico coordenado para representar características terrestres, sejam elas geométricas ou físicas serve para a obtenção de coordenadas (latitude e longitude), que possibilitam a representação e localização em mapa de qualquer elemento da superfície do planeta.

<sup>2</sup> Zonas: são divisões latitudinais do planeta, paralela a linha do equador, que determinam a localização de um elemento na terra. Neste caso, o fuso de localização de Dom Eliseu é o 23 ao sul do hemisfério.

desflorestamento e agricultura. Em 2010 e 2014 foram: floresta, vegetação secundária, pastagem, agricultura e reflorestamento. São perceptíveis as mudanças principalmente em áreas habitadas e de maior facilidade de acesso, próximo das rodovias e rios.

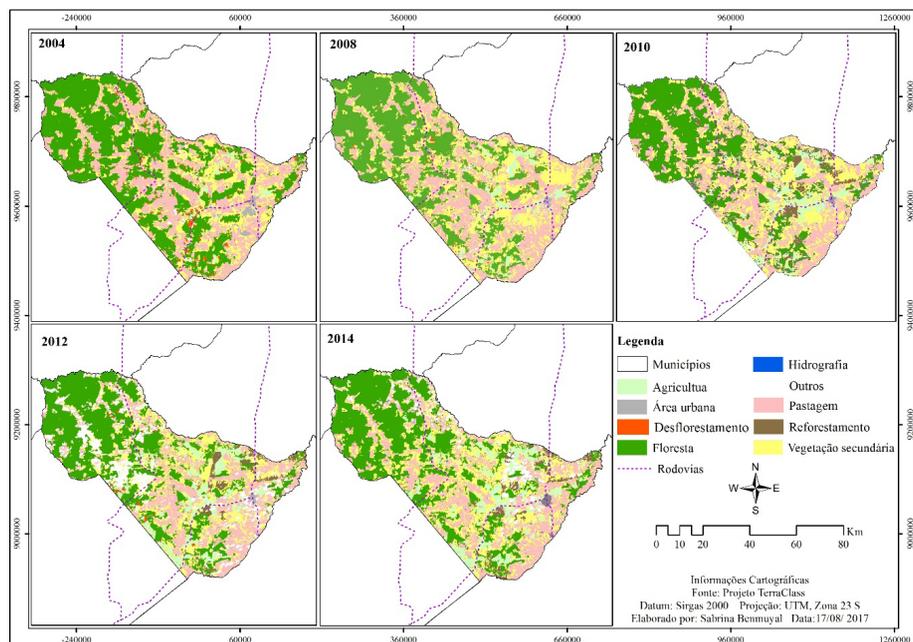


Figura 2- Classes de uso e cobertura do solo em 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014, para o município de Dom Eliseu-Pará (Fonte: Projeto TerraClass).

A tabela 3 apresenta o resultado da classificação das áreas, em hectares, e respectivas porcentagens, em cada ano, de cada classe (2004, 2010, 2012 e 2014), representado a evolução e o estado atual da cobertura vegetal e do uso do solo de Dom Eliseu-Pa.

Em todos os anos a classe de cobertura da terra predominante no município de Dom Eliseu foi à floresta, seguido pela pastagem, vegetação secundária e agricultura. No entanto, no período de 10 anos, 23,27% de floresta converteu-se em outras classes. Nesse período, estima-se que 33 ha de floresta foi perdida por corte raso, considerando que a área de vegetação secundária não fora desmatada e represente uma vegetação afetada pelo fogo, ao qual a *TerraClass* identifica. De acordo com o mapeamento do *TerraClass* em 2014 a floresta apresenta 34,1% de área total, seguido da vegetação secundária (24,98 %), pastagem (24,26 %) e agricultura (8,13 %) (Tabela 3).

No ano de 2004 foi registrada a maior área desflorestada. Enquanto em 2008 foi mapeada a maior área com pastagem. Em 2010 foram identificadas as primeiras áreas com

reflorestamento e maior áreas de vegetação secundária. Em 2014 a agricultura expressou-se mais comparada aos outros anos (Figura 2 e Tabela 3).

Os resultados mostram que em 10 anos as áreas com florestas passaram de 234.782,25 ha, em 2004, para 180.126,15 ha, em 2014, perdendo 54.656,11 ha (aproximadamente, 10%) (Tabela 3).

Ressalta-se na tabela 3 que o valor total da área do município de Dom Eliseu difere nos anos de 2008, 2010 e 2012 com a área dos anos de 2006 e 2014, sendo esta diferença atribuída a base cartográfica utilizada pelo projeto *TerraClass* (Adami, 2015). Salienta-se que a área total oficial do município é de 526.881,5 ha (Ibge, 2016).

A figura 3 mostra o comportamento de cada classe de uso e cobertura do solo de 2004 a 2014 em relação à área que ocupa no município. Observa-se a evolução da agricultura, o declínio do desflorestamento, a perda de floresta, a oscilação da vegetação secundária e pastagem e os primeiros registros identificados de áreas com reflorestamento a partir de 2010.

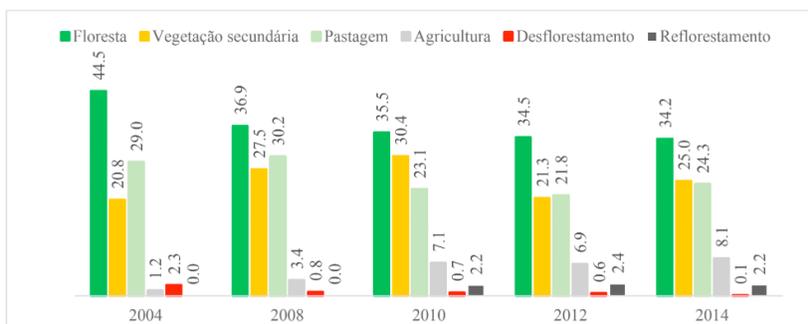
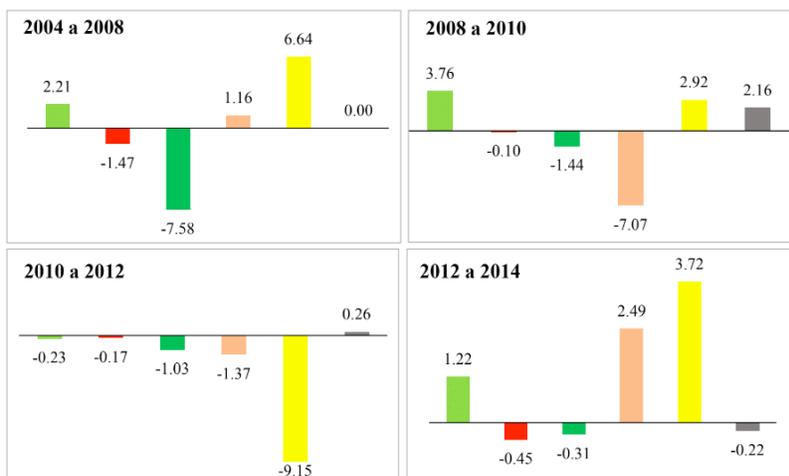


Figura 3- Alterações das classes de uso e cobertura do solo de 2004 a 2014, em porcentagem, para o município de Dom Eliseu, Pará.



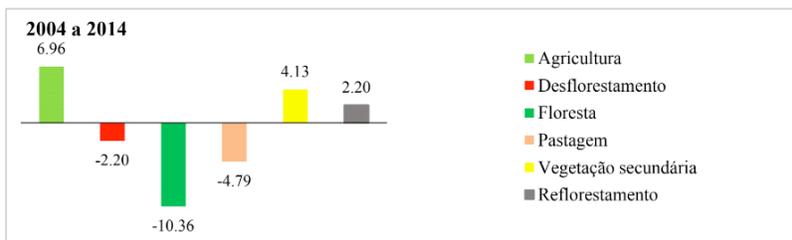


Figura 4- Dinâmica, em porcentagem, das classes de uso e cobertura do solo no período de 2004 a2008, 2008 a 2010, 2010 a 2012, 2012 a 2014 e 2004 a 2014, para o município de Dom Eliseu, PA, Brasil.

	Classes de uso e cobertura do solo	2004		2008		2010		2012		2014	
		ha	%								
1	Floresta	234.782,25	44.52	194.797,54	36.94	187.193,92	35.50	181.783,09	34.47	180.126,15	34.16
2	Vegetação secundária	109.934,44	20.85	144.946,41	27.49	160.335,17	30.40	112.097,30	21.26	131.740,12	24.98
3	Pastagem	153.190,39	29.05	159.324,39	30.21	122.042,25	23.14	114.817,75	21.77	127.924,80	24.26
4	Agricultura	6.170,16	1.17	17.841,79	3.38	37.662,10	7.14	36.450,15	6.91	42.860,26	8.13
5	Desflorestamento	12.099,01	2.29	4.369,81	0.83	3.822,97	0.72	2.912,18	0.55	515,83	0.10
6	Reflorestamento	0,00	0.00	0,00	0.00	11.401,72	2.16	12.751,42	2.42	11.609,30	2.20
7	Outros	3.650,00	0.69	4.029,21	0.76	2.525,12	0.48	64.278,21	12.19	27.669,95	5.25
8	Área urbana	6.864,14	1.30	1.385,68	0.26	1.703,52	0.32	1.600,77	0.30	4.243,99	0.80
9	Hidrografia	669,01	0.13	669,01	0.13	669,00	0.13	669,01	0.13	669,01	0.13
	<b>Total</b>	<b>527.359,41</b>	<b>100.00</b>	<b>527.363,85</b>	<b>100.00</b>	<b>527.355,78</b>	<b>100.00</b>	<b>527.359.86</b>	<b>100.00</b>	<b>527.359,41</b>	<b>100.00</b>

Tabela 3- Áreas por período (2004, 2008, 2010, 2012 e 2014) de cada classe, em hectare e porcentagem, para o município de Dom Eliseu-Pará, Brasil.

A figura 4 ilustra os cenários da dinâmica de uso e cobertura do solo no período entre 2004 e 2008, 2008 e 2010, 2010 e 2012, 2012 e 2014, e 2004 e 2014. Em 2004 e 2008, aumentaram as áreas com vegetação secundária (6,6 %), agricultura (2,2 %) e pastagem (1,1 %), o que equivale a 52.817,60 ha (10,0%) da área total. Nesse período, houve perda de 7,6 % da cobertura florestal e diminuição de área desflorestada (1,47 %). No período de 2008 a 2010, as áreas com vegetação secundária (2,9 %) e agricultura (3,7 %) aumentaram, ocupando 81.892,68 ha (15,5%) da área total. As áreas com pastagem (7,0 %) e desflorestamento (0,1 %), diminuíram, assim como a cobertura florestal (1,4 %). Além dessas tipologias, passou a existir no cenário de uso do solo 2,1% de áreas reflorestadas no

município. No período de 2010 a 2012 observa-se um cenário diferente do comportamento das classes temáticas, com diminuição de áreas de agricultura, desflorestamento, floresta e vegetação secundária.

Entre 2012 e 2014 as classes vegetação secundária e pastagem predominam o cenário no município. De modo geral, de 2004 a 2014, houve perda de 10,36% da cobertura florestal; aumento de 6,96% de áreas com agricultura, 4,13% de vegetação secundária e 2,20% de reflorestamento; e diminuição do desflorestamento e pastagem.

## 4 | DISCUSSÃO

As classes de uso e cobertura do solo no município de Dom Eliseu-PA mostram maior proporção de áreas com florestas. No entanto, este município tem cobertura florestal inferior (34%) ao estabelecido para áreas de reserva legal na Amazônia. A diminuição dessas áreas no decorrer do tempo é preocupante, pois compromete áreas de manutenção da biodiversidade e equilíbrio do ecossistema (Fearnside, 2005).

No mapeamento realizado por Fidalgo et al. (2003) foi calculado menos de 60% de remanescente florestal, para Dom Eliseu, PA. Esse cenário recai a obrigatoriedade da manutenção de reserva legal (Código Florestal 12.451 de 2012) e sinaliza alerta contra a perda de florestas.

Almeida et al. (2006) identificaram a tendência de avanço das pastagens e áreas agrícolas sobre as áreas de florestas na região do Arco do desmatamento, principalmente a leste e sudeste do Estado do Pará. No cenário estudado para o município de Dom Eliseu, PA, observou-se o mesmo que tem aumentado áreas com agricultura e diminuído a cobertura florestal. No entanto, o fato da diminuição pode estar relacionado a incêndios e ao intenso manejo de florestas que convertem florestas em vegetação secundária na interpretação do TerraClass, não sendo necessariamente regeneração natural causada pelo corte raso.

Peres et al. (2013) diz que a fragmentação da paisagem florestal em mosaicos de áreas antropizadas causa maior pressão sobre essas áreas naturais, tendendo a expansão da fronteira agrícola a conversão e degradação de habitats primários. O mesmo foi observado nas áreas já ocupadas ou antropizadas expandindo, principalmente, em agricultura e pastagem.

O estudo de Santos (2013) validou com 78% de acurácia para a região de Paragominas, Ulianópolis e Dom Eliseu, PA, o mapeamento realizado pelo *TerraClass* na identificação de reflorestamento. Apesar dos registros da classe reflorestamento ter iniciado a partir de 2010 o município de Dom Eliseu, PA, apresenta áreas de reflorestamento com eucalipto e paricá desde 1990 (Machado & Maia, 2017). Um fator relevante na inserção e aumento do reflorestamento na região foi empreendimentos privados (Grupo Arboris, Suzano, Concren,) que tem aumentado as áreas de uso do solo com reflorestamento no município.

As maiores taxas de desflorestamento na Amazônia ocorreram em 2004 (Oliveira, 2015) sendo as maiores áreas desmatadas próxima a rodovias e rios, (Lopes, 2008). Esse cenário corresponde aos resultados do presente estudo que mostram um avanço do desflorestamento em torno de vias de acesso e, posteriormente, desaceleração da taxa de desflorestamento de 2004 a 2014, com a implantação do PPCDAM (Mma, 2013), em 2012.

De acordo com o relatório Embrapa e Inpe (2011) foi detectado o aumento de áreas com vegetação secundária em 2010 e o mesmo ocorreu para este estudo. Tal fato expressado pode estar relacionado ao abandono de áreas desmatadas e a presença de fogo que descaracteriza a estrutura de florestas primárias em vegetação secundária.

## 5 | CONCLUSÃO

No município de Dom Eliseu, PA, no período de 10 anos, identificou-se o aumento das áreas com agricultura e reflorestamento, e diminuição das áreas com floresta e pastagem. Essas mudanças podem ser consideradas reflexos do processo de expansão econômica dado pelo avanço da infraestrutura na região. A espacialização dos dados de cobertura do solo alerta a perda de florestas, inferindo sobre a necessidade de estratégias de gestão das áreas naturais e antropizadas.

## REFERÊNCIAS

ADAMI, M. G.; COUTINHO, A. R.; ESQUERDO, A. C.; MORA, J. C. D.; VENTURIERI, A. Dinâmica do uso e cobertura da terra no estado do Pará entre os anos de 2008 a 2012. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 25 a 29 de abril de 2015, João Pessoa. **Anais de Resumos**, João Pessoa: PB, INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. p. 7028-7035. 2015

ALMEIDA, B. J. X. de; FERREIRA, C. P. Mapeamento da cobertura do solo de irituia – pa com auxílio das informações orbitais dos projetos prodes e terraclass. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 25 a 29 de abril de 2015, João Pessoa. **Anais de Resumos**, João Pessoa: PB, INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. p. 5026-5033. 2015.

ALMEIDA, E.; SABOGAL, C.; BRIENZA JUNIOR, S. **Recuperação de áreas alteradas na Amazônia brasileira: experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas**. Belém, PA: CIFOR, Center for International Forestry Research e Embrapa Amazônia Oriental. 200p. 2006. Disponível em: < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/375969/1/BSabogal0602.pdf>>

ANDRADE, Á. de S.; MIRANDA, M. V. C.; BRANDÃO-BRAGA, V. V. P.; MARTINS, T. G.; PEREIRA, B. W. de F.; MARQUES, G. T. Avaliação do uso e cobertura do solo no município de Parauapebas-Pa utilizando dados do projeto terraclass. In: XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 20-22 maio, 2015, Poços de Caldas. **Anais de resumos**, Poços de Calda: MG, Instituto Federal do Sul de Minas Gerais Campus Muzanbinho. 2015.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2<sup>o</sup> Edição Revisada e Ampliada. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa CIPAC, 434 p. 1998. Disponível em: <[livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00064290.pdf](http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00064290.pdf)>.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**. v. 19, n. 53, 2005.

BRAGA, J. O. N. O uso do geoprocessamento no diagnóstico dos roteiros de coleta de lixo da cidade de Manaus. **Eng. sanit. Ambient**. v. 13, n. 4, p. 387-394, out/dez. 2008.

BRASIL, DECRETO No 1.775, DE 8 DE JANEIRO DE 1996. Dispõe sobre o procedimento administrativo de demarcação das terras indígenas e dá outras providências. 1996.

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. 1993.

BRASIL. Lei Nº 9985/2000 - "Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências" - Data da legislação: 18/07/2000 - Publicação DOU, de 19/07/2000.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **Geoprocessamento em Projetos Ambientais**. 1ª. Edição. São José dos Campos: INPE, 1998. Volume único. 190 p. 2008. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/)>. Acesso em 5 jun. de.

COUTINHO, A. C. et al. Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008. Brasília, DF: Embrapa; Belém: INPE. 2013.

EMBRAPA E INPE. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia. Sumário Executivo - TerraClass. 2010.

EMBRAPA E INPE. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia. Sumário Executivo - TerraClass. 2011.

EMBRAPA E INPE. Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia. Sumário Executivo - TerraClass. 2013.

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Estatísticas Municipais Paraenses: Dom Eliseu**. Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação. – Belém, 2016. 59f.: il. Semestral, n. 1, jul. / dez. 2016.

FEARNSIDE, P. M. O avanço da soja como ameaça à biodiversidade na Amazônia. In: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação e Duna, 10 a 15 de outubro de 2000, Espírito Santo: **Anais de Resumos**. Vitória: ES. Universidade Federal de Espírito Santo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP No. 109), p. 74-82. 2000.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**. v. 1, n. 1, p. 113-126. 2005.

FERREIRA, V. P.; SILVA, J. Q. da.; ADAMI, M.; SANTOS, C. A. F. dos. Análise da transição das classes de uso e ocupação do solo: agricultura, pastagens e vegetação secundária no ano de 2008 e 2010 para o município de Santana do Araguaia. In: II Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, 19 a 21 de novembro de 2013, Belém. **Anais de Resumos**. Belém: PA. Universidade do Estado do Pará, p. 37. 2013.

FIDALGO, E. C. C.; CREPANI, E.; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y. E.; PINTO, R. M. da S.; DOUSSEAU, S. L. Mapeamento do uso e da cobertura atual da terra para indicação de áreas disponíveis para reservas legais: estudo em nove municípios da região Amazônica. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 871-877. 2003.

FLORAM. Diagnóstico da Dinâmica do Desmatamento dos Municípios na Base Local de Dom Eliseu. Agosto/2016. Floram Engenharia e Meio Ambiente – Ltda.

GADELHA, R. M. A. F. 2002. Conquista e ocupação da Amazônia: a fronteira Norte. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 16, n. 45, p. 66-80. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA. Contas anuais. Receitas orçamentárias realizadas (Anexo I-C) 2014 e Despesas orçamentárias empenhadas (Anexo I-D) 2014. In: Brasil. Secretaria do Tesouro Nacional. Siconfi: sistema de informações contábeis e fiscais do setor público brasileiro. Brasília, DF, [2015]. Disponível em: < <https://siconfi.tesouro.gov.br/siconfi/index.jsf>. Acesso em: jul. 2015>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/999>>.

IBGE: Censo Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010.

IDEFLOR- Instituto de Desenvolvimento Florestal. Projeto Tijolo Verde. Disponível em: <http://ideflorbio.pa.gov.br/blog/project/projeto-tijolo-verde/>.

LAMBIN, E. F. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global Environmental Change**. v. 11, p. 261–269. 2001.

LONGHI, A. L. B.; MENESES, P. R. O Uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para o zoneamento de Florestas Nacionais. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 16 a 21 de abril 2005, Goiânia. **Anais de resumos**. Goiânia: GO, INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 2245-2250. 2005.

LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M. de.; TEIXEIRA, A dos S.; CAITANO, R. F.; CHAVES, L. C. G. Uso de geoprocessamento na estimativa da perda de solo em microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Agroambiente**, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. v. 5, n. 2, p.88-96, maio-agosto. 2011.

LOPES, L. H. M. Uso e cobertura do solo no município de Tailândia-pa utilizando o tm/landsat e técnica de classificação não-supervisionada. **Engevista**, Belém, Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, v. 10, n. 2, p. 126-132, dez. 2008.

MACHADO, C. A.; MAIA, K. S. Impactos ambientais da silvicultura em Dom Eliseu (Pa). **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína-TO, v. 6, n. 9, p. 157-173, jan./abr. 2017.

MARTINS, H. D.; NUNES, S. S.; SALOMÃO, R.R.; OLIVEIRA JR, L.A.; BATISTA, R. W.; MARTINS, J.R.; SOUZA JR, C.M. de. Mapeamento da cobertura do solo de Paragominas-PA com imagens de satélite de alta resolução: aplicações para o Cadastro Ambiental Rural (CAR). In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 13 a 18 de abril de 2013, Foz do Iguaçu. **Anais de Resumos**, Foz do Iguaçu: PR. INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 1283-1290. 2013.

NASCIMENTO, M. C. do.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C.A.A.S. SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Revista Ciência Florestal**. Santa Maria-SC, v. 15, n. 2. p. 207-220. 2005.

OLIVEIRA NETO, T.; NOGUEIRA, R.J.B. Geopolítica e rodovias na Amazônia: um debate necessário. **Revista de Geopolítica**, Natal, v. 6, n. 2, p. 166 - 186, jul./dez. 2015.

OLIVEIRA, A.H.M.; ADAMI, M.; MARTORANO, L.G. Análise da vulnerabilidade e integridade dos ecossistemas e agroecossistemas com auxílio de sensoriamento remoto no município de Belterra-pa. In: VIII Encontro Amazônico de Agrárias Recursos Hídricos: Uso sustentável e sua importância na agropecuária, 26 a 01 junho de 2016. **Anais de resumos**. Belém: PA. Universidade Federal Rural da Amazônia, p. 8-17. 2016.

OLIVEIRA, A.H.M.; ADAMI, M.; MARTORANO, G.L.; VIEIRA, I.C.G. PADRÃO E MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DO SOLO DE 2004 A 2012 NO CENTRO DE ENDEMISMO TAPAJÓS, PARÁ. In: XIII Seminário Anual de Iniciação Científica da UFRA, 07, 08 e 09 de dezembro de 2015, Belém. **Anais de resumos**. Belém: PA, Universidade Federal Rural da Amazônia. 2015.

OLIVEIRA, C.E.; BERNINI, G.F.; MOYAZAKI, L.C.Y.; TOMITA, N.E. Características sociodemográficas da mortalidade por câncer de boca em Bauru, SP, no período de 1991 a 2001: uso de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Universidade de São Paulo, v.11, n. 2, p.185-195. 2008.

OLIVEIRA, M.J. Proposta metodológica para delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morro e em linha de cumeada. 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

OLIVEIRA, R.R.S. Tipologias de paisagens em relação aos padrões de ocupação, uso e cobertura da terra das regiões de integração do Araguaia e Tapajós/PA, para os anos de 2008 a 2010. 2014. 103p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém. 2014.

PERES, C.A. et al. **Conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: Ed. UFPR, 587p. (Pesquisa; n. 220). 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. PPCDAM. PLANO DE AÇÃO PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL (PPCDAm) 3ª Fase (2012-2015) pelo Uso Sustentável e Conservação da Floresta. 2013. Ministério do Meio Ambiente e Grupo Permanente de Trabalho Interministerial. Brasília: MMA, 174 p. 2013.

PRODES - Programa de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia legal (2017). Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>.

REIS, R.B.; CARDOSO, P.V.; CRUZ, C.B.M.; VICENS, R.S. Classificação do Uso e Cobertura do Solo da APA do São João em uma abordagem orientada a objeto. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto de 25 a 30 abril 2009, Natal. **Anais**. Natal: RN, INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, p. 7087-7094. 2009.

SANTOS, C.A.F. dos; ADAMI, M.; FERREIRA, V.P. Validação do mapeamento de reflorestamento e agricultura mapeados no ano de 2010 pelo projeto terraclass, para os municípios de Paragominas, Ulionópolis e Dom Eliseu, no Estado do Pará. In: II Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia de 19 a 21 de novembro de 2013, Belém. **Anais de Resumos**. Belém: PA, Universidade do Estado do Pará. p.117. 2013.

SILVA, C.B. da.; PONZONI, F.J.; SANTOS, S.B. dos. Comparação entre dados dos sensores LISS-III/ Resourcesat-1 e ETM+/Landsat 7. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 13 a 18 de abril de 2013, Foz do Iguaçu. **Anais de Resumos**. Foz do Iguaçu: PR, INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. p. 9138-9142. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0147.pdf>>. 2013.

SIVIERO, M.A.; OSVALDO, C.; YARED, J.A.G.; RUSCHEL, A.R.; BRIENZA JUNIOR, S. É possível inovar no manejo de florestas naturais? **Referência Florestal** (Artigo técnico), Curitiba, p. 94-96, jul. 2011.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. **Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades**. Parc. Estrat. Brasília-DF. v. 19, n. 38, jan-jun. p. 13-44. 2014.

MMA. Lista de municípios monitorados na Amazônia. 2013. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/8645-lista-de-munic%C3%ADpios-priorit%C3%A1rios-da-amaz%C3%B4nia>.

## CONTAMINAÇÃO DO SOLO POR METAIS PESADOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - ALAGOAS

Data de aceite: 01/04/2021

### **Romikson Christiano da Silva Freitas**

Centro Universitário Cesmac – Programa  
de Pós-Graduação em análise de Sistemas  
Ambientais  
Maceió-Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/0789963468825823>

### **Amanda Silva Medeiros**

Centro Universitário Cesmac – Programa  
de Pós-Graduação em análise de Sistemas  
Ambientais  
Maceió-Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6444213950987518>

### **Joao Gomes da Costa**

Centro Universitário Cesmac – Programa  
de Pós-Graduação em Análise de Sistemas  
Ambientais  
Maceió-Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/0449078764189687>

### **Mayara Andrade Souza**

Centro Universitário Cesmac – Programa  
de Pós-Graduação em Análise de Sistemas  
Ambientais  
Maceió-Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7011574518141449>

### **Paulo Rogerio Barbosa de Miranda**

Centro Universitário Cesmac – Programa  
de Pós-Graduação em análise de Sistemas  
Ambientais  
Maceió-Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7804594310848607>

**RESUMO:** Com o crescimento exponencial da

população, o aumento da evasão do homem do campo para a cidade acarretou uma crescente produção de resíduos sólidos nas cidades, ocasionando problemas de impactos ambientais, de saúde pública e sociais. A crescente produção de resíduos sólidos e destinação incorreta nos centros urbanos, a exemplo dos lixões, motivaram a presente pesquisa, que tem como objetivo avaliar a contaminação do solo por metais pesados provenientes de resíduos sólidos urbanos do antigo lixão do município de Viçosa, Alagoas. Foram realizadas coletas de solo na área do antigo Lixão para determinação dos metais pesados: cádmio, cobre, manganês, crômio, ferro e zinco. Os resultados das análises de metais pesados foram interpretados com base na Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A área do antigo lixão do Município de Viçosa-AL apresenta contaminação pelo metal pesado cádmio com valores acima do limite permissível de acordo com Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, sendo o principal contaminante em razão da disposição irregular de resíduos sólidos urbanos, fazendo-se necessário o monitoramento e recuperação da área do lixão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Degradação do Solo, Lixo, Poluição, Impacto Ambiental.

**SOIL CONTAMINATION BY HEAVY  
METALS FROM URBAN SOLID WASTE  
IN THE MUNICIPALITY OF VIÇOSA -  
ALAGOAS**

**ABSTRACT:** With the exponential growth of the population, the increase in the evasion of men

from the countryside to the city resulted in an increasing production of solid waste in the cities, causing problems of environmental, public health and social impacts. The growing production of solid waste and incorrect destination in urban centers, such as dumps, motivated the present research, which aims to assess soil contamination by heavy metals from urban solid waste from the old dump in the municipality of Viçosa, Alagoas. Soil collections were carried out in the area of the old landfill to determine heavy metals: cadmium, copper, manganese, chromium, iron and zinc. The results of the analysis of heavy metals were interpreted based on Resolution no. 420, of December 28, 2009, of the National Environment Council (CONAMA). The area of the old dump in the Municipality of Viçosa-AL presents contamination by heavy metal cadmium with values above the permissible limit according to the Resolution of the National Environment Council, being the main contaminant due to the irregular disposal of solid urban waste, making it if necessary, the monitoring and recovery of the dump area.

**KEYWORDS:** Degradation of Soil, Garbage, Pollution, Environmental Impact.

## INTRODUÇÃO

O elevado crescimento populacional, alinhado ao aumento da evasão do homem do campo para a cidade, ocasionou uma crescente produção de resíduos sólidos nas cidades, tendo como consequência problemas de impactos ambientais (por meio da contaminação do solo e das águas, impactos de saúde pública (aumento de doenças na região devido ao contato direto da população com os resíduos e aumento da incidência de animais vetores de doenças) e impactos sociais (ausência de política destinada ao tratamento correto destes resíduos) (ABRELPE, 2019).

Desde a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2010, o país vem tentando se readequar aos novos parâmetros citados na lei, mas o desinteresse de alguns governantes e até mesmo a crise financeira instaurada no país há alguns anos torna-se um fator que impede a rápida adequação dos municípios.

O último relatório publicado pela ABRELPE, em 2019, mostra que o Brasil ainda possui cerca de 3.000 lixões em funcionamento, sendo a região Nordeste a região com mais lixões ativos, 844 no total, uma vez que todos já deveriam ter sido fechados em 2014 de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. No período de um ano, o despejo inadequado do lixo aumentou 3%. No Brasil, a produção de lixo aumentou, com contribuição de cada brasileiro com 378 kg de resíduos no ano, um volume que daria para cobrir um campo e meio de futebol (ABRELPE, 2019).

Em acordo feito com o Ministério Público Estadual (MPE), os municípios alagoanos firmaram termo de conduta com o objetivo de fecharem os lixões municipais e garantirem a imediata destinação dos resíduos sólidos para reciclagem, além da disposição dos materiais não reaproveitáveis em aterros sanitários. A determinação é de tolerância zero com os infratores que não derem tratamento adequado ao lixo, o que é considerado crime ambiental.

Dentre os potenciais tóxicos presentes nos resíduos sólidos que são depositados nos lixões de forma inadequada, estão presentes alguns metais pesados como o chumbo (Pb), cobre (Cu), manganês (Mn), cádmio (Cd), zinco (Zn), níquel (Ni) e crômio (Cr). Esses elementos-traços potencialmente tóxicos estão presentes em diversos tipos de resíduos depositados nos lixões, gerando contaminação no solo e na água fazendo com que haja vários problemas para a qualidade do ambiente e dos seres vivos (ANJOS, 2015).

Mas, a preocupação com a contaminação dos solos e lençóis freáticos, com a presença de metais pesados e demais elementos, é ignorada pelo poder público, o que vai ocasionar, futuramente, problemas de saúde à população. Estudos realizados no estado de Alagoas aponta que o principal fator para demora na recuperação das áreas degradadas pelos antigos lixões é a falta de política para recuperação desses locais, causando danos tanto ao meio ambiente como também a toda população.

Diante das questões expostas, o presente estudo visa avaliar a contaminação do solo por metais pesados provenientes de resíduos sólidos urbanos do antigo lixão do município de Viçosa, Alagoas.

## **METODOLOGIA**

A área de estudo foi destinada ao depósito de resíduos sólidos urbanos do Município de Viçosa durante os anos de 2014 a 2018. Atualmente, apresenta vegetação rasteira, presença de algumas espécies frutíferas e gramíneas, com presença de resíduos sólidos urbanos e de queimadas (Foto 1).



Foto 1. Área do antigo lixão do município de Viçosa- AL

Para determinação dos metais pesados na área, foram realizadas coletadas de solo em 10 pontos da área com auxílio de trado a uma de profundidade de 0 – 20cm do solo, as quais foram homogeneizadas (perfazendo 5 amostras compostas), armazenadas em sacolas plásticas, identificadas e encaminhadas ao laboratório para extração dos metais pesados: cádmio (Cd), cobre (Cu), manganês (Mn), crômio (Cr), ferro (Fe) e zinco (Zn) (Foto 2).



Foto 2 – Coleta de amostras para análise.

Para identificação dos metais pesados utilizou-se a metodologia da Embrapa (2007) e a interpretação dos resultados foi realizada com base na Resolução n. 420, de 28 de dezembro de 2009, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2009), conforme tabela 1.

Substâncias	Prevenção	Investigação Solo (mg.kg <sup>-1</sup> )		
		Agrícola	Residencial	Industrial
Ferro	--	--	--	--
Cobre	60	200	400	600
Zinco	300	450	1000	2000
Manganês	--	--	--	--
Cádmio	1,3	3	8	20
Crômio	75	150	300	400

Tabela 1 - Lista de Valores Orientadores para Solos – Anexo II – Resolução 420/2009 CONAMA.

Fonte: CONAMA 2009

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No solo do lixão foi verificado a presença de todos os metais pesados analisados, com variabilidade das concentrações dos elementos na área (Tabela 2). Dentre os seis metais pesados analisados, apenas o cádmio registrou teores acima dos valores permissíveis de acordo com o CONAMA (2009) apresentando valores 6,4 vezes a mais do valor permissível ( $1,3 \text{ mg/kg}^{-1}$ ), como observado no ponto 1.

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Ferro	41,13	295,9	672,3	20,59	272,6
Cobre	7,04	14,32	18,59	13,75	17,16
Zinco	107,5	119,6	55,5	127,5	95,7
Manganês	74,76	85,02	39,12	70,65	82,35
Cádmio	8,33	3,24	1,58	5,56	4,24
Crômio	2,03	3,79	2,78	2,36	3,18

Tabela 2 – Concentrações de metais pesados nas amostras de solo (mg/kg) do lixão no Município de Viçosa, Alagoas.

Fonte: Dados da pesquisa.

O cádmio é o quarto colocado entre os metais perigosos na lista da Agência de Proteção Ambiental dos EUA, sendo considerado um dos elementos de maior toxicidade nos processos biológicos dos seres humanos, animais e plantas (BERTON *et al.*, 2000).

Nos seres humanos, o cádmio afeta os rins e os ossos, tornando-os frágil e de fácil fratura (ATSDR, 2008). O cádmio age como um agente carcinogênico (TEMPLETON; LIU, 2010), causando a morte de células, patologias e danos em tecidos. Na literatura, encontram-se vários outros relatos em relação ao efeito carcinogênico do cádmio (STRUMYLAITE *et al.*, 2011; RAGUNATHAN *et al.*, 2010).

A exposição de metais pesados por longos períodos eleva o nível de toxicidade e prejudica a saúde. Isso mostra a preocupação na recuperação de áreas contaminadas, como forma de preservar o meio ambiente e o homem (REBOUÇAS *et al.*, 2002). Uma vez que os RSU contaminam solo, água e ar, principalmente pela decomposição da matéria orgânica que interfere, também, no lençol freático com bastante impacto no ambiente (GOUVEIA, 2012).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área do antigo lixão do Município de Viçosa-AL apresenta contaminação pelo metal pesado cádmio com valor acima do limite permissível de acordo com Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, sendo o principal contaminante em razão da

disposição irregular de resíduos sólidos urbanos, fazendo-se necessário o monitoramento e recuperação da área do lixão.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. Associação Brasileira da Empresa de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2019

ANJOS, D.C. **Diversidade Microbiana e de Teores de Metais Pesados em Solos e nas Águas Superficiais ao longo do Rio Curu**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza, 2015.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). **Toxicological Profile for Cadmium**. U.S. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA, 2008.

BERTON, R. S. **Em Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**; Bettiol, W.; Camargo, O. A., eds.; EMBRAPA: Jaguariúna, 2000.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas**. Diário Oficial da república federativa do Brasil, Brasília, DF, Publicado no DOU nº 249, de 30/12/2009, pp. 81-84. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>> Acesso em: 13 jan. 2020.

EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Scientific Electronic Library Online (SciELO), 2012.

RAGUNATHAN, N. et al. **Cadmium Alters the Biotransformation of Carcinogenic Aromatic Amines by Arylamine N-Acetyltransferase Xenobiotic-Metabolizing Enzymes: Molecular, Cellular, and in Vivo Studies**. Environmental Health Perspectives, n. 12, 2010, pp. 1685-1691, v. 118.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

STRUMYLAITE, L. et al. **Cadmium concentration in biological media of breast cancer patients**. *Breast Cancer Research and Treatment*, v. 125, pp. 511-517, 2011.

TEMPLETON, D. M.; LIU, Y. **Multiple roles of cadmium in cell death and survival**. *Chemico-Biological Interactions*, 2010, p. 267-275, v. 188.

# CAPÍTULO 5

## DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DOS METAIS PÉSADOS COBRE E ZINCO AMBIENTALMENTE DISPONÍVEIS EM SOLO DE MANGUE

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 22/02/2021

### **Alexandre Bomfim Barros**

Instituto Federal de Alagoas, Campus  
Avançado Benedito Bentes  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/1022009858231351>

### **Joaquim Alexandre Moreira Azevedo**

Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/2531978686967018>

### **Aline de Moraes Amaral Barros**

Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/3528690054214069>

### **Velber Xavier Nascimento**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6591750584705868>

### **Paulo Rogério Barbosa de Miranda**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7804594310848607>

### **Danyella Caroline do Couto Almeida**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6046110706844403>

### **Ana Claudia Ávila Mendonça de Lyra**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7785018046729857>

### **Tania Valeska Medeiros Dantas Simões**

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju-Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1901222464117835>

### **Valesca Barreto Luz**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/4488802815016137>

**RESUMO:** O manguezal é um importante ecossistema de transição entre o ambiente marinho e terrestre, localizado em áreas das regiões tropicais e subtropicais. Os solos de mangue recebem a denominação de “solos indiscriminados de mangue”, e têm como principais características o elevado teor de sais e matéria orgânica, baixa consistência, condições de anoxia, coloração cinza escuro e textura variando de argilosa a arenosa. Nos últimos 20 anos, a poluição dos recursos hídricos por efluentes industriais e urbanos, tem levado ao colapso dos ecossistemas aquáticos costeiros como os manguezais, que são importantes para preservação e equilíbrio da vida. Os efluentes industriais, urbanos e agrícolas, contaminam as águas e solos desses ambientes, principalmente com metais pesados, que não são biodegradáveis. Os metais pesados são quimicamente definidos como um grupo de elementos situados entre o Cobre (Cu) e o Chumbo (Pb) na tabela periódica. Estes metais são quimicamente muito reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz. O presente trabalho tem como objetivo

apresentar uma revisão da literatura para demonstrar concentração de cobre e zinco ambientalmente disponíveis nos solos de mangue, analisando com na base padronização da *Canadian Council of Ministers of the Environment*, a capacidade de esses metais causarem efeito deletério na biota local. A metodologia empregada foi a consulta a bases de dados nacionais e internacionais, utilizando os descritores “Biodisponibilidade”, “metais pesados”, “Solos”, priorizando os últimos 30 anos. Os resultados apontam a presença dos Cu e Zn nos solos dos mangues, sendo em alguns casos em quantidades elevadas. Por fim, o estudo mostra que a análise dos sedimentos pode, portanto, contribuir para ações de monitoramento ambiental, subsidiando a implantação e desenvolvimento de políticas públicas que visem controlar o uso racional e sustentável dos recursos naturais das áreas do estudadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bioacumulação, elemento traço, biota, efeitos deletérios, degradação.

## DETERMINATION OF THE CONCENTRATION OF ENVIRONMENTALLY AVAILABLE HEAVY METALS COPPER AND ZINC IN MANGROVE SOIL

**ABSTRACT:** The mangrove is an important transition ecosystem between the marine and terrestrial environment, located in areas of tropical and subtropical regions. The mangrove soils are called “indiscriminate mangrove soils”, and their main characteristics are the high content of salts and organic matter, low consistency, anoxia conditions, dark gray color and texture ranging from clay to sandy. Over the past 20 years, pollution of water resources by industrial and urban effluents has led to the collapse of coastal aquatic ecosystems such as mangroves, which are important for preserving and balancing life. Industrial, urban and agricultural effluents contaminate the waters and soils of these environments, mainly with heavy metals, which are not biodegradable. Heavy metals are chemically defined as a group of elements located between Copper (Cu) and Lead (Pb) in the periodic table. These metals are chemically very reactive and bioaccumulative, that is, the body is not able to eliminate them quickly and effectively. The present work aims to present a literature review to demonstrate the concentration of copper and zinc environmentally available in mangrove soils, analyzing the ability of these metals to cause a deleterious effect on the local biota, based on the Canadian Council of Ministers of the Environment standardization. . The methodology used was the consultation of national and international databases, using the descriptors “Bioavailability”, “heavy metals”, “Soils”, prioritizing the last 30 years. The results indicate the presence of Cu and Zn in the mangrove soils, in some cases in high quantities. Finally, the study shows that the analysis of sediments can, therefore, contribute to environmental monitoring actions, subsidizing the implementation and development of public policies that aim to control the rational and sustainable use of natural resources in the study areas.

**KEYWORDS:** Bioaccumulation, trace element, biota, deleterious effects, degradation.

## 1 | INTRODUÇÃO

O manguezal é um importante ecossistema de transição entre o ambiente marinho e terrestre, localizado em áreas abrigadas de regiões tropicais e subtropicais. Encontra-se em terrenos baixos na foz dos rios e estuários; com solo inundado pelo ciclo das marés e tendo grande variação de salinidade. Possui uma vegetação composta por espécies tipo

halófilas, denominadas de mangue (SPALDING et al., 2010).

O mangue desempenha funções ecológicas importantes, como eficiente retentor de sedimentos trazidos pelas águas das chuvas e rios, minimizando o assoreamento dos canais de navegação (ANDRADE, 2013). Nestes ambientes são encontradas as condições propícias para alimentação, proteção e reprodução de muitas espécies animais. É também considerado um ambiente de alta produtividade, com papel importante na transformação da matéria orgânica em nutrientes, que podem permanecer neste local ou serem transportados para outros ecossistemas costeiros adjacentes (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; TWILLEY, 1997). ANDRADE (2013) e VASQUES et al. (2011) ressaltam também a sua importância socioeconômica, pelo benefício direto e indireto na produtividade pesqueira (peixes, camarões, caranguejos e ostras), para populações locais que sobrevivem desses.

Os solos de mangue recebem a denominação de “solos indiscriminados de mangue” (EMBRAPA, 2011), e têm como principais características o elevado teor de sais e matéria orgânica, baixa consistência, condições de anoxia, coloração cinza escuro e textura variando de argilosa a arenosa.

De acordo com MOREIRA (2014), nos últimos 20 anos, a poluição dos recursos hídricos por efluentes industriais e urbanos, tem levado ao colapso dos ecossistemas aquáticos costeiros como os manguezais, que são importantes para preservação e equilíbrio da vida. Os despejos industriais e urbanos lançados nestes ecossistemas têm sido objeto de discussão em todo mundo, pois provocam modificações ambientais, aumentando também a pressão sobre as áreas costeiras. Dentre os contaminantes provenientes de descarga de efluentes industriais, urbanos e também agrícolas, os metais pesados se destacam por não serem biodegradáveis.

Os metais pesados são quimicamente definidos como um grupo de elementos situados entre o Cobre (Cu) e o Chumbo (Pb) na tabela periódica. Estes metais são quimicamente muito reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz, tal designação deriva do fato de apresentarem um elevado número atômico e não propriamente devido a sua densidade. (AZEVEDO, 2017).

Os metais pesados têm sido apontados constantemente como contaminantes em solos de diversos ambientes estuarinos no mundo (LEWIS, 2011; BAYEN, 2012). Naturalmente, os teores de metais pesados são influenciados por mudanças litológicas, hidrológicas, geológicas (JAIN et al., 2007; ZAHRA et al., 2014 apud SILVA, 2015). O acúmulo de metais pelos organismos pode ter efeito bastante abrangente via teia alimentar para diversos níveis tróficos de a cadeia alimentar. Este efeito culmina com a ocorrência das maiores taxas de contaminação nos níveis mais altos da teia trófica (SILVA, 2015).

Desta forma, o estudo das concentrações de metais pesados solo, constitui uma importante ferramenta para mensuração das condições salubridade ambiental, que podem auxiliar no planejamento de ações de preservação, conservação e recuperação de áreas já degradadas bem como subsidiar estudos relacionados como o risco a saúde humana.

O “*Canadian Council of Ministers of the Environment*” (CCME, 2012), órgão canadense equivalente ao Ministério do Meio ambiente no Brasil, parametrizou uma tabela mundialmente aceita, para avaliar a qualidade dos solos de mangues em relação à concentração de metais pesados.

Os índices TEL (*Threshold Effect Level*) e PEL (*Probable Effect Level*), representam os limites mínimos e máximos de probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota. O menor limite - TEL (*Threshold Effect Level*) - representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos. O limite - PEL (*Probable Effect Level*) representa o maior limite, a concentração acima da qual são frequentemente esperados efeitos adversos para os organismos (BRASIL,2014).

METAIS PESADOS Kg	mg/	Água doce		Água salgada ou salobra	
		TEL	PEL	TEL	PEL
Cobre		35,7	197	34	270
Zinco		123	315	150	410
Chumbo		35	91,3	46,7	218
Cádmio		0,6	3,5	1,2	7,2
Crômio		37,3	90	81	370

Tabela 01. Índices TEL (*Threshold Effect Level*) e PEL (*Probable Effect Level*), \*Adaptada: Canadian Council of Ministers of the Environment e Resolução CONAMA344/04.

Fonte: Resolução CONAMA 344/04 (BRASIL,2014).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura para demonstrar concentração de cobre e zinco ambientalmente disponíveis nos solos de mangue, analisando com na base padronização da CCME, 2012, a capacidade de esses metais causarem efeito deletério na biota local.

## 2 | METODOLOGIA

Foram consultadas bases de dados nacionais e internacionais, utilizando os descritores “Biodisponibilidade”, “metais pesados”, “Solos”, priorizando os últimos 30 anos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os trabalhos de Wang et al. (2016), Pedroso Neto (2011) e de Silva (2002), encontramos concentrações médias de cobre em sedimentos de solo de mangue respectivamente de 26,66 mg/kg, 30 mg/kg e 49,0 mg/kg.

Wang et al. (2016), realizaram a avaliação de risco ambiental da contaminação por metais pesados na Reserva Nacional Natural de Manguezais de Zhangjiangkou, na China, no qual detectou o cobre com concentração média de 26,66 mg/kg. Pedroso Neto (2011), realizou quantificação de metais pesados ao longo de toda a bacia hidrográfica do rio Uberaba, detectando o valor médio de 30 mg/kg de cobre nos sedimentos de solo de mangue. Já Silva (2002), realizou o estudo de sedimentos da bacia hidrográfica do rio Moji-Guaçu, no estado de São Paulo, onde encontrando concentrações médias de 49,0 mg/kg de cobre.

Fazendo o confronto desses resultados com a padronização do “*Canadian Council of Ministers of the Environment*” (CCME, 2012), percebe-se que as concentrações de cobre encontradas por Wang et al. (2016) e Pedroso Neto (2011), estão abaixo da faixa *TEL* (35,7 mg/kg), portanto, com baixa probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota dos manguezais destes locais

Apenas o trabalho de Silva (2002), apontou concentração de cobre na faixa acima do índice *TEL* (35,7 mg/kg). No entanto a concentração de cobre encontrada 49,0 mg/kg, fica bem abaixo do índice *PEL* (197 mg/kg) que representaria o risco elevado de efeitos nocivos a biota estuarina.

O cobre é encontrado no ambiente principalmente em sua forma catiônica bivalente ( $\text{Cu}^{2+}$ ), também podendo ocorrer em outras três formas ( $\text{Cu}^0$ ,  $\text{Cu}^{1+}$  e  $\text{Cu}^{3+}$ ), como também em composição organometálica (DUARTE et. al., 2012). Os minerais típicos do cobre são a calcopirite ( $\text{CuFeS}_2$ ), a malaquite ( $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ ), a tetraedrite ( $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ), entre outros (DUARTE et. al., 2012).

O cobre é um elemento essencial à vida em geral, participando no caso do organismo humano no processo de fixação do ferro na hemoglobina do sangue (DUARTE et. al., 2012). Trata-se de um elemento essencial, constituindo um grande número de proteínas, cuja deficiência ou elevada concentração podem gerar efeitos deletérios, particularmente sobre a estrutura e função do DNA, de membranas e das proteínas (BARCELOS, 2008).

Ao analisarmos as concentrações de Zinco detectadas pelos estudos de Zhenglei et al. (2014), no estuário da Reserva Natural do Delta do Rio Amarelo que detectou em média 54,82 mg/kg. As concentrações detectadas por Thuong et al. (2013), no estuário do Lich no Vietnã 459 mg/kg. E as concentrações encontradas por Coimbra et al. (2015), no estuário do Rio Maracaípe em Pernambuco, onde detectou médias de 281,0 mg/kg de zinco. Percebe-se que dependendo da localidade essa concentração pode variar consideravelmente.

Fazendo a análise das concentrações encontradas nesses trabalhos frente a padronização do “*Canadian Council of Ministers of the Environment*” (CCME, 2012), podemos concluir que apenas os solos do estuário da Reserva Natural do Delta do Rio Amarelo apresentam concentração de zinco em níveis baixos, 54,82 mg/kg, se comparados com o índice *TEL* (127 mg/kg), considerado a menor concentração de zinco capaz de causar efeito deletério na biota.

Os solos dos mangues do Rio Maracaípe em Pernambuco, apresentam 154 mg/kg de zinco acima do índice *TEL*. O que indica que já existe probabilidade de alterações danosas a biota local.

Nos trabalhos analisados o de Thuong et al. (2013), no estuário do Lich no Vietnã, demonstra uma concentração de zinco extremamente preocupante. Ficando os 459 mg/kg detectados acima do índice *PEL* (315 mg/kg). Indicando que os solos daquele manguezal encontram-se com excesso de zinco em sua composição e com grandes chances de provocar efeitos deletérios na biota local.

O Zinco é um micronutriente catiônico componente comum das rochas ígneas, um dos pontos mais interessantes sobre o Zinco é que sua presença no solo não está diretamente correlacionada com sua disponibilidade para as plantas (DUARTE & PASQUAL 2000). É considerado o 25º elemento mais abundante na crosta terrestre, ocorre em vários minerais e em diferentes formas (sulfetos ou carbonatos de zinco). Sua disponibilidade é afetada pelo pH do solo, sendo mais disponível em solos mais ácidos. No entanto, em solos com pH ácido pode ocorrer deficiência de zinco (MOORE & RAMAMOORTHY, 1984; LESTER, 1987).

O zinco possui um alto efeito residual em solos muito intemperizados, ligando-se preferencialmente a fração argila. Aliado ao seu alto poder residual, o zinco tem uma alta afinidade pela matéria orgânica (SILVEIRA, 2002). Em solos com alto teor de carbono orgânico pode aparecer a deficiência de cobre e zinco, mesmo em quantidades suficientes, devido à alta energia de ligação (ARAÚJO & NASCIMENTO, 2005).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados apresentados constatamos a presença dos metais propostos nessa revisão. A grande concentração de metais pesados nos solos estuarinos de mangues, pode representar uma grande ameaça para vida local interferir diretamente na cadeia alimentar.

Os mangues localizam-se, sobretudo, em região de estuário. A concentração de Cobre e Zinco nesses locais podem indicar o transporte desses metais pesados pelas águas dos rios e consequente deposição nos estuários.

Apesar do cobre e do zinco serem micronutrientes do solo, também são metais usados em processos industriais e descartados por efluentes. O estudo prova que em alguns dos locais analisados as concentrações já se encontram bastante elevadas.

Por fim, o estudo mostra que a análise dos sedimentos pode, portanto, contribuir para ações de monitoramento ambiental, subsidiando a implantação e desenvolvimento de políticas públicas que visem controlar o uso racional e sustentável dos recursos naturais das áreas do estudadas.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Karen Viviane Santana de. **A dinâmica físico-química dos solos de florestas de mangue do Estado de Sergipe**. Dissertação (mestrado em Agroecossistemas) –Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2013.
- ARAÚJO, J.C.T.; NASCIMENTO, C.W.A. **Redistribuição entre frações e teores disponíveis de zinco em solos incubados com lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2005.
- AZEVEDO, J.A.M. **Biomonitoramento de Metais Traço (Fe, Zn, Cu, Mn, Cd e Cr) em Áreas de Manguezal de Alagoas (Brasil) usando ostras *Crassostrea rhizophorae***. Dissertação (Mestrado em Análise de Sistemas Ambientais) Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Centro Universitário CESMAC. Maceió, p.37. 2017.
- BARCELOS, T.D.J. (2008). **Cobre: Vital ou Prejudicial para a Saúde Humana**. Dissertação (Mestrado) – Universidade da Beira Interior. 85 p.
- BAYEN, S. **Occurrence, bioavailability and toxic effects of trace metals and organic contaminants in mangrove ecosystems: A review**. *Environment International*. 48: 84 101, 2012.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2014) Resolução CONAMA nº. 344, de 25 de março de 2004. **Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências**. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2004. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial.
- CCME - **Canadian Council of Ministers of the Environment (2012)**. Disponível em: <<http://ceqg-rcqe.ccme.ca>>. Acesso em: 13 ago. 2017.
- COIMBRA, C.D.; CARVALHO, G.; PHILIPPINI, H.; SILVA, M.F.M. & NEIVA, E. **Determinação a concentração de metais traço em sedimentos do Estuário do Rio Maracaípe – Pe/Brasil**. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology Univali – 2015.
- DUARTE, Luís F. A; PINHEIRO Marcelo A. A.; SILVA, Plabo Pena Gandara e.; **Contaminação por metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg) e avaliação do impacto genotóxico em *Ccides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, ucididae), em dois manguezais paulistas**. Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia (SBE), 2012
- DUARTE, Rogéria P. Saez; PASQUAL, Antenor. **Avaliação do cádmio (cd), chumbo (pb), Níquel (ni) e zinco (zn) em solos, plantas e Cabelos humanos**. *Energia na Agricultura*, vol. 15, n. 1, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. Ed Revisada. Rio de Janeiro, 2011.
- JAIN, C.; MALIK, D.; YADAV, R. **Metal fractionation study on bed sediments of Lake Nainital, Uttaranchal, India**. *Environ Monit Assess* , v. 130, p. 129–39, 2007
- LESTER, J.N. **Heavy metals in wastewater and sludge treatment processes**. Flórida: CRC Press, 1987. 195p.
- LEWIS, M.; PRYOR, R.; WILKING, L. **Fate and effects of anthropogenic chemicals in mangrove ecosystems: A Review**. *Environmental Pollution*. v. 159, p. 2328 – 2346, 2011.

MOORE, J.W., RAMAMOORTHY, S. **Heavy metals in natural waters**. New York: Springer-Verlag, 1984. 328p.

MOREIRA, Camila Campos Lopes. **Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos de mangue do Estado do Ceará: subsídios para gestão da zona costeira**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2014.

PEDROSO Neto, J.C. 2011. **Quantificação de metais pesados na bacia hidrográfica do rio Uberaba**. Revista FAZU, 8(1): 40-46.

ROCHA, A. F. DA. **Cádmio, chumbo, mercúrio: a problemática destes metais pesados na Saúde Pública**: monografia : Cadmium, lead, mercury:the issue of these metals in Public Health? p. 63, 2009.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: USP, Instituto Oceanográfico, 1995. 64p.

SILVA, M. R. C. 2002. **Estudo de sedimentos da bacia hidrográfica do rio Moji-Guaçu, com ênfase na determinação de metais**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 113p.

SILVA, Wildson de Moraes. **Metais pesados em solos de manguezais em estuários da bacia Paraíba, Nordeste do Brasil**. Dissertação (mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2015.

SILVEIRA, M.L.A. **Extração sequencial e especiação iônica de zinco, cobre e cádmio em Latossolos tratados com biossólido**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. 166 p.

SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. (2010). **World Atlas of Mangrove**. London: Earthscan Publications. 336 p.

THUONG, Nguyen Thi; YONEDA, Minoru; IKEGAMI, Maiko; TAKAKURA, Masato. **Source discrimination of heavy metals in sediment and water of To Lich River in Hanoi City using multivariate statistical approaches**. Springer Science+Business Media Dordrecht 2013.

TWILLEY, R.R.; POZO, M.; GARCIA, V.H.; RIVERA-MONROY, V.H.; ZAMBRANO, R.; BODERO, A. (1997). **Litter Dynamics in Riverine Mangrove Forests in the Guayas River Estuary, Ecuador**. Oecologia, v. 111, n. 1, p. 109- 122.

VASQUES, R.O.; TONINI, W.C.T.; CUEVAS, J.M.; SANTOS, D.F.; FARIA, T.A.; FALCÃO, F.de C.; SIMÕES, D.dos R.; BATISTA, R.L.G.; COUTO, E.daC.G. **Utilização das Áreas de Manguezais em Taipús de dentro (Maráú, Sul da Bahia)**. Revista da Gestão Costeira Integrada, v.11, n.2, p.155-161, 2011.

WANG, Jun; DU, Huihong; XU, Ye; CHEN, Kai; LIANG, Junhua; KE, Hongwei; CHENG, Sha-Yen; LIU, Mengyang; DENG, Hengxiang; HE, Tong; WANG, Wenqing; CAI, Minggang. **Environmental and Ecological Risk Assessment of Trace Metal Contamination in Mangrove Ecosystems: A Case from Zhangjiangkou Mangrove National Nature Reserve, China**. Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International. Volume 2016, Article ID 2167053, 14 pages.

ZAHRA, A.; HASHMI M. Z.; MALIK, R. N.; AHMED, Z. **Enrichment and geo-accumulation of heavy metals and risk assessment of sediments of the Kurang Nallah—Feeding tributary of the Rawal Lake Reservoir, Pakistan.** *Science of the Total Environment.* v. 470–471, p. 925–933, 2014.

ZHENGLI, X; ZHIGAO, S; ZHANG, H;ZHAI, J. **Contamination assessment of arsenic and heavy metals in a typical abandoned estuary wetland—a case study of the Yellow River Delta Natural Reserve.** Springer International Publishing Switzerland 2014.

# CAPÍTULO 6

## MOVIMENTAÇÃO DE CÁDMIO EM COLUNAS DE SOLO COM APLICAÇÃO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO: PARÂMETROS DE TRANSPORTE

Data de aceite: 01/04/2021

### **Marco Aurélio Kondracki de Alcântara**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, Brasil  
0000-0001-6884-0696

### **Laís Pina Souza**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, São Paulo, Brasil

### **Hélcio José Izário Filho**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
São Paulo, Brasil  
0000-0002-3815-8327

### **Patrícia Carolina Molgero da Rós**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, São Paulo, Brasil  
0000-0001-6176-1848

### **Adriano Francisco Siqueira**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, São Paulo, Brasil  
0000-0002-6920-7507

### **Diovana Aparecida dos Santos Napoleão**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, São Paulo, Brasil  
0000-0003-1056-6684

### **Leandro Gonçalves de Aguiar**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, São Paulo, Brasil  
0000-0002-2055-9317

### **Nicolay Milhardo Lourenço Nohara**

Escola de Engenharia de Lorena  
Universidade de São Paulo  
Lorena, São Paulo, Brasil  
0000-0003-1326-4542

**RESUMO:** No Brasil, assim como em vários outros países em desenvolvimento, a disposição de resíduos sólidos em lixões ainda é motivo de sérias preocupações ambientais, apesar da existência de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos em vigor nesse país. Um lixão pode continuar gerando chorume (lixiviado) e gases contaminantes por vários anos. A percolação desse lixiviado pelo solo pode ser considerada um sério problema ecológico. O descarte irregular de baterias nesses lixões pode introduzir, entre outras substâncias, metais pesados como o cádmio. Este trabalho teve como objetivo estudar parâmetros de transporte de cádmio em colunas de solo que receberam lixiviado de aterro sanitário. O chorume foi proveniente de um lixão de Guaratinguetá, São Paulo, Brasil. Amostras superficiais e subsuperficiais de um Latossolo e um Argisolo foram empregadas, sem e com correção do pH. Experimentos em colunas foram conduzidos de acordo com a teoria do deslocamento miscível. Pulso com  $400 \text{ mg L}^{-1}$  de Cd foi obtido pelo enriquecimento do chorume com  $\text{CdCl}_2$ . Utilizou-se o software STANMOD

para estimar números de Peclet ( $P$ ), coeficientes de dispersão-difusão ( $D$ ) e fatores de retardamento ( $RF$ ). Os valores de  $P$  no Latossolo indicam a predominância de fluxo difusivo. No Argissolo, a natureza do fluxo foi alterada pela correção do pH. Os  $D$  no Latossolo com correção de pH apresentaram valores mais elevados se comparadas com as colunas sem correção. No Argissolo, os  $D$  foram da mesma ordem de grandeza para ambas condições de pH. Uma menor predominância do fluxo difusivo no Argissolo é condizente com os menores  $D$  para esse solo quando comparado ao Latossolo. Os  $RF$  obtidos para o Latossolo foram superiores aos obtidos para o Argissolo. Este trabalho estimou quantitativamente a variação de parâmetros de transporte. A estimativa desses parâmetros é essencial para utilização de diversos modelos para simulação da movimentação de solutos no solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Movimentação, Colunas de Solo, Deslocamento Miscível, Parâmetros de Transporte, Choro, Cádmi.

### CADMIUM MOVEMENT IN SOIL COLUMNS WITH LANDFILL LEACHATE APPLICATION: TRANSPORT PARAMETERS

**ABSTRACT:** In Brazil, as in several other developing countries, the disposal of solid waste in dumping grounds is still a matter of serious environmental concerns, despite the existence of a National Solid Waste Policy in force in that country. A dumping ground may continue to generate leachate and contaminating gases for several years. The percolation of this leachate through the soil can be considered a serious ecological problem. The irregular disposal of batteries in these dumps can introduce, among other substances, heavy metals such as cadmium. This work aimed to study cadmium transport parameters in soil columns that received landfill leachate. The leachate came from a garbage dump in Guaratinguetá, São Paulo, Brazil. Surface and subsurface samples of an Latossolo (Oxisol) and an Argissolo (Ultisol) were used, without and with pH correction. Column experiments were conducted according to the miscible displacement theory. Pulse with 400 mg L<sup>-1</sup> of Cd was obtained by enriching the leachate with CdCl<sub>2</sub>. The STANMOD software was used to estimate Peclet numbers ( $P$ ), dispersion-diffusion coefficients ( $D$ ) and retardation factors ( $RF$ ). The  $P$  values in the Latossolo indicate the predominance of diffusive flow. In the Argissolo, the nature of the flow was altered by pH correction. The  $D$  in the Latossolo with pH correction showed higher values when compared to the columns without correction. In Argissolo, the  $D$  were of the same order of magnitude for both pH conditions. A lower predominance of the diffusive flow in the Argissolo is consistent with the lower  $D$  for this soil when compared to the Latossolo. The  $RF$  obtained for the Latossolo were higher than those obtained for the Argissolo. This work estimated quantitatively the variation of transport parameters. The estimation of these parameters is essential for the use of several models to simulate the movement of solutes in the soil.

**KEYWORDS:** Movement, Soil Columns, Miscible Displacement, Transport Parameters, Landfill Leachate, Cadmium.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, assim como em vários países em desenvolvimento, a disposição final de resíduos sólidos em lixões ainda é motivo de sérias preocupações ambientais. Nesse

país, a Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, instituiu a Política nacional de Resíduos Sólidos. Segundo essa lei, 100% dos lixões deveriam ter sido fechados até 2014 (BRASIL, 2010). Porém, a destinação final inadequada ainda é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros, mesmo após quase uma década da aprovação dessa lei. De acordo com dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos especiais (representante no Brasil da ISWA – International Solid Waste Association), foram dispostas 34,850 ton dia<sup>-1</sup> de resíduos em lixões durante o ano de 2018, o que corresponde a 17.5% em relação à disposição total (ABRELPE, 2019). A situação é agravada considerando-se que o encerramento das atividades de lixões ou de aterros controlados não é garantia de término dos problemas. Associado com o lixo, existe a geração de lixiviados ou chorume, classificados como um hazardous material pela EPA (United States Environmental Protection Agency) (item 19 07) (EPA, 2019). Um lixão pode continuar gerando chorume e gases contaminantes por 15 anos ou mais, se as condições do meio forem favoráveis à atividade biológica. A deficiência da fiscalização e adoção de técnicas não apropriadas de descarte e manutenção do aterro podem agravar esse quadro. A percolação do líquido resultante do material lixiviado de aterros sanitários, aterros controlados e lixões pelo solo pode ser considerada um dos maiores problemas ambientais, associado à operação e gerenciamento do lixo social e industrial gerados. A partir da contaminação do solo e da água, constituintes orgânicos e inorgânicos podem ser introduzidos em diversos setores do ecossistema, comprometendo a fauna, a flora e a qualidade de vida do ser humano. Apesar do crescente incentivo da coleta seletiva no Brasil, ainda persiste o descarte irregular de pilhas e baterias no lixo, as quais apresentam teores consideráveis de metais pesados, como o cádmio (entre outros, como p.ex., o chumbo). Entre os danos potenciais aos ecossistemas, encontram-se aqueles associados à movimentação desses lixiviados pelo solo. Assim, a preocupação com a movimentação de contaminantes presentes nesses lixiviados tem sido o foco de pesquisas, visando a redução desses metais (Aish et al., 2014; Pazoki et al., 2017; Mavimbela et al., 2019; Söderberg et al., 2019; Fandiño et al. (2020). Esses autores detectaram que, dependendo do metal e da região estudada, esses metais podem atingir o aquífero entre 5 a 50 anos. Esses dados são preocupantes, se considerarmos que o Sistema Aquífero Guarani é considerado o segundo maior do mundo (SGB, 2014) e fica no entorno de uma região populosa, que comporta diversas atividades antrópicas com potencial poluidor. Estudos conduzidos em diferentes regiões do mundo têm evidenciando que o cádmio presente nos lixivados pode percolar pelo solo (Campbell et al., 1983; Wu & Li, 1998; Kiddee et al., 2014).

Diferentes abordagens têm sido utilizadas para estudar a movimentação de contaminantes pelo solo. Especificamente, uma que tem recebido atenção é o desenvolvimento e a aplicação de modelos matemáticos (Alcântara & Camargo, 2004; Soto et al., 2012; Ke et al., 2018; Fandiño et al., 2020). Tais modelos costumam considerar alguns parâmetros que possibilitam análises sobre a interação solo-soluto, como o fator de

retardamento, o coeficiente de dispersão-difusão e o número de Peclet. O conhecimento desses parâmetros é importante no estudo da movimentação de solutos no solo, em destaque para a contaminação do solo e da água. No Brasil, não foram encontrados estudos que visam quantificar parâmetros de transporte para o cádmio presente nesses lixiviados.

O coeficiente de dispersão-difusão ( $D$ ), ou coeficiente de difusão aparente, ou coeficiente de dispersão longitudinal é um parâmetro físico que considera a difusão iônica (diferença de concentração) e a dispersão mecânica (variação de velocidade de movimentação em poros de diferentes formatos). A expressão desse parâmetro considera a velocidade do fluido e umidade volumétrica, sendo uma função de velocidade do fluxo (Novák & Hlaváčiková, 2019) (Equação 1)

$$D = \lambda \times v^n \quad (1)$$

Em que  $\lambda$  é dispersividade do meio poroso [ $L T^{-1}$ ],  $v$  é a velocidade da água nos poros [ $L$ ] e  $n$  é uma constante empírica (geralmente próxima a 1).

O número de Peclet ( $P$ ) possibilita interferir qual processo é predominante durante a transferência de solutos em meios porosos. Esses processos podem ser difusivos ou convectivos-dispersivos (Rapp, 2017). Tal parâmetro considera a velocidade de transporte por convecção e a de difusão molecular (Novák & Hlaváčiková, 2019). Esse parâmetro é adimensional e pode ser obtido pela Equação (2):

$$P = \frac{v \cdot L}{D} \quad (2)$$

em que  $v$  é a velocidade da água nos poros [ $L T^{-1}$ ],  $L$  é o comprimento da coluna [ $L$ ] e  $D$  é a difusividade da solução [ $L^2 T^{-1}$ ].

O fator de retardamento ( $RF$ ) é utilizado em diversos modelos de transporte de solutos no solo, em especial aqueles baseados no fluxo advectivo-dispersivo. É um parâmetro adimensional, definido pela razão entre a velocidade do fluido percolante e a velocidade da frente de contaminação (Bégin et al., 2003). Tal relação expressa o atraso entre a velocidade de avanço do soluto e a frente de molhamento da solução que percola (Novák & Hlaváčiková, 2019). O  $RF$  está relacionado com a retenção de íons existentes em um solvente pelo solo, através das interações entre a fase sólida e líquida a percolação da solução no solo. Tal relação pode ser dada pela Equação (3) (Valocchi, 1984):

$$RF = 1 + \frac{K \cdot \rho}{\theta} \quad (3)$$

Em que  $K$  é o coeficiente empírico de distribuição (igual a zero quando não há interação entre soluto e o solo, adimensional),  $\rho$  é a densidade do solo [ $M L^{-3}$ ] e  $\theta$  a umidade volumétrica do solo [ $L^3 L^{-3}$ ].

Com base nesse contexto, este trabalho teve como objetivo estudar o transporte de cádmio em colunas de solo que receberam lixiviado de aterro sanitário enriquecido com esses metais. Para essa finalidade os principais parâmetros de transporte avaliados foram fator de retardamento, número de Peclet e coeficiente de difusão-dispersão.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Chorume utilizado

Foi utilizado o líquido percolado de um antigo lixão, localizado no município de Guaratinguetá, Estado de São Paulo, Brasil (22° 48' 15" S 45° 13' 40" W). Essa área de 30.000 m<sup>2</sup> funcionou como depósito de lixo durante 30 anos, tendo sido desativado no ano de 2006. Atualmente, a área é ocupada por um parque ecológico. As metodologias analíticas utilizadas na caracterização do efluente encontram-se descritas em APHA (2012).

### 2.2 Solos avaliados

Foram utilizadas amostras superficiais (0 – 10 cm de profundidade) e superficiais (40 – 60 cm). Os solos foram coletados no município de Lorena, SP, Brasil, respectivamente nas seguintes coordenadas: UTM 7.490.171m N, 488.50 m E e UTM 7.490.885m N, 489.405m E. De acordo com a classificação brasileira (EMBRAPA (2018), esses solos são classificados respectivamente como: a) Latossolo Amarelo Distrófico húmico textura argilosa relevo suave ondulado; b) Argissolo Amarelo Distrófico tipo A, moderado textura média/argilosa relevo suave ondulado. Esses solos foram aqui denominados de LA-A, LA-B, PA-A e PA-B. São solos de ocorrência geográfica bastante expressiva na região em que este estudo foi conduzido. Os solos coletados foram secos ao ar, tamisados em peneira de inox com abertura de 2 mm e armazenados em sacos plásticos até o momento de sua utilização. De acordo com a Soil Taxonomy (NRCS, 2014), esses solos são classificados como Oxisol e Ultisol, respectivamente. Os atributos dos solos foram determinados ou estimados de acordo com Camargo et al. (2009) e Raij et al. (2001).

Para verificar a influência da adição de carbonatos na movimentação, esses solos e horizontes foram submetidos a dois tratamentos: sem adição de carbonatos (condições “naturais” de pH) e com adição de carbonatos, de modo a elevar a saturação por bases a 70%, segundo metodologia descrita em Raij et al. (2001). Os solos que receberam carbonatos foram incubados úmidos a 80% da capacidade de campo durante 60 dias.

### 2.3 Metodologia para quantificação de cádmio

Para determinação de Cd digeriu-se 5 mL de amostras com 2 mL de água régia (HCl + HNO<sub>3</sub> na proporção 3:1 v v<sup>-1</sup>) durante 1 h a 180 °C em sistema fechado com refluxo. A quantificação dos teores de metais foi feita em um Espectrômetro de Absorção Atômica *PerkinElmer*<sup>TM</sup>, modelo *AAnalyst 800*. Essa metodologia foi previamente validada pelo teste de adição e recuperação de analito (INMETRO, 2010).

### 2.4 Tratamentos aplicados

Na Tabela 1, encontram-se descritos os tratamentos aplicados às colunas de lixiviação.

Tratamento	Descrição
LA-A-NAT	Latossolo Amarelo, horizonte A, pH "natural".
LA-B-NAT	Latossolo Amarelo, horizonte B, pH "natural".
LA-A-COR	Latossolo Amarelo, horizonte A, pH corrigido.
LA-B-COR	Latossolo Amarelo, horizonte B, pH corrigido.
PA-A-NAT	Argissolo Amarelo, horizonte A, pH "natural".
PA-B-NAT	Argissolo Amarelo, horizonte B, pH "natural".
PA-A-COR	Argissolo Amarelo, horizonte A, pH corrigido.
PA-B-COR	Argissolo Amarelo, horizonte B, pH corrigido.

Tabela 1 Tratamentos aplicados às colunas de lixiviação

## 2.5 Experimentos em colunas de solo

A lixiviação em colunas de solo foi realizada tendo em vista a teoria do deslocamento miscível, descrita detalhadamente em Reichardt & Timm (2012). As colunas (5.6 cm de diâmetro interno e 30 cm de altura) foram preenchidas com solo, em camadas de 3 cm, com auxílio de um funil de haste longa, reduzindo o efeito de segregação por tamanho de agregados do solo. Em cada camada, o solo foi compactado para atingir a densidade desejada. Após o preenchimento com solo, as colunas foram saturadas a partir da base com uma solução de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  5 mmol L<sup>-1</sup> (denominada neste trabalho de solução deslocadora). Após a saturação, aplicou-se a solução deslocadora na superfície do solo, até obtenção de um fluxo  $q$  constante. Imediatamente após a obtenção de um fluxo constante, aplicou-se 100 mL de pulso. Esse pulso era constituído pelo chorume enriquecido com Cd, contendo uma concentração inicial ( $C_0$ ) do metal. O início da aplicação do pulso coincidiu com a contagem de tempo de condução ( $t = t_0 = 0$  min) e da quantificação do volume aplicado ( $V = 0$  mL). Terminada a aplicação do pulso, retornou-se a aplicação da solução deslocadora, até o final do experimento. O fluxo no interior da coluna foi mantido saturado durante a condução dos experimentos. A coleta do lixiviado da coluna foi feita em intervalos regulares, a partir do início da aplicação do pulso. Na Fig. 1, encontra-se o esquema do sistema de condução das colunas. Os principais parâmetros de condução encontram-se na Tabela 2.

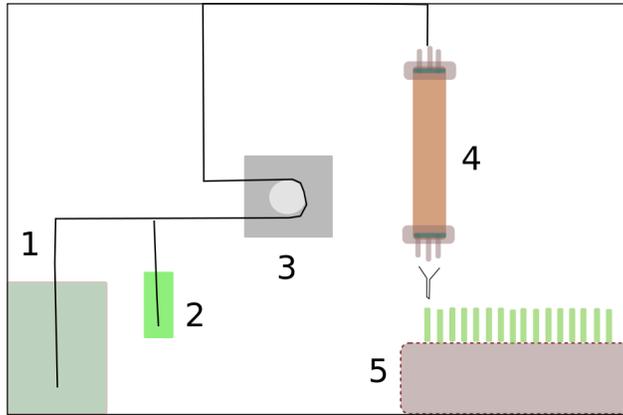


Fig. 1 Esquema do sistema de lixiviação utilizado. 1: reservatório da solução deslocadora; 2: reservatório do pulso (chorume enriquecido com Cd); 3: bomba peristáltica; 4: coluna de lixiviação e 5: amostrador automático com tubos para coleta. Os suportes necessários para sustentar cada parte não estão representados na figura.

TRAT.	$C_o$	$x$	$\theta$	$v$	$V_o$	$t_p$	$t_{tot}$	$V_{tot}$	$\Delta t$	N tubos
	(mg L <sup>-1</sup> )	(m)	(cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> )	(cm h <sup>-1</sup> )	(cm <sup>3</sup> )	(h)	(h)	(L)	(h)	Adim.
LA-A-NAT	400	0,30	0,538	22,63	0,398	0,33	16,80	5,04	0,23	72
LA-B-NAT	400	0,30	0,501	24,34	0,370	0,33	19,13	5,75	0,23	82
LA-A-COR	400	0,30	0,538	22,66	0,398	0,33	19,37	5,82	0,23	83
LA-B-COR	400	0,30	0,501	24,22	0,370	0,33	22,17	6,63	0,23	95
PA-A-NAT	400	0,30	0,495	24,60	0,366	0,33	21,93	6,58	0,23	94
PA-B-NAT	400	0,30	0,505	24,21	0,373	0,33	23,57	7,09	0,23	101
PA-A-COR	400	0,30	0,495	22,64	0,366	0,33	25,20	7,57	0,23	108
PA-B-COR	400	0,30	0,505	24,21	0,373	0,33	22,17	6,67	0,23	95

$C_o$ : concentração inicial de cádmio ou de chumbo no pulso;  $x$ , comprimento da coluna;  $\theta$ : unidade volumétrica, considerado igual a porosidade do solo;  $v$ , fluxo de água nos poros, obtido dividindo-se o fluxo de Darcy ( $q$ ) pela porosidade do solo;  $V_o$ : volume total dos poros do solo;  $t_p$ , tempo de aplicação do pulso;  $t_{tot}$ : tempo total de coleta do lixiviado;  $\Delta t$ , tempo de coleta em cada tubo; Número de tubos coletados até completar a curva de transposição.

Tabela 2 Principais parâmetros de condução das colunas de lixiviação

## 2.6 Obtenção dos parâmetros de transporte

O aplicativo computacional STANMOD utiliza soluções analíticas para a equação convectiva-dispersiva/advecção-dispersão de transporte de solutos (CDE ou ADE). Essa equação descreve o transporte unidimensional por um meio homogêneo saturado em regime permanente (Kirkham & Powers, 1972) (Equação 4):

$$RF \frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - v \frac{\partial c}{\partial x} \quad (4)$$

em que  $C$  é concentração de soluto [ $M L^{-3}$ ];  $x$  é a distância (neste trabalho, corresponde ao comprimento da coluna) [L];  $t$  é o tempo [T];  $D$  é o coeficiente de dispersão [ $L^2 T^{-1}$ ];  $v$  é velocidade da água nos poros (fluxo de Darcy dividido pela porosidade do solo) [ $L T^{-1}$ ];  $RF$ : fator de retardamento (adimensional).

O STANMOD permite estimar no modo inverso os números de Peclet ( $P$ ), os coeficientes de dispersão-difusão ( $D$ ) e os fatores de retardamento ( $RF$ ). Esses parâmetros são obtidos por técnicas de otimização dos mínimos quadrados, calculados no módulo CXTFIT do programa (Parker & van Genuchten, 1984). A versão 2.08 desse aplicativo foi elaborada pela PC PROGRESS Engineering Software Developer, disponível na internet gratuitamente.

Para verificar, ainda que de forma simplificada, se o modelo proposto pelo aplicativo STANMOD poderia ser utilizado para descrição da movimentação (o que inclui evidentemente a estimativa dos parâmetros), calcularam-se os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre os dados experimentais e os simulados pelo aplicativo, considerando a concentração ( $C$ ) do cádmio lixiviado ao longo do tempo  $t$  de coleta.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição do chorume coletado encontra-se na Tabela 3.

Determinação	Valor $\pm$ desvio	Teor permitido*
pH	8,05 $\pm$ 0,21	De 5,00 a 9,00
Condutividade – mS cm <sup>-1</sup>	7,074 $\pm$ 0,552	-
N-NH <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	398,02 $\pm$ 121,45	20,0
N-org. (mg L <sup>-1</sup> )	28,80 $\pm$ 21,64	-
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	8,69 $\pm$ 0,01	-
Cd ( $\mu$ g L <sup>-1</sup> )	6,26 $\pm$ 3,66	0,2
Pb ( $\mu$ g L <sup>-1</sup> )	9,51 $\pm$ 2,89	0,5
Ba (mg L <sup>-1</sup> )	6,68 $\pm$ 2,55	5,0
B (mg L <sup>-1</sup> )	0,03 $\pm$ 0,01	5,0
Cu (mg L <sup>-1</sup> )	0,14 $\pm$ 0,05	1,0
Cr ( $\mu$ g L <sup>-1</sup> )	85,73 $\pm$ 10,93	0,5
Fe (mg L <sup>-1</sup> )	6,84 $\pm$ 2,38	-
Hg ( $\mu$ g L <sup>-1</sup> )	< 11,0	0,01
Ni (mg L <sup>-1</sup> )	4,03 $\pm$ 0,84	2,0
Ag ( $\mu$ g L <sup>-1</sup> )	68,22 $\pm$ 55,94	0,1
Zn ( $\mu$ g L <sup>-1</sup> )	0,45 $\pm$ 0,34	5,0

\*: De acordo com o Artigo 18 da CETESB e Artigo 34 do CONAMA 357/05 (CONAMA, 2006), expressos em mg L<sup>-1</sup>.

Tabela 3 Caracterização do chorume utilizado

É importante notar que foi detectada presença de cádmio no lixiviado, decorrente do descarte inadequado de pilhas e baterias em lixo de origem doméstica. Isso sugere que, mesmo em aterros que recebem lixo predominantemente de origem doméstica, pode estar ocorrendo o descarte desses materiais de maneira irregular. Além disso, há que se considerar que os baixos teores de Cd ( $6.26 \pm 3.66 \mu\text{g L}^{-1}$ ) podem ter sido influenciados pela época de coleta do lixiviado, que ocorreu em períodos de grande incidência de chuvas, contribuindo para a diluição do lixiviado. Porém, em aterros que recebem lixo predominantemente de atividades industriais, os teores desse elemento podem ser consideravelmente mais elevados. Para elevar os teores de Cd no chorume ao nível desejado ( $400 \text{ mg L}^{-1}$ ), foram utilizados padrões rastreáveis NIST (*Titrisol Merck™*), contendo esse elemento na forma de  $\text{CdCl}_2$ .

Os atributos dos solos encontram-se na Tabela 4. As concentrações de Cd nos solos foram muito inferiores aos Valores de Referência de Qualidade estabelecidos pela legislação vigente no Brasil, que é de  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  (CONAMA, 2011).

Determinações	Solos-Horizontes			
	LA-A	LA-B	PA-A	PA-B
MOS ( $\text{g dm}^{-3}$ )	45	26	11	11
pH em $\text{H}_2\text{O}$	3,99	3,82	4,16	3,94
P ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	10	7	2	3
K ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	1,8	1,3	1,1	0,5
Ca ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	14	11	3	5
Mg ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	6	4	1	1
Na ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0	0,1	0	0
Al ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	14	15	26	32
H+Al ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	77	56	72	88
S.B. ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	22,5	16,7	5,1	6,5
C.T.C. ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	99,3	72,7	76,7	94,9
V% (%)	22	23	7	7
Fe ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	195	171	10	20
Mn ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	13,2	6,9	0,2	1,8
Cd ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	0,01	0	0	0
Cr ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	0,09	0,01	0	0
Pb ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	2,51	1,13	0,9	0,84
Argila ( $\text{kg kg}^{-1}$ )	0,200	0,325	0,300	0,425
Silte ( $\text{kg kg}^{-1}$ )	0,123	0,108	0,167	0,171
Areia ( $\text{kg kg}^{-1}$ )	0,677	0,567	0,533	0,404
Densidade do solo (DS) ( $\text{kg dm}^{-3}$ )	1,215	1,247	1,281	1,262

Densidade de Partículas (DP) (kg dm <sup>-3</sup> )	2,632	2,500	2,537	2,548
Porosidade Total (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) *	0,538	0,501	0,495	0,505
Macroporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) *	0,248	0,163	0,144	0,115
Microporosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) *	0,290	0,338	0,351	0,389

PA-A: Argissolo Amarelo horizonte A; PA-B: Argissolo Amarelo horizonte B; LA-A: Latossolo Amarelo horizonte A; LA-B Latossolo Amarelo horizonte B. \*: Porosidades calculadas de acordo com Stolf et al. (2011), Modelo I: Macroporosidade =  $0,650 - 1,341 \times DS/DP + 0,321 \times \text{Areia}$ ; Microporosidade =  $0,350 + 0,341 \times DS/DP - 0,321 \times \text{Areia}$ ; Porosidade Total =  $1 - DS/DP$ .

Tabela 4 Atributos químicos e físicos dos solos avaliados nesse trabalho

Na Tabela 5 encontram-se os números de Peclet, os fatores de retardamento e os coeficientes de dispersão-difusão para as colunas conduzidas, ajustadas pelo aplicativo computacional STANMOD.

Colunas	$P$ (adimensional)	Fluxo*	$D$ (cm <sup>2</sup> h <sup>-1</sup> )	$RF$ (adimensional)	R <sup>2</sup>
LA-A-NAT	$6,92 \times 10^{-2}$	Dif.	$9,81 \times 10^3$	$3,52 \times 10^2$	0,992
LA-B-NAT	$4,98 \times 10^{-2}$	Dif.	$1,47 \times 10^4$	$6,76 \times 10^2$	0,985
LA-A-COR	$2,20 \times 10^{-46}$	Dif.	$3,10 \times 10^{48}$	$1,16 \times 10^{47}$	0,862
LA-B-COR	$1,22 \times 10^{-47}$	Dif.	$0,59 \times 10^{50}$	$0,58 \times 10^{49}$	0,912
PA-A-NAT	7,50	Dif.-adv.	$9,83 \times 10^1$	8,56	0,877
PA-B-NAT	9,00	Dif.-adv.	$8,07 \times 10^1$	9,13	0,901
PA-A-COR	$1,31 \times 10^1$	Adv.	$5,64 \times 10^1$	$1,05 \times 10^1$	0,869
PA-B-COR	$1,09 \times 10^1$	Adv.	$6,69 \times 10^1$	8,74	0,849

\*: Fluxo predominante, de acordo com a classificação apresentada em Stolf et al. (2011). Dif: difusivo, Dif.-adv.: difusivo-advectivo e Adv: advectivo.

Tabela 5 Números de Peclet ( $P$ ), Fatores de retardamento ( $RF$ ), coeficientes de dispersão difusão ( $D$ ) estimados para as colunas pelo STANMOD e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) entre as curvas de lixiviação experimentais e simuladas

De acordo com a faixa de valores de  $P$ , é possível inferir a natureza predominante do fluxo. Quando  $P < 0,01$ , há o predomínio de fluxo difusivo, enquanto que para  $P$  entre 0,01 e 50 há domínio do fluxo difusivo-advectivo e para  $P$  maior que 50 o predomínio do fluxo advectivo (Stolf et al., 2011). Os valores de  $P$  para todas as colunas do Latossolo indicam a predominância de fluxo difusivo. Para o Latossolo, esses valores foram menores em comparação ao observado para o Argissolo. O Argissolo aqui utilizado apresenta maior quantidade de macroporos em comparação com o Latossolo (Tabela 4). É interessante notar que, embora uma maior quantidade de macroporos favoreça a infiltração de água no

solo (Libardi, 2018), a predominância de fluxo difusivo ou advectivo não depende somente desse atributo. Essa predominância irá variar de acordo com os fatores apresentados na Equação (2), que envolve, além da velocidade da água nos poros, o comprimento da coluna e o coeficiente de dispersão-difusão (outro parâmetro de transporte muito importante). No Argissolo, a natureza predominante do fluxo foi alterada pela correção do pH em comparação aos solos sem correção do pH. Sem correção de pH o fluxo foi predominante difusivo-advectivo. Com a correção do pH, o fluxo passou a ser advectivo. Ferreira et al. (2019) detectaram alterações na estrutura do solo em decorrência da calagem. Segundo esses autores, a calagem promoveu, entre outros efeitos, um aumento na agregação do solo, bem como um espaço poroso entre os agregados mais homogêneo. Se essa alteração na estrutura tiver ocorrido de forma semelhante no presente trabalho, poderia ser responsável, ao menos em parte, pela mudança do fluxo predominante observado para o Argissolo aqui utilizado.

Em relação aos coeficientes de dispersão-difusão, nas colunas do Latossolo com correção de pH foram observados os valores mais elevados ( $10^{48}$   $\text{cm}^2 \text{h}^{-1}$  e  $10^{50}$   $\text{cm}^2 \text{h}^{-1}$ ) se comparadas com as colunas sem correção de pH ( $10^3$   $\text{cm}^2 \text{h}^{-1}$  e  $10^4$   $\text{cm}^2 \text{h}^{-1}$ ). Tais resultados indicam que, nesse solo, as alterações provocadas no solo pela correção de pH influenciaram positivamente na dispersão-difusão. Para o Argissolo, os valores do coeficiente dispersão-difusão foram da mesma ordem de grandeza para ambas condições de pH (98,3  $\text{cm}^2 \text{h}^{-1}$  e 80,7  $\text{cm}^2 \text{h}^{-1}$ ). No Argissolo, possivelmente a correção do pH não possibilitou observar influência na natureza dispersiva-difusiva do fluxo. Isso pode ser devido, ao menos em parte, ao fato de os valores de  $P$  indicarem a predominância difusiva-advectiva e advectiva do fluxo nesse solo.

Os comportamentos encontrados para os coeficientes de difusão-dispersão são coerentes com aqueles encontrados para os números de Peclet. Nas colunas em que  $P$  foi inferior a 0,01, o fluxo é predominante difusivo. Nessas mesmas colunas, observaram-se valores elevados para o coeficiente de dispersão obtidos para o Latossolo. Já no caso do Argissolo, os valores de  $P$  foram mais elevados (em comparação ao Latossolo). Ou seja, uma menor predominância do fluxo difusivo no Argissolo, é condizente com os menores coeficientes de dispersão-difusão para esse solo quando comparado ao Latossolo.

O  $RF$ , por ser um parâmetro que indiretamente expressa a capacidade do solo em reter íons, também depende das interações entre a fase líquida e sólida durante a percolação da solução no solo. De certa forma, maiores valores de  $RF$  indicam que o deslocamento do equilíbrio entre o elemento na fase sólida e na solução deslocou-se em direção à fase sólida, acarretando um retardamento no avanço do soluto em relação ao do líquido de transporte. Os  $RF$  obtidos para o Latossolo (entre  $3,52 \times 10^2$  e  $0,58 \times 10^{49}$ ) foram superiores aos obtidos para o Argissolo (entre 8,56 e  $1,05 \times 10^1$ ). Vários constituintes do solo podem estar contribuindo para essa maior ou menor retenção de Cd, entre eles a matéria orgânica, minerais de argila, óxidos de ferro e de alumínio e pH (Karak et al.,

2005). No presente estudo, foram utilizados solos tropicais altamente intemperizados, que normalmente apresentam baixa densidade de carga negativa em condições de pH naturais (4,5 – 5,0) (Garcia-Miragaya & Page, 1978). Nesses solos, a presença de óxidos de Fe e de Al têm influência marcante na adsorção de metais (Tiller et al., 1984), ocorrendo afinidade acentuada entre metais e a superfície reativa desses óxidos (Silveira et al., 2002). Após uma rápida adsorção do Cd na superfície de troca dos óxidos de ferro e alumínio, o íon começa a migrar para a fase sólida, ocorrendo um processo de recristalização (substituição do íon na matriz) (Tiller et al., 1984). Assim, os maiores teores de Fe (e, possivelmente, de óxidos de Fe) do Latossolo em comparação com o Argissolo (Tabela 4), poderiam explicar a retenção mais acentuada naquele solo, com consequente aumento no *RF*. Além disso, a carga líquida desses óxidos é influenciada pela variação do pH (Karak et al., 2005). Na medida em que o pH aumenta, aumenta a quantidade de cargas negativas. Possivelmente, esses teores diferentes de óxidos de ferro tenham contribuído para que o efeito da calagem tenha sido mais pronunciado no Latossolo (de  $3,52 \times 10^2$  para  $1,16 \times 10^{47}$  no horizonte A) em comparação com o Argissolo (de 8,56 para  $1,05 \times 10^1$  no horizonte A). Para o horizonte B do Argissolo, o efeito da correção do pH no *RF* foi comparativamente pequeno (passou de 9,13 para 8,74). Uma hipótese para explicar o ocorrido seria a de que, como os teores de Fe nesse caso são relativamente pequenos, tenha ocorrido também uma menor geração de novas cargas negativas pelo aumento do pH.

## 4 | CONCLUSÕES

O comportamento qualitativo dos parâmetros de transporte de solutos aqui estudados (*P*, *D* e *RF*) pode ser previsto até certo ponto (ao menos em teoria) pelos conhecimentos de algumas propriedades do solo, entre elas as características físicas relacionadas com o fluxo de líquidos e as químicas que afetam a adsorção. Este trabalho estimou quantitativamente a variação desses parâmetros em solos e horizontes distintos, com ou sem correção do pH. A estimativa desses parâmetros é essencial para utilização de diversos modelos para simulação da movimentação de solutos no solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Fapesp (Processos Fapesp 2011/06710-4 e 2009/17650-2)

## REFERÊNCIAS

1. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019. [S.l.]: Abrelpe, 2019. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>>.
2. Aish, A., Abushbak, T., El-Nakhala, M. Investigation of the fate of MSW leachate in different soil types using soil column method. Journal of Environment and Earth Science, 4(4), 72–80, 2014. ISSN: 2225-0948 (Online).

3. Alcântara, M.A.K., Camargo, O.A. Chromium Movement in columns of two highly weathered soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 35(5–6), 599-613, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1081/CSS-120030346>.
4. APHA – American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, DC: American Public Health Association, 23th ed. 2017. ISBN 978-0-87553-287-5.
5. Bégin, L., Fortin, J., Caron, J. Evaluation of the fluoride retardation factor in unsaturated and undisturbed soil columns. *Soil Science Society of America Journal*, 67, 1635–1646, 2003. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj2003.1635>.
6. BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF*. BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF*. <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>.
7. Camargo, O.A., Moniz, A.C., Jorge, J.A., Valadares, J.M.A.S. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônômico de Campinas*. Campinas, Instituto Agrônômico, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).
8. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 375, 29 de Agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.
9. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Ministério do Meio Ambiente, Brasil, 2011. 9p.
10. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos*. 5. ed., rev. e ampl., Brasília, DF. Embrapa, 2018.
11. EPA - Environmental Protection Agency. *Waste Classification: List of Waste & Determining if Waste is Hazardous or Non-hazardous*. Environmental Protection Agency: Ireland, 2019. ISBN 978-1-84095-601-6. <<https://www.epa.ie/pubs/reports/waste/stats/wasteclassification>>
12. Fandiño, J.S.M., Nagalli, A., Moro Filho, R.C. Modeling of the dispersion of pollutants in porous media: case of a landfill in Brazil. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.104400>.
13. Ferreira, T.R., Pires, L.F., Wildenschild, D., Brinatti, A.M., Borges, J.A.R., Auler, A.C., Reis, A.M.H. Lime application effects on soil aggregate properties: use of the mean weight diameter and synchrotron-based X-ray  $\mu$ CT techniques. *Geoderma*, 338, 585–596, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.035>.
14. Garcia-Miragaya, J. & Page, A.L. (1978) Sorption of trace quantities of cadmium by soils with different chemical and mineralogical composition. *Water Air Soil Pollut.* 9, 289–299. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00280677>.

15. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial. Orientação sobre validação de métodos analíticos. Coordenação Geral de Acreditação, DOQ-CGRE-008 (3rd review). 2010. 20p.
16. Karak, T., Das, D.K., Singh, U.K., Maiti, D. Influence of pH on soil charge characteristics and Cadmium sorption in some noncontaminated soils of Indian subtropics. *The Scientific World Journal*. 5, 183–194, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1100/tsw.2005.26>.
17. Ke, H., Hu, J., Xu, X.B., Wu, X.W., Li, Y.C., Lan, J.W. Analytical solution of leachate flow to vertical wells in municipal solid waste landfills using a dual-porosity model. *Engineering Geology*, 239, 27–40, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.03.016>.
18. Kiddee, P., Naidu, R., Wong, M. H., Hearn, L., & Muller, J. F. (2014). Field investigation of the quality of fresh and aged leachates from selected landfills receiving e-waste in an arid climate. *Waste Management*, 34(11), 2292–2304. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.018>.
19. Kirkham, D., Powers, W.L. *Advanced soil physics*. New York: John Wiley and Sons, 1972. Cap. 8 - Miscible displacement. p.379-427.
20. Libardi, P.L. *Dinâmica da água no solo*. 3a ed. São Paulo: EDUSP, 2018. ISBN-13: 978-8531417054.
21. Mavimbela, S.S.W., Ololade, O.O., van Tol, J.J., Aghoghowia, M.P. Characterizing landfill leachate migration potential of a semi-arid duplex soil. *Heliyon*. 5(10), e02603, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02603>.
22. Novák V., Hlaváčiková H. Modelling of water flow and solute transport in soil. In: *Applied Soil Hydrology. Theory and Applications of Transport in Porous Media*, vol 32. Springer, Cham., 2019. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01806-1\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01806-1_21).
23. Parker, J.C., van Genuchten, M.Th., 1984. Determining transport parameters from laboratory and field tracer experiments. *Va, Agric. Exp. Stn., Bull.* 84-3. 108p. ISSN 0096-6088. Available in <<https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/56284>> - accessed in August, 12, 2020.
24. Pazoki, M., Ghasemzade, R., Ziaee, S.P. Simulation of municipal landfill leachate movement in soil by HYDRUS-1D model. *Advances in Environmental Technology*, 3, 177-184, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.22104/aet.2017.590>.
25. Raji, B. van, Andrade, J.C., Cantarella, H., Quaggio, J.A. *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Raji, B. van, Andrade, J.C. de, Cantarella, H. e Quaggio, J.A. (ed.). Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
26. Rapp, B. E. *Fluids. Microfluidics: Modelling, Mechanics and Mathematics*, 243–263. 2017. DOI:<https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-3141-1.50009-5>.
27. Reichardt, K., Timm, L.C. *Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. Barueri: SP: 2.ed. Manole, 2012. 500p.
28. SGB – Serviço Geológico do Brasil. *Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo*. Rio de Janeiro: CPRM. Diniz, J.A.O., Monteiro, A.B., Silva, R.C., Paula, T.L.F. (eds.). 2014. 43p. <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15556>>.

29. Silveira, M.L.A., Alleoni, L.R.F. Camargo, O.A., Casagrande, J.C. Copper adsorption in oxidic soils after removal of organic matter and iron oxides. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. New York, v. 33, p. 3581–3592, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1081/CSS-120015907>.
30. Söderberg T.U., Kleja D.B., Åström, M., Jarsjö, J., Fröberg, M., Svensson, A., Augustsson A. Metal solubility and transport at a contaminated landfill site: from the source zone into the groundwater. *Science of the Total Environment*. 668, 1064–1076, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.013>.
31. Soto, I.S., Ruiz, A.I., Ayora, C., García, R., Regadio, M., Cuevas, J. Diffusion of landfill leachate through compacted natural clays containing small amounts of carbonates and sulfates. *Applied Geochemistry*, 27, 1202–1213, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.02.032>.
32. Stolf, R., Thurler, A.M., Bacchi, O.O.S., Reichardt, K. Method to estimate soil macroporosity and microporosity based on sand content and bulk density. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35, 447–459, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200014>.
33. Tiller, K.G., Gerth, J., Brummer, G. The relative affinities of Cd, Ni and Zn for different clay fractions and goethite. *Geoderma*, 34, 17–35, 1984. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(84\)90003-X](https://doi.org/10.1016/0016-7061(84)90003-X).
34. Valocchi, A.J. Describing the transport of ion-exchanging contaminants using an effective  $k_d$  approach. *Water Resources Research*, 20(4), 499–503, 1984.
35. Wu, G., & Li, L. Y. (1998). Modeling of heavy metal migration in sand/bentonite and the leachate pH effect. *Journal of Contaminant Hydrology*, 33(3–4), 313–336. [https://doi.org/10.1016/S0169-7722\(98\)00075-8](https://doi.org/10.1016/S0169-7722(98)00075-8).

# CAPÍTULO 7

## CITOGENOTOXICIDADE DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS UTILIZANDO-SE O BIOTESTE DE ALLIUM CEPA: UM ESTUDO

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 08/01/2021

### **Jéssica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Piauí - IFPI  
Universidade Federal de Pelotas - UFPel  
Mestranda em Ciências Ambientais - PPGCamb  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7569926566405974>

### **Vera Lúcia Bobrowski**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/9555221124800026>

### **Maurizio Silveira Quadro**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas - RS  
<http://lattes.cnpq.br/1749935262841216>

### **Jéssica Torres dos Santos**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel  
Mestranda em Ciências Ambientais – PPGCamb  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/8535897129145784>

### **Manoela Colpes Vieira**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/9555221124800026>

### **Caroline Menezes Pinheiro**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/5984557031030431>

### **Louise Hoss**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7104580814200147>

### **Carolina Faccio Demarco**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/2824357187395679>

### **Thays França Afonso**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/4434140906417586>

### **Manoel Ribeiro Holanda Neto**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/8635138819949923>

### **Luísa Andina Bender**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/9587506623893946>

### **Guilherme Pereira Schoeler**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/6241607536410111>

**RESUMO:** Os contaminantes emergentes são compostos resultantes de atividades antrópicas, comumente dissolvidas nas matrizes aquáticas, e cujas concentrações ainda não são previstas nos instrumentos regulatórios ambientais. Os produtos farmacêuticos e de cuidados pessoais, também enquadrados enquanto contaminantes emergentes, são considerados gêneros de

primeira necessidade. Entretanto, independente de sua capacidade de degradação, o seu uso e liberação constantes estão tornando estas substâncias cada vez mais frequentes nos ecossistemas. Uma vez que são produzidos com a finalidade de causar efeitos biológicos, mesmo em pequenas doses, torna-se relevante conhecer os efeitos desta classe de compostos em espécies não- alvo. Bioensaios de genotoxicidade em plantas possuem vantagens, uma vez que as plantas possuem semelhança quanto à morfologia cromossômica quando comparadas a animais e produzem respostas semelhantes quando submetidas a substâncias químicas. O bioensaio de *Allium cepa* permite a avaliação de diversos “endpoints”, como aberrações cromossômicas e micronúcleos, o que leva esta espécie a ser a mais utilizada em ensaios de genotoxicidade. O presente trabalho possui o objetivo de apresentar resultados obtidos por estudos que aplicaram o bioensaio de *Allium cepa* para avaliar a citogenotoxicidade dos produtos farmacêuticos e de cuidados pessoais. Os trabalhos selecionados discutiram os efeitos do triclosan (TCS) e carbamazepina (CBZ) em *Allium cepa*. O TCS causou viscosidade cromossômica e anáfases e telófases perturbadas, embora não tenham sido verificados micronúcleos. A capacidade genotóxica da CBZ está relacionada à geração de estresse oxidativo, produzindo hidroperóxidos e proteínas oxidadas. Por fim, concluiu-se que o sistema teste de *Allium cepa* mostrou-se eficaz para avaliar o dano gerado pelos compostos estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contaminantes emergentes, qualidade da água, citotoxicidade, genotoxicidade, mutagenicidade.

**ABSTRACT:** Emerging contaminants are compounds resulting from anthropic activities, commonly dissolved in aquatic matrices, and whose concentrations are not yet established in environmental regulatory instruments. Pharmaceutical and personal care products, also classified as emerging contaminants, are considered to be first need products. However, despite of its degradation capacity, its constant use and release are making these substances more frequent in ecosystems. Since they are produced with the purpose of causing biological effects, even in small doses, it is relevant to know the effects of this class of compounds on non-target species. Genotoxicity bioassays in plants have advantages, considering that plants have similarities in chromosomal morphology when compared to animals and produce similar responses when submitted to chemical substances. The *Allium cepa* bioassay allows the evaluation of several “endpoints”, such as chromosomal aberrations and micronuclei, which makes this species the most used in genotoxicity assays. This work aims to present results obtained by studies that applied the *Allium cepa* bioassay to evaluate the cytogenotoxicity of pharmaceutical and personal care products, a category of emerging pollutants. The selected papers discussed the effects of triclosan (TCS) and carbamazepine (CBZ) on *Allium cepa*. The TCS caused chromosomal viscosity and disturbed anaphases and telophases, although no micronuclei were found. The CBZ genotoxic capacity is related to the generation of oxidative stress, producing hydroperoxides and oxidized proteins. Finally, it was concluded that the *Allium cepa* test system proved to be effective in assessing the damage caused by the studied compounds.

**KEYWORDS:** Emerging contaminants, water quality, cytotoxicity, genotoxicity, mutagenicity.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os contaminantes emergentes, contaminantes de interesse emergente, ou até mesmo micro contaminantes, são as substâncias que apresentam-se dissolvidas nas matrizes aquáticas cujas concentrações não estão previstas nos instrumentos regulatórios ambientais, sobretudo são compostos químicos resultantes das atividades antropogênicas, como os produtos de higiene pessoal, fármacos de uso humano e animal, antissépticos, retardantes de chama, surfactantes, dentre outros (JAIME- URBINA & VERA -SOLANO, 2020). Conforme os mesmos autores, embora sejam liberados em pequenas quantidades no ambiente, com o passar do tempo, em virtude do seu uso intensivo e generalizado, estes compostos tendem a acumulação e podem provocar efeitos negativos nos ecossistemas.

O Brasil ocupa a oitava posição em relação ao consumo mundial de medicamentos, atualmente existem cerca de 550 indústrias de fármacos, 7,1 mil farmácias de manipulação, 8,2 mil farmácias públicas e 5,4 mil hospitais (TONET et al., 2020). O alto consumo de medicamentos é ocasionado por uma combinação de vários fatores, dentre estes a automedicação, a estimulação da mídia, fácil acesso e equívocos posológicos, desse modo, a prática de descarte incorreto de medicamentos principalmente junto aos resíduos domésticos leva a impactos químicos na saúde pública e ecossistêmica, devido à presença destes componentes farmacêuticos ativos em águas e solo (TONET et al., 2020; MEDEIROS et al., 2020).

Os produtos farmacêuticos, que compõem a classe de poluentes emergentes, constituem-se como gêneros de primeira necessidade e uma das principais preocupações em relação a essas substâncias são relacionadas ao fato de não serem completamente removidos através dos sistemas de tratamento convencionais, gerando questionamentos quanto aos seus impactos negativos na saúde humana e ecossistêmica (CARVALHO FILHO et al., 2015). Independentemente de sua predisposição de serem degradados, o seu uso e liberação constantes conferem a essas substâncias um comportamento de pseudo-persistência, ressaltando-se a necessidade de conhecer os seus efeitos em organismos não-alvo (MEZZELANI et al., 2019).

A ânsia por conhecer agentes que possuem a capacidade de reagir com o DNA com o propósito de garantir a qualidade ambiental conduziu ao desenvolvimento de vários ensaios de genotoxicidade e mutagenicidade em uma ampla variedade de organismos (LEME E MARIN- MORALES, 2009).

Bioensaios vegetais possuem várias vantagens em relação aos ensaios animais e microbiológicos, uma vez que as plantas possuem semelhanças quanto à morfologia cromossômica quando comparadas com animais, bem como apresentam respostas semelhantes quando expostas a substâncias químicas (BHAT et al., 2019).

A cebola (*Allium cepa*) constitui-se como uma das espécies vegetais mais utilizadas em estudos de toxicidade e genotoxicidade, uma vez que permite a avaliação de diversos

“endpoints”, como aberrações cromossômicas e micronúcleos, fornecendo informações relevantes para avaliação dos mecanismos de ação dos agentes tóxicos sobre o material genético (efeitos clastogênicos ou aneugênicos) (GARCÍA-MEDINA et al., 2020).

Logo, o presente trabalho possui o objetivo de apresentar resultados obtidos por estudos que aplicaram o bioensaio de *Allium cepa* para avaliar a citogenotoxicidade dos produtos farmacêuticos e de cuidados pessoais, uma categoria de poluentes emergentes.

## 2 | METODOLOGIA

Este trabalho constituiu-se enquanto pesquisa bibliográfica, uma vez que desenvolveu-se a partir de materiais já elaborados (artigos científicos) (GIL, 2002), trazendo a abordagem de pesquisas que utilizaram o bioteste de *A. cepa* para avaliar os efeitos citogenotóxicos de produtos farmacêuticos. O site de buscas adotado nesta pesquisa foi o portal ScienceDirect, utilizando-se os termos “*Allium cepa*” and “Pharmaceuticals”. O critério para inclusão dos artigos baseou-se na leitura dos títulos e resumos e então foram selecionados dois artigos que enquadravam-se ao objetivo do presente trabalho.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionados dois artigos para compor o presente trabalho, conforme são apresentados na tabela 1 a seguir:

Título	Autores	Periódico	Ano
Toxicological evaluation of three contaminants of emerging concern by use of the <i>Allium cepa</i> test	HERRERO et al.	Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis	2012
The relationship between cytogenotoxic damage and oxidative stress produced by emerging pollutants on a bioindicator organism ( <i>Allium cepa</i> ): The carbamazepine case	GARCÍA-MEDINA et al.	Chemosphere	2020

Tabela 1: Artigos selecionados

Fonte: Próprio autor.

Embora o trabalho de HERRERO et al. (2012) tenha avaliado três contaminantes emergentes, o presente trabalho irá concentrar sua abordagem ao triclosan (TCS), uma substância antibacteriana que participa da composição de uma variedade de produtos de cuidados pessoais, como cosméticos e produtos de saúde, sendo detectado nos

ecossistemas aquáticos e fluidos corporais. As concentrações de TCS foram estabelecidas (1, 5, 10 e 30  $\mu\text{g/L}^{-1}$ ) com base em estudos preliminares. Para o estudo de inibição do crescimento das raízes e posterior cálculo da  $EC_{50}$ , os bulbos foram expostos por 72h às diferentes concentrações. Para o estudo dos parâmetros microscópicos, os bulbos foram expostos por 48h às diferentes concentrações, sendo posteriormente avaliados os parâmetros de citotoxicidade, genotoxicidade através das aberrações cromossômicas observadas e a mutagenicidade foi avaliada a partir da frequência de micronúcleos. Os resultados mostraram a redução do comprimento radicular dependente da dose de TCS, obtendo-se uma  $EC_{50}$  para esse composto de 1,8  $\mu\text{M}$ . Quanto ao índice mitótico, apenas as concentrações de 10 e 30  $\mu\text{g/L}^{-1}$  apresentaram diferença significativa, atuando de forma a reduzir o índice mitótico.

Em relação às anormalidades cromossômicas observadas, o TCS causou viscosidade cromossômica e anáfases e telófases perturbadas, embora não tenham sido verificados micronúcleos. Os autores frisaram que cromossomos pegajosos são considerados alterações irreversíveis, conduzindo à morte celular e segregação cromossômica perturbada são relacionados a distúrbios no fuso mitótico. Os dados obtidos por este estudo reforçam a afirmativa de dano ao DNA ocasionado por TCS em outras espécies, e fornecem uma compreensão abrangente dos riscos deste composto em organismos não- alvo. Por fim, ressaltou-se que plantas superiores devem ser utilizadas em sistemas- teste com o objetivo de conhecer o dano ambiental causado por contaminantes emergentes.

O trabalho de GARCÍA- MEDINA et al. (2020) utilizou o sistema teste de *Allium cepa* para avaliar os efeitos da carbamazepina (CBZ), um dos anticonvulsivantes mais detectados em corpos hídricos. Em tese, foram estudados os efeitos citogenotóxicos e sua possível relação com o estresse oxidativo produzido por concentrações ambientalmente realistas deste fármaco em *A. cepa*. Inicialmente, foi fixada a concentração 1  $\mu\text{g/L}^{-1}$ , por ser uma concentração ambiental realista deste composto, em seguida partir do conhecimento da concentração inibitória das raízes de *A. cepa* (31,36 $\text{mg/L}^{-1}$ ), foi traçada a segunda concentração, estabelecida pela relação de 1/1000  $IC_{50}$  (31,36  $\mu\text{g/L}^{-1}$ ), também classificada como ambientalmente relevante, uma vez que valores próximos a este foram detectados em trabalhos de monitoramento de corpos hídricos.

Foram avaliados os parâmetros de citotoxicidade, genotoxicidade e determinação do estresse oxidativo. O índice mitótico foi avaliado a partir da quantidade de células em divisão em relação a quantidade de células observadas, a genotoxicidade foi avaliada a partir do ensaio cometa e o estresse oxidativo foi determinado analisando-se proteínas carbonatadas (PCC), atividade da enzima catalase (CAT), níveis de lipoperoxidação (LPx) e hidroperóxidos (HPx).

Os resultados mostraram que a inibição do crescimento das raízes foi associada à redução do índice mitótico. A capacidade genotóxica da CBZ está relacionada à geração de estresse oxidativo, produzindo hidroperóxidos e proteínas oxidadas. O efeito citotóxico

relacionou-se com o dano ao DNA. Conforme mencionado pelos autores, o estudo em questão contribuiu para a compreensão do mecanismo pelo qual a CBZ causa efeitos adversos em organismos não- alvo, como as plantas superiores, sendo capaz de adentrar nas raízes e gerar estresse oxidativo em células meristemáticas, causando também danos a moléculas biológicas, como lipídeos, proteínas e material genético, este último a depender da dose de exposição. Por fim, ressaltou-se que as respostas a agentes citogenotóxicos em plantas e mamíferos são regidos por processos semelhantes.

O *Allium teste* constitui-se enquanto método barato e eficiente, sendo uma forma de avaliação de alterações cromossômicas. Este teste é validado pelo Programa Internacional de Segurança Química (IPCS, OMS) e o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP) como um eficiente teste para análise e monitoramento *in situ* da genotoxicidade de substâncias ambientais (CABRERA; RODRIGUEZ, 1999). Conforme LEME & MARIN-MORALES (2009) os bioensaios de citogenotoxicidade realizados com plantas podem ser considerados preditivos, uma vez que um produto químico capaz de provocar danos cromossômicos em plantas pode oferecer riscos a outros grupos de organismos, uma vez que o alvo toxicológico é o DNA, comum a todos os organismos.

## 4 | CONCLUSÕES

Produtos farmacêuticos são considerados contaminantes emergentes, e não há limites fixados nas legislação quanto à suas concentrações nos corpos hídricos, o estudo de seus efeitos ambientais devem ser realizados de modo a conduzir a aprovação de instrumentos legais que regulamentem suas concentrações, principalmente nas matrizes aquáticas, visando garantir a proteção da saúde ecossistêmica e humana. *Allium cepa* é uma espécie consagrada em testes de genotoxicidade e mostrou-se eficaz para avaliar o dano gerado pelos compostos estudados.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí- IFPI pelo incentivo à qualificação e ao Programa de Pós- Graduação em Ciências Ambientais -UFPel, pelo aprendizado.

## REFERÊNCIAS

BHAT, S. A.; CUI, G.; LI, FUSHENG; VIG, A. P. Biomonitoring of genotoxicity of industrial wastes using plant bioassays. **Bioresource Technology Reports**, p. 207-216. 2019. Elsevier.

CARVALHO FILHO, J. A. A.; ALBUQUERQUE, T. B. V.; SILVA, N. B. N.; FREITAS, J. B. A.; PAIVA, A. L. R. Gestão de resíduos farmacêuticos, descarte inadequado e suas consequências nas matrizes aquáticas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, 2018.

CABRERA, G.L., RODRIGUEZ, D.M.G. Genotoxicity of soil from farmland irrigated with wastewater using three plant bioassays. **Mutat Res-Fund Mol M**, v. 426, p 211-214, 1999.

GARCÍA-MEDINA, S. GALAR- MARTINEZ, M.; GÓMEZ-OLIVÁN, A. M.; TORRES- BEZAURY, B. M. D. C.; ISLAS-FLORES, H.; GASCA-PÉREZ, E. The relationship between cyto-genotoxic damage and oxidative stress produced by emerging pollutants on a bioindicator organism (*Allium cepa*): The carbamazepine case. **Chemosphere**, v. 253, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

PAIVA; A. L. R. Gestão de resíduos farmacêuticos, descarte inadequado e suas consequências nas matrizes aquáticas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, 2018.

HERRERO, O. PÉREZ MARTÍN, J.M.; FERNANDEZ FREIRE, P.; CARVAJÁL LOPÉZ, L.; PEROPADRE, A.; HANZEN, M. J. Toxicological evaluation of three contaminants of emerging concern by use of the *Allium cepa* test. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2011.12.028>

JAIME- URBINA, JULIANA; VERA-SOLANO, JAVIER (2020). Los contaminantes emergentes de las aguas residuales de la industria farmaceutica y su tratamiento por medio de la ozonización. **Informador Técnico**, v. 84, n. 2, p. 21-34. Disponível em: <https://doi.org/10.23850/22565035.2305>.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A.; *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research/Reviews in Mutation Research**. p. 71-81, 2009.

MEDEIROS, M. A.; COSTA, M. A.; FREITE, A. L. D. B.; BOSON, A. S.; MEDEIROS, D. O.; SOUSA, M. N. A. Descarte indevido de medicamentos: uma revisão integrativa sobre saúde coletiva e impactos socioecológicos. **Journal of Medicine and Health Promotion**, v.5, n.3, p.239-249, 2020.

MEZZELANI, M.; GORBI, S.; REGOLI, F. Pharmaceuticals in the aquatic environments: Evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms. **Marine Environmental Research**, v. 140, p. 41-60. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.05.001>. Acesso em: 16/06/2020.

TONET, G.; OLIVEIRA, K. M.; RIVERO-WENDT, C. L. G.; ARAÚJO, G. M.; BRITO, I. K.; GANASSIN, A. R.; MATIAS, R. Expired or Disused Drugs and Environmental Risks in the Municipality of Terenos, Mato Grosso do Sul. **Ensaio**, v. 24, n. 2, p. 170-182, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n2p170-182>.

# CAPÍTULO 8

## LEVANTAMENTO QUALITATIVO E QUANTITATIVO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO IGARAPÉ-SÃO LUIZ, SITUADO NO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA

*Data de aceite: 01/04/2021*

### **Sebastião da Cunha Lopes**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Belém-PA

### **Roberta Rios de Sousa**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Conceição do Araguaia-PA

### **Bruna Thaissa Martins Mendrade**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Conceição do Araguaia –PA

### **Dayse de Nazaré Cardoso Monteiro Rabelo**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Belém-PA

**RESUMO:** O Igarapé São Luiz localizado em Conceição do Araguaia - PA, sendo formado por pequenas nascentes naturais. Ao longo de sua extensão, vem sofrendo imensa influência do homem, principalmente pela construção de residências não planejadas em sua proximidade, onde os moradores acabam despejando os resíduos produzidos em suas residências. O trabalho tem como objetivo avaliar e classificar a composição dos resíduos despejados no leito do Igarapé São Luiz e relacionar com a presença dos moradores no entorno. Foi realizada a identificação dos pontos, o levantamento sazonal da qualidade e quantidade dos resíduos, aplicação de formulário para o levantamento de dados. Verificou-se a grande quantidade de resíduos que são despejados, chegando a um total de 38,12kg no período do

inverno e verão, sendo todos de característica doméstica como PET, plástico, vidro, isopor, alumínio, borracha, tecido e outros, os critérios utilizados para a separação dos resíduos foram estabelecidos de acordo com o código de cores da CONAMA – 275/2001. O ponto que mais se destacou quanto a quantidade e variedade foi o localizado próximo as moradias muito, utilizado pela população para lazer, a coleta chegou a pesar 31kg e não teve variações na qualidade em relação a sazonalidade. Os resíduos sólidos urbanos cada vez mais têm provocado impactos no meio ambiente, provocando assoreamento, poluição visual e nos recursos hídricos, dentre outros impactos, isso provem da herança cultural do mau gerenciamento dos mesmos. Onde foi possível perceber a falta de políticas públicas que possam auxiliar os moradores no gerenciamento correto dos resíduos sólidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impactos. Recursos hídricos. Educação Ambiental.

### QUALITATIVE AND QUANTITATIVE SURVEY OF SOLID WASTE IN STREAM-SÃO LUIZ, LOCATED IN THE MUNICIPALITY OF CONCEIÇÃO DO ARAGUAIA-PA

**ABSTRACT:** The São Luiz stream located in Conceição do Araguaia - PA is formed by small natural springs. Throughout its extension, it has been suffering immense influence from men, mainly for the construction of unplanned residences in its proximity, where the residents end up dumping the residues produced in their residences. The work aims to evaluate and classify the composition of the waste dumped in

the margin of stream São Luiz and to relate it to the presence of residents in the surroundings. The identification of the points was carried out, the seasonal survey of the quality and quantity of waste and the application of a form for data collection. There was a large amount of waste that is dumped, reaching a total of 38.12kg in the winter and summer, all of which are domestic features such as PETE, plastic, glass, styrofoam, aluminum, rubber, fabric and others. The criteria used for the separation of residues were established according to the CONAMA color code - 275/2001. The point that stood out the most in terms of quantity and variety was that located near the houses, used by the population for leisure. The collection came to weigh 31 kg and had no variations in quality in relation to seasonality. Urban solid waste has increasingly caused impacts on the environment, causing siltation, visual pollution and water resources, among others. This stems from the cultural heritage of their poor management. It was possible to notice the lack of public policies that can assist residents in the correct management of solid waste.

**KEYWORDS:** Impacts. Water resources. Environmental education.

## 1 | INTRODUÇÃO

O gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos urbanos gera impacto, provoca danos à saúde, ao meio ambiente, a biodiversidade e contribui com o processo de desertificação, além da poluição do ar e dos mananciais de água doce, dentre outros, resultando em mudanças climáticas e culminando na incidência de desastres naturais.

Nesse cenário, o homem figura como o principal modificador do meio ambiente, e o maior responsável pelo consumo e descarte de materiais, que vem ao longo dos anos. (LIMA, 2005, apud LIMA; SILVA, p.1, 2016). Sabe-se que a gerência inadequada e a disposição irregular dos resíduos sólidos, gera uma preocupação quanto aos recursos naturais existentes. Sendo que às áreas mais afetadas por essas implicações são aquelas que contam com assistência precária de saneamento básico.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira Registrada (NBR) nº. 10.004/2004 define resíduos sólidos como: “resíduos nos estados sólidos e semissólidos que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987, p. 2).

Partindo do contexto, é notório que os resíduos sólidos provocam impactos negativos ao meio, especialmente ao meio ambiente. Seus efeitos decorrentes da prática de descarte irregular e inadequado provocam a contaminação de rios e igarapés, seu assoreamento e poluição visual (MUCELIM; BELLINI, 2007).

Isso se explica pelos inúmeros fatores e elementos que influenciam os processos de produção, manipulação e de tratamento, além do crescimento populacional, da indústria, do processo de globalização, da economia, da heterogeneidade e da própria marginalidade, dentre outros aspectos.

Segundo Oliveira (2003) foi “a partir dos anos sessenta, que houve a ocupação das

margens de vários igarapés de cidades de modo mais intenso”. Atualmente os igarapés urbanos das cidades se encontram com suas margens habitadas por populações de baixa renda, as quais convivem com o resíduo que é disposto inadequadamente no seu curso, os quais se encontram poluídos em decorrência de tal prática.

Desse modo, torna-se relevante abordar o levantamento qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos no Igarapé - São Luiz situado no município de Conceição do Araguaia - PA, tendo como elemento norteador do levantamento, o descarte irregular de resíduos sólidos no leito do igarapé descrito, relacionando com a presença dos moradores próximos. O trabalho tem como objetivo avaliar e classificar a composição dos resíduos despejados no leito do Igarapé São Luiz e relacionar com a presença dos moradores no entorno

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização da pesquisa**

A pesquisa foi realizada no Igarapé São Luiz, com cerca de 8 km de extensão, situado na cidade de Conceição do Araguaia\PA, Sudeste do Pará. A escolha dos pontos adotou-se o critério de maior quantidade de casa no entorno do igarapé e com residência fixada há no mínimo 5 (cinco) anos no local, sendo escolhidos 5 pontos de coleta.

### **2.2 Coleta de dados**

O critério adotado para levantamento dos dados foi à aplicação de um formulário contendo 32 perguntas objetivas para 25 moradores, próximo ao igarapé. As perguntas foram sobre os aspectos socioeconômicos, hábito de vida, questões ambientais e destinação dos resíduos produzidos,

Para realização da pesquisa foram escolhidas duas estações do ano, sendo inverno e verão. As coletas foram realizadas no período de Maio e Setembro, onde foram coletados todos os resíduos encontrado, separados e pesado de acordo com os critérios da resolução CONAMA 275/2001 (estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos), para identificação de coletores, conforme a coleta: Azul: papel / papelão; Vermelho: plástico; Verde: vidro; Amarelo: metal; Preto: madeira; Laranja: resíduos perigosos; Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde; Roxo: resíduos radioativos; Marrom: resíduos orgânicos; Cinza: resíduos geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

## **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As famílias que residem próximo ao igarapé possuem nível socioeconômico baixo, o que explica, em certa medida, os motivos pelos quais os mesmos optaram por residir na referida área. Verificou-se através dos formulários quais os produtos usados nas residências que geravam embalagens vazias, permitindo relacionar com os resíduos que

foram coletados, sendo todos de origem doméstica, foram analisados segundo as normas da NBR 10.004/2004 da ABNT.

Analisando as informações na (Figura 1) abaixo, que demonstra a quantidade e a qualidades dos resíduos depositados no leito do Igarapé - São Luiz, os pontos que mais se destacaram pelas variações distintas, quanto a qualidade dos resíduos foram o ponto 1 e 3, chamando bastante atenção pela quantidade de resíduos depositados, principalmente no período do inverno.

Observado o quanto as variações sazonais exercem forte influência na disposição inadequada de resíduos no Igarapé. Segundo (Santos, 2004), a disposição dos resíduos sólidos urbanos apresenta problemas relacionados à instalação dos mesmos, ao espaço físico ocupado pelos rejeitos e o transtorno causado ao ambiente visualmente desagradável. No período de inverno, que é o período de maior concentração pluviométrica, onde os moradores costumam frequentar para lazer, lavar veículos (Carros, Motos e bicicletas), nesse período a quantidade de resíduos coletados no inverno foi superior ao período do verão. Essas quantidades de resíduos são resultado da destinação incorreta no entorno que são refletidos em problemas ambientais, sociais e de saúde pública.

A coleta foi realizada nos dois períodos, o inverno tendo um quantitativo maior, somando um total de (24,71kg) sendo que no período do verão chegaram a pesar apenas (13,41kg), as variações quanto à qualidade foram semelhantes, percebe-se que não ouvi mudança em ambos os períodos, pois foram coletados os mesmos tipos de resíduos, mesmo o Igarapé sendo mais frequentado pelas pessoas no período do inverno.

Alguns resíduos coletados se enquadram com as respostas dos moradores quanto aos produtos usados em suas residências, bebidas enlatadas (latinhas), garrafa de refrigerante (PET), garrafa de bebida alcoólica (vidro), caixa de leite (Tetraplac), vasilha de margarina, óleo de cozinha (Plásticos), os plásticos chegaram a pesar (7.1kg). Segundo Forlin (2002), os plásticos são considerados substratos inertes, com índices de decomposição variáveis por elementos ambientais, como luz, umidade, calor e microrganismos. A não degradabilidade no ambiente de materiais plásticos pós-consumo tem sido um dos fatores em que ambientalistas têm centrado suas campanhas.



Figura 1: Coleta de resíduos sólidos no Igarapé - São Luiz, situado em Conceição do Araguaia-PA/2019, (A- Garrafa Pet, B- Latas, C- Isopor, D- Plástico, E- Pneu, F- Vidro, G- Sandálias de Borracha, H- Papel).

Fonte: Souza; Mendrada; Lopes, 2019.

O ponto 1 por ser um local onde os moradores usam para lazer quando o igarapé está cheio, os resíduos encontrados tiveram uma maior variedade (10) e quantidade (31kg), foram encontrados sacolas plásticas, PET, tecido, borracha, isopor, latinhas, madeira, papelão, PVC e vidro, fazendo parte do que é consumido pelos moradores em suas residências, onde eles acabam despejando as embalagens no igarapé. Desses se destacam alguns materiais recicláveis, tais como vidro, alumínio, garrafa PET, conforme mostra (Figura 1) que podem contribuir para diminuição significativa da poluição, do solo, água e do ar.

Os moradores que residem no ponto 2, ficam em média 300 metros de distância do igarapé e não fazem uso dele para lazer o que faz dele um ambiente com poucos resíduos

(comparado com ponto 1 que já é mais próximo das residências, chegando a 10 metros distância e pelos moradores usarem para lazer) nesse ponto moradores de outros locais costumam frequentar mais no período do inverno, apenas para pescar. Foram encontradas algumas embalagens plásticas e uma garrafa PET (Tereftalato de Polietileno). Outro fato que chamou atenção é o cuidado que os moradores têm no local, pois realizam limpeza periodicamente. Verifica-se também a existência de placa de conscientização, “Proibido jogar lixo” esse tipo de aviso é importante por chamar a atenção das pessoas que por ali passam evitando o despejo de resíduos no local. No verão é possível visualizar uma maior quantidade de resíduos em virtude de o igarapé encontrar-se seco, segundo os moradores o mesmo apresenta-se sujo, odor forte, peixes mortos devido à seca.

O ponto 3, por ser um local que transitam pessoas e carros foi o segundo ponto com maior número de resíduos encontrados, cerca de nove diferentes tipos de resíduos, PET, Plástico, Borracha, Isopor, Alumínio, Papelão, Espuma, Tretraplac e Ferro. Ademais os resíduos encontrados somam um total de (5,50g), sendo que no período do “verão” a quantidade encontrada foi superior ao inverno, pois o Igarapé estava sem água, facilitando a coleta nos locais que antes eram só água, os resíduos que se destacam pela quantidade é o PET (1,1kg), Plástico (0,7kg) e a Borracha (0,2kg).

Observou-se também no ponto 3 que não tinham coletor de lixo e que os resíduos eram armazenados em sacolas plásticas para serem coletados pelo caminhão de lixo, mesmo os moradores separando os resíduos, próximo ao igarapé ainda se via muito resíduos, isso por ser um local de grande tráfego de pessoas, que acabam despejando no ponto, prejudicando a saúde dos indivíduos que ali residem. Todos os moradores foram unânimes em ressaltar que a destinação incorreta causa danos ao meio ambiente, prejudicando eles próprios. No “inverno” foram coletados uma quantidade maior de resíduos sendo da mesma qualidade do verão, Plástico (1,2kg), Ferro (0,9kg) e PET (1,1kg) e Plástico (0,9kg).

No ponto 4 e 5 foi observado que os moradores não frequentam o igarapé para lazer, diante disso a coleta nos dois períodos se limitou em três variações sendo sacolas plásticas (0,3kg) e borracha (0,3kg).

Analisando as informações da (Tabela 1) abaixo, que resume as qualidades dos resíduos sólidos e a quantidade, o ponto 1 acabou se destacando mais que os outros por ser um local que os moradores usam para lazer o que acaba influenciando cada vez mais o despejo inadequado do resíduo, momentos que as pessoas acabam levando algo para ser consumido, como pôde ser observado através dos formulários, ao questionar o tipos de recipiente de bebidas ou alimentos que são levados para o igarapé, boa parte disseram ser garrafas de vidro, latinhas de alumínio, recipientes plásticos contendo alimentos e outros.

TIPOS DE RESÍDUOS	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4		PONTO 5	
	INV	VER	INV	VER	INV	VER	INV	VER	INV	VER
(Pet)	2,4	2,4	0,1	0,2	1,1	0,7	-	-	-	-
Vidro	3,3	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
Plástico	7,1	2,3	0,09	0,11	0,9	1,2	0,1	-	0,1	0,1
Tecido	1,0	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Borracha	2,4	0,9	-	-	0,2	-	0,1	-	0,02	-
Isopor	1,7	1,5	-	-	0,07	-	-	-	-	-
Alumínio	0,4	0,2	-	-	0,11	-	-	-	0,1	-
Papelão	0,6	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
PVC	0,1	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
Espuma	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	-
Tretraplac	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-
Madeira	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferro	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-
<b>TOTAL KG</b>	<b>21,4</b>	<b>9,6</b>	<b>0,19</b>	<b>0,31</b>	<b>2,5</b>	<b>3,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,22</b>	<b>0,1</b>

Legenda: INV – Inverno / VER -Verão

Tabela 1: Dados sazonais relacionados sobre a coleta dos resíduos no Igarapé - São Luiz

Fonte: Souza; Mendrada; Lopes, 2019

Carvalho e Silva (2008) destacam que toda essa problemática surge em função da insensibilidade social em cuidar do descarte dos resíduos que geram. As possíveis causas provem dos maus hábitos enraizados, junto, a falta de infraestrutura, condições básicas e informações sobre o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

Os demais pontos de coletas, segundo os dados do formulário os moradores locais não usufruem do mesmo para lazer, mas já foi observado uma ou duas vezes pessoas de fora passarem no local para tomar banho isso no ponto 3, durante essas visitas acabam despejando resíduos, podendo ser observado conforme o formulário, pois foram coletados alguns tipos de resíduos que não foram citados como consumo pelos moradores, o que leva a entender que uma parte do que foi coletado vem de outro local como ferro, espuma, PVC. Assim sendo, o comportamento da população em geral no manejo dos resíduos está relacionado com a organização do sistema de gerenciamento da cidade, a falta de conscientização se torna generalizada.

De acordo com Teixeira (2001), a responsabilidade pelo manuseio e destinação de um determinado tipo de resíduo cabe ao gerador do mesmo. No caso dos resíduos sólidos encontrados no Igarapé, é primeiramente assumida pela pessoa que o descartou, podendo ser separado e despejado de forma correta para depois se tornar responsabilidade da

Administração Pública Municipal, que recebe da sociedade esta incumbência.

## 4 | CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados, pode ser observado o quanto os maus hábitos dos moradores influenciam no gerenciamento dos resíduos sólidos, o que provoca grandes problemas ambientais. A investigação aponta que os resíduos sólidos apresentam impactos negativos ao Igarapé, provocando assoreamento, poluição visual e no recurso hídrico, dentre outros impactos. Partindo disso, o principal intuito dessa pesquisa de verificar, qualificar e quantificar os resíduos sólidos nas margens do Igarapé – São Luiz, onde foi possível perceber a falta de conscientização e políticas públicas que auxiliem os moradores no gerenciamento adequado.

As coletas mostraram os diferentes tipos de resíduos sólidos que são despejados no leito do Igarapé, foram qualificadas, treze diversidades, no geral o acúmulo desses resíduos foram bastantes elevados comparado com as quantidades de residências próximo ao Igarapé.

Também sendo necessário que o poder público com apoio das Instituições de Ensino promova ações para que realmente torne o acondicionamento adequado desses rejeitos, uma das propostas seria desenvolver ações construtivas com práticas que possa envolver a comunidade, começando pela coleta seletiva que é uma ação que propõe diminuir a quantidade de resíduos que de fato possam ser destinados ao aterro sanitário.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10004. CLASSIFICAÇÃO - RESÍDUOS SÓLIDOS, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. FÓRUM NACIONAL DE NORMATIZAÇÃO: NBR 10.004. Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 1987.

CARVALHO, E. M. A.; SILVA, I. A.F. Análise Diagnóstico sobre a gestão dos resíduos sólidos: um Estudo de caso no aterro sanitário de Cuiabá-MT, 2008. Disponível em: <<http://www.aedb.br/segf/arquivos/artigos11/26114233.pdf>>. Acesso em: 19 de Nov. 2019.

FORLIN, F. J. & FARIA, J. A. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. Polímeros: Ciência e Tecnologia. V.2, n.1, p.1-10. 2002.

LIMA, Adriana Alves de. SILVA, Anna Kelly Moreira da. Percepção ambiental e diagnóstico dos resíduos domiciliares disposto nos aterros baldios do bairro José Euclides Sobral/CE – VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. Campina Grande/ PB: 21 A 24 de /2016. p 1- 8.

MUCELIM, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano, sociedade & natureza, Uberlândia, 20 (1): p 111-124, jun. 2008.

OLIVEIRA, J. A. de. **Cidade doce e dura em excesso**. Manaus: Manaus de 1920 a 1967. Ed. Valer, 2003. Organizador: Atena. Editora, Ponta Grossa, PR, p1-176, 2008.

SANTOS, A. S. F.; Et al. **Tendências e desafios da reciclagem de embalagem plásticas**. Polímeros: Ciências e tecnologia, vol. 14, n 5, 2004. p 307-3012.

TEXEIRA, B. A. N. Gestão dos resíduos sólidos: Desafio para as cidades: CARVALHO. P. F. C.; BRAGA, R. (orgs.) **Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias**. Rio Claro, SP: Laboratório de planejamento municipal/ Deplan/ IGCE-UNEST, 2001. P.77-85.

# CAPÍTULO 9

## BIOMONITORAMENTO DE METAIS PESADOS (Cu, Zn e Cd) EM AMBIENTES ESTUARINOS USANDO OSTRAS *Crassostrea rhizophorae*

Data de aceite: 01/04/2021

**Valesca Barreto Luz**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/4488802815016137>

**Joaquim Alexandre Moreira Azevedo**

Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/2531978686967018>

**Alexandre Bomfim Barros**

Instituto Federal de Alagoas, Campus  
Avançado Benedito Bentes  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/1022009858231351>

**Aline de Moraes Amaral Barros**

Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/3528690054214069>

**Velber Xavier Nascimento**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6591750584705868>

**Paulo Rogério Barbosa de Miranda**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7804594310848607>

**Danyella Caroline do Couto Almeida**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6046110706844403>

**Ana Claudia Ávila Mendonça de Lyra**

Centro Universitário Cesmac  
Maceió – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7785018046729857>

**Tania Valeska Medeiros Dantas Simões**

Embrapa Tabuleiros Costeiros  
Aracaju-Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/1901222464117835>

**RESUMO:** As regiões estuarinas desenvolvem uma vegetação de floresta de manguezal que pode ser definida e caracterizada pela associação de árvores e arbustos (*Rhizophora mangle*, *Avicennia sp.*), além de algumas gramíneas (*Spartina sp.*). Todas estas são plantas halófitas, que se desenvolvem em planícies de marés protegidas, margeando lagunas e estuários de regiões quentes e úmidas. Nesse ambiente encontram-se os moluscos bivalves que são amplamente usados como bioindicadores de poluição por metais pesados por apresentarem grande distribuição nos ecossistemas costeiros que são mais suscetíveis à poluição, são abundantes e de fácil coleta e são organismos sésseis com um baixo nível de atividade enzimática, assim atuam menos no metabolismo desses poluentes. Com relação aos metais pesados, estes são quimicamente definidos como um grupo de elementos quimicamente muito reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz, tal designação deriva do fato de apresentarem um elevado número atômico. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura para demonstrar a presença de metais pesados com ênfase no Cu, Zn e Cd, nos ambientes estuarinos utilizando a ostra *Crassostrea rhizophorae* e o quanto esse poluente interfere na saúde humana e animal.

Foi utilizada uma metodologia em pesquisas em bases de dados nacionais e internacionais, utilizando os descritores “Biomonitoramento”, “metais pesados”, “Ostras Mangues”, priorizando os últimos 20 anos. Como resultados dos estudos apresentados para Cu, Zn e Cd, grandes concentrações desses metais foram encontrados nos ambientes estuarinos, sugerindo poluição nos ambientes aquáticos e conseqüentemente riscos à saúde humana e animal. Considera-se, por meio do estudo realizado, que a ostras *Crassostrea rhizophorae* proveniente dos estuários apresentaram concentrações de todos os metais propostos na pesquisa, isso demonstra seu caráter acumulador e bioindicador.

**PALAVRAS-CHAVE:** Floresta de manguezais, Ostras de mangue, Elemento traço, Bioindicador.

### BIOMONITORING OF HEAVY METALS (Cu, Zn and Cd) IN ESTUARINE ENVIRONMENTS USING OYSTERS *Crassostrea rhizophorae*

**ABSTRACT:** The estuarine regions develop mangrove forest vegetation that can be defined and characterized by the association of trees and shrubs (*Rhizophora mangle*, *Avicennia* sp.), In addition to some grasses (*Spartina* sp.). All of these are halophyte plants, which grow on protected tidal plains, bordering lagoons and estuaries in hot and humid regions. In this environment, bivalve molluscs are found, which are widely used as bioindicators of heavy metal pollution because they are widely distributed in coastal ecosystems, which are more susceptible to pollution, are abundant and easily collected and are sessile organisms with a low level of enzymatic activity. , thus they act less in the metabolism of these pollutants. With regard to heavy metals, these are chemically defined as a group of chemically very reactive and bioaccumulative elements, that is, the organism is not able to eliminate them quickly and effectively, such designation derives from the fact that they present a high number atomic. This work aims to present a literature review to demonstrate the presence of heavy metals with an emphasis on Cu, Zn and Cd, in estuarine environments using the oyster *Crassostrea rhizophorae* and how much this pollutant interferes with human and animal health. A methodology was used in research in national and international databases, using the descriptors “Biomonitoring”, “heavy metals”, “Ostras Mangues”, prioritizing the last 20 years. As a result of the studies presented for Cu, Zn and Cd, large concentrations of these metals were found in estuarine environments, suggesting pollution in aquatic environments and consequently risks to human and animal health. It is considered, through the study carried out, that the oysters *Crassostrea rhizophorae* coming from the estuaries presented concentrations of all metals proposed in the research, this demonstrates their accumulator and bioindicator character.

**KEYWORDS:** Mangrove forest, Mangrove oysters, Trace element, Bioindicator.

## INTRODUÇÃO

Segundo Domingos et al. (2006), “As regiões estuarinas são extremamente importantes do ponto de vista biológico, pois apresentam alta riqueza de espécies e podem ser consideradas como “berçário” para diversas espécies marinhas, tanto pela proteção quanto pela grande disponibilidade de nutrientes”.

Nessas regiões se desenvolve uma vegetação de floresta de manguezal que pode ser definido e caracterizado pela associação de árvores e arbustos (*Rhizophora mangle*, *Avicennia* sp.), além de algumas gramíneas (*Spartina* sp.), todas plantas halófitas, que se desenvolvem em planícies de marés protegidas margeando lagunas e estuários de regiões quentes úmidas. Os substratos desses ambientes são, em geral, lamosos e ricos em matéria orgânica (FERREIRA, 2002). Segundo Querino et al. (2011), manguezais são encontrados ao longo das costas tropicais e subtropicais e são considerados as únicas florestas que se desenvolvem em ambientes halófilos.

A ostra *Crassostrea rhizophorae* é um dos bivalves mais comuns e abundantes que habitam os ecossistemas de mangue. A espécie é comumente unida às raízes do manguezal vermelho *Rhizophora mangle* e é comercialmente explorada tanto da extração natural como cultivada (INVESTIGACIONES; GUAYANA, 2007).

Moluscos bivalves são amplamente usados como indicadores de poluição por metais pesados por apresentarem grande distribuição nos ecossistemas costeiros que são mais suscetíveis à poluição, são abundantes e de fácil coleta e são organismos sésseis com um baixo nível de atividade enzimática, assim atuam menos no metabolismo desses poluentes. Além disso, estes organismos despertam grande interesse econômico por serem utilizados pelo homem como fonte de alimento. Vários autores têm usado moluscos bivalves em estudo de bioacumulação e no monitoramento da contaminação ambiental (OTCHERE; JOIRIS; HOLSBECK, 2003).

Os metais pesados são quimicamente definidos como um grupo de elementos situados entre o Cobre (Cu) e o Chumbo (Pb) na tabela periódica. Estes metais são quimicamente muito reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los de uma forma rápida e eficaz, tal designação deriva do fato de apresentarem um elevado número atômico e não propriamente devido a sua densidade. (ROCHA, 2009). Segundo a IUPAC existe uma ampla tentativa de conceituar e definir o termo “metal pesado”, porem cada “metal” deve ser estudado separadamente de acordo com suas características químicas, biológicas e propriedade toxicológicas (DUFFUS, 2004).

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura para demonstrar a presença de metais pesados com ênfase no Cu, Zn e Cd, nos ambientes estuarinos utilizando a ostra *Crassostrea rhizophorae* e o quanto esse poluente interfere na saúde humana e animal.

## **METODOLOGIA**

Foram consultadas bases de dados nacionais e internacionais, utilizando os descritores “Biomonitoramento”, “metais pesados”, “Ostras Mangues”, priorizando os últimos 20 anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando resultados das concentrações para Cu e Zn respectivamente, os estudos de Castello et al. (2010), na Baía de Paranaguá (PR) e na Baía de Guaratuba (PR), que apresentou níveis de Cu ( $331,50 \mu\text{g.g}^{-1}$  -  $121,98 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) e Zn ( $2751,03 \mu\text{g.g}^{-1}$  -  $1531,34 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) como também para Amado Filho et al. (2008), em Botelho (BA) e em Tapera (BA), onde os resultados para Cu foram de  $276,1 \mu\text{g.g}^{-1}$  -  $526,1 \mu\text{g.g}^{-1}$  e para Zn ( $2099 \mu\text{g.g}^{-1}$  -  $4733 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

A presença de Cu e Zn no ambiente, mais especificamente na ostra-mangue pode estar associada a fontes natural e a antrópicas. De forma natural, esses metais são encontrados nas rochas e sedimentos onde a forma de liberação poderá variar de acordo com a mudança de região. Para Aguirre Rubí et al. (2017), a liberação desses metais se torna mais elevadas na estação chuvosa devido ao aumento da deposição de sedimentos. Na forma antrópica, segundo Aguirre Rubí et al. (2017), o escoamento urbano, os esgotos e os efluentes industriais podem representar a principal fonte.

De acordo com o Decreto 55871/65, Brasil, Ministério da Saúde (1965), que determina limite máximo para consumo de  $50 \mu\text{g.g}^{-1}$  e  $30 \mu\text{g.g}^{-1}$ , para Zn e Cu respectivamente, o resultado encontrado para Cu e Zn foi significativamente elevado, que pode ser um indicativo de contaminação ambiental. Segundo Lima et al. (2015), a ingestão do Zn, acima do limite, pode causar danos à saúde humana, como fisionomia empalidecida, diarreia e anemia.

No caso do Cd a média das concentrações foram encontrados nos estudos de Wanick et al. (2012), em Paraty (RJ) ( $4,4 \mu\text{g.g}^{-1}$ ). Já em Frías Espericueta et al. (2008), em Altata-Ensenada del Pabellón (México) ( $6,47 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), e para Burioli et al. (2017) na Costa da Itália ( $0,23 \mu\text{g.g}^{-1}$ ), para Mok et al. (2015), na Costa da Coréia do Sul ( $0,59 \mu\text{g.g}^{-1}$ ) e para Da Araújo et al. (2016) na Baía de Aratu (BA) ( $0,44 \mu\text{g.g}^{-1}$ ).

Segundo Rocha (2009), a presença do Cd está associada à poluição industrial, na produção de baterias, tintas e plásticos, e à urbana, com a queima de combustíveis fósseis, lixo urbano e sedimentos de esgoto. Por ser um metal que não participa do processo fisiológico e que foi detectado nas ostras-mangue, pode-se perceber que as ostras são excelentes bioindicadores de poluição ambiental. Segundo Lima et al. (2015), a contaminação pelo Cd pode causar, no ser humano, disfunção renal, distúrbios imunológicos, enfisema pulmonar e osteoporose.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se, por meio do estudo realizado, que a ostras *Crassostrea rhizophorae* proveniente dos estuários apresentaram concentrações de todos os metais propostos na pesquisa, isso demonstra seu caráter acumulador e bioindicador.

Considerando que os metais pesados quando encontrados nos ecossistemas

promovem um desequilíbrio ambiental, sugere-se que estudos de biomonitoramento sejam periodicamente realizados visando ações de preservação, conservação e recuperação, bem como subsidiar estudos relacionados com o risco a saúde humana.

## REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-RUBÍ, J. R. et al. **Chemical contamination assessment in mangrove-lined Caribbean coastal systems using the oyster *Crassostrea rhizophorae* as biomonitor species.** Environmental Science and Pollution Research, p. 1–20, 2017.
- AMADO-FILHO, G. M. et al. **Heavy metals in benthic organisms from Todos os Santos Bay, Brazil.** Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia, v. 68, n. 1, p. 95–100, 2008.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Decreto 55.871 de 26 de março de 1965, Diário Oficial da União: Brasília, 1965 (09 de abril de 1965).
- BURIOLI, E. A. V. et al. **Trace element occurrence in the Pacific oyster *Crassostrea gigas* from coastal marine ecosystems in Italy.** Chemosphere, v. 187, p. 248–260, nov. 2017.
- CASTELLO, B. D. F. L. **Avaliação das teorias de As, Cu, Cd, Ni e Cd em ostras, *Crassostrea Rhizophorae* (Guilding, 1828), nas baías de Paranaguá e Guaratuba, Paraná.** p. 56, 2010.
- DA ARAÚJO, C. F. S. et al. **Cadmium and lead in seafood from the Aratu Bay, Brazil and the human health risk assessment.** Environmental Monitoring and Assessment, v. 188, n. 4, 2016.
- DOMINGOS, F. X. V. **Biomarcadores De Contaminação Ambiental Em Peixes E Ostras De Três Estuários Brasileiros E Cinética De Derivados Solúveis Do Petróleo Em Peixes.** n. September 2016, p. 130, 2006.
- DUFFUS, H.S. **“Heavy Metals—A Meaningless term International union of pure and applied chemistry and human heal division clinical chemistry section commission of toxicology mistry section, comission on toxicology.** Pure and Applied Chemistry, Oxford, v. 74, n. 5, p. 793–807, 2004.
- FERREIRA, T. O. **Solos de mangue do rio crumahú (Guarujá - SP): pedologia e contaminação por esgoto doméstico.** Esalq/Usp, 2002.
- FRÍAS ESPERICUETA, M. G. et al. **The metal content of bivalve molluscs of a coastal lagoon of NW Mexico.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, v. 80, n. 1, p. 90–92, 2008.
- INVESTIGACIONES, E. DE; GUAYANA, H. DE. **Boletín del centro de investigaciones.** n. 1, p. 44–59, 2007.
- LIMA, D. P. DE et al. **Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil.** Acta Amazonica, v. 45, n. 4, p. 405–414, 2015.
- MOK, J. S. et al. **Bioaccumulation of heavy metals in oysters from the southern coast of Korea: Assessment of potential risk to human health.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, v. 94, n. 6, p. 749–755, 2015.

OTCHERE, F. A.; JOIRIS, C. R.; HOLSBEEK, L. and *Crassostrea tulipa* from Ghana. *Environment*, v. 304, p. 369–375, 2003.

QUERINO, C. A. S. et al. **Estudo da radiação solar global e do índice de transmissividade (KT), externo e interno, em uma floresta de mangue em Alagoas – Brasil.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, p. 204–214, 2011.

ROCHA, A. F. DA. **Cádmio, chumbo, mercúrio: a problemática destes metais pesados na Saúde Pública:** monografia : Cadmium, lead, mercury:the issue of these metals in Public Health? p. 63, 2009.

# CAPÍTULO 10

## UM ESTUDO SOBRE A PRESENÇA DO CONTAMINANTE EMERGENTE DICLOFENACO EM AMBIENTES AQUÁTICOS BRASILEIROS

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

### **Julia Kaiane Prates da Silva**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/8043172936883765>

### **Jéssica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel  
Professora DE do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí -IFPI  
Mestranda em Ciências Ambientais - PPGCamb  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7569926566405974>

### **Jéssica Torres dos Santos**

Universidade Federal de Pelotas - UFPel  
Mestranda em Ciências Ambientais – PPGCamb  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/8535897129145784>

### **Caroline Menezes Pinheiro**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/5984557031030431>

### **Maurizio Silveira Quadro**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas - RS  
<http://lattes.cnpq.br/1749935262841216>

### **Robson Andreazza**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas - RS  
<http://lattes.cnpq.br/5706766977817721>

### **Cicero Coelho de Escobar**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas - RS  
<http://lattes.cnpq.br/2824357187395679>

### **Mery Luiza Garcia Vieira**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas - RS  
<http://lattes.cnpq.br/4150741435340492>

### **Louise Hoss**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7104580814200147>

### **Vitória Sousa Ferreira**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/3524863629564508>

### **Carolina Faccio Demarco**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/2824357187395679>

### **Thays França Afonso**

Universidade Federal de Pelotas – UFPel  
Pelotas – RS  
<http://lattes.cnpq.br/4434140906417586>

**RESUMO:** Atualmente, os contaminantes emergentes têm chamado a atenção da comunidade científica devido a sua presença em matrizes aquáticas. Estes compostos possuem alta persistência e baixa biodegradabilidade. Dentre os fármacos que merecem atenção, o diclofenaco destaca-se por sua alta prioridade de monitoramento, devido aos potenciais efeitos

ecológicos e a elevada presença no ambiente aquático. Além disso, estimativas mostraram que 15% deste composto é excretado inalterado após o consumo. É válido ressaltar que os sistemas convencionais de tratamento de águas residuais não removem eficazmente o diclofenaco e, portanto, é necessária a atualização das estações de tratamento a fim de impedir a sua entrada nos ecossistemas. Deste modo, levando em consideração a presença de contaminantes emergentes nos ambientes aquáticos, os quais podem provocar riscos aos ecossistemas e à saúde humana, o presente trabalho tem como objetivo apresentar informações acerca de estudos de monitoramento de fármacos no ambiente. A abordagem será direcionada para o diclofenaco, apresentando as concentrações detectadas desta substância, bem como as causas relacionadas com a sua presença no ambiente. Dentre as pesquisas realizadas, as maiores concentrações são apresentadas a seguir: 8.250  $\mu\text{g/L}$ , 10.300  $\mu\text{g/L}$  e 10.900  $\mu\text{g/L}$ , esta última detectada em águas superficiais do Córrego Cedro, Presidente Prudente- SP. Concluiu-se com o presente trabalho que a ocorrência e concentração de diclofenaco em matrizes ambientais estão integralmente relacionadas com a densidade populacional, o descarte incorreto de medicamentos e a baixa eficiência de remoção deste composto a partir dos sistemas de tratamento adotados nas ETE's.

**PALAVRAS-CHAVE:** tratamento de esgoto, matrizes aquáticas, fármacos, alta persistência, poluição ambiental.

**ABSTRACT:** Currently, the emerging contaminants draw the attention of the scientific community due to their presence in aquatic matrices. These compounds have high persistence and low biodegradability. Among the pharmaceutical drugs that deserve attention, diclofenac stands out for its high monitoring priority, due to the potential ecological effects and the high presence in the aquatic environment. In addition, estimates have shown that 15% of this compound is excreted unchanged after consumption. It is worth noting that conventional wastewater treatment systems do not effectively remove diclofenac and, therefore, it is necessary to update treatment plants in order to prevent its entry into ecosystems. Thus, considering the presence of emerging contaminants in aquatic environments, which can cause risks to ecosystems and human health, the present work aims to present information about studies on the monitoring of pharmaceutical drugs in the environment. The approach will be directed to diclofenac, presenting the detected concentrations of this substance, as well as the causes related to its presence in the environment. Among the surveys carried out, the highest concentrations are presented below: 8,250  $\mu\text{g/L}$ , 10,300  $\mu\text{g/L}$  and 10,900  $\mu\text{g/L}$ , the latter detected in surface waters of Córrego Cedro, Presidente Prudente-SP. It was concluded with the present work that the occurrence and concentration of diclofenac in environmental matrices are integrally related to the population density, the incorrect disposal of medicines and the low efficiency of removal of this compound from the treatment systems adopted in the Effluent Treatment plants.

**KEYWORDS:** effluent treatment, aquatic matrices, pharmaceutical drugs, high persistence, environmental pollution.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido crescente a preocupação com os chamados

contaminantes emergentes possivelmente presentes nas águas superficiais e subterrâneas (Ranade et al, 2014). Esses contaminantes incluem os produtos farmacêuticos, produtos de cuidados pessoais, pesticidas, surfactantes e corantes (Halden, 2015). De maneira geral, esses compostos possuem alta persistência e baixa biodegradabilidade. Como consequência, produtos farmacêuticos e seus metabólitos têm sido cada vez mais encontrados em vários corpos d'água, incluindo águas superficiais e efluentes de estações de tratamento de águas residuais.

Revisões recentes indicaram a presença de várias classes de compostos farmacêuticos em matrizes aquosas, como analgésicos, antiinflamatórios, hormônios, conservantes e desreguladores endócrinos (Kasprzyk-Hodern et al, 2008; Kostich et al, 2014; Halden, 2015).

O crescimento populacional e o aumento da expectativa de vida tem elevado a demanda por medicamentos, os quais são projetados com a finalidade de melhorar a saúde humana. Este fato tem chamado a atenção da comunidade científica para monitorar e detectar a presença destes produtos no ambiente, já que muitas vezes os medicamentos são descartados de forma incorreta. Os impactos ambientais relacionados a presença desses compostos químicos no ecossistema ainda permanecem pouco conhecidos e necessitam ser estudados mais profundamente (SILVA, 2017).

De acordo com SOUZA; AQUINO; SILVA (2020), “a principal rota de entrada de resíduos de fármacos no ambiente é o lançamento de esgotos domésticos, tratados ou “in natura”, nos cursos d’água”. No contexto dos medicamentos consumidos pelo ser humano, uma parcela deles entra no ambiente aquático na forma inalterada ou como metabólito, pois o tratamento realizado não é totalmente eficiente, visto que remove apenas uma porção da carga desses contaminantes (AQUINO; BRANDT; CHERNICHARO, 2013).

Dentre os fármacos que merecem atenção, alguns autores citam o diclofenaco com alta prioridade de monitoramento (Sui et al., 2012), sobretudo devido aos potenciais efeitos ecológicos no meio aquático. O diclofenaco é um dos antiinflamatórios não esteroidais mais amplamente disponíveis e amplamente utilizado para reduzir a inflamação e como analgésico em condições como artrite ou lesão aguda. As estimativas mostraram que 15% deste composto é excretado inalterado após o consumo (Landsdorp, 1990). Outros estudos sugerem que é um dos fármacos mais frequentemente detectados no ambiente aquático (Andrade et al, 2014). Importante ressaltar também que os sistemas convencionais de tratamento de águas residuais não removem eficazmente o diclofenaco e, portanto, é necessário desenvolver métodos para removê-lo do ambiente aquático de forma mais eficaz.

Deste modo, levando em consideração a presença de medicamentos em ambientes aquáticos, os quais podem provocar riscos aos ecossistemas e à saúde humana, o presente trabalho tem como objetivo apresentar informações acerca de estudos de monitoramento de fármacos no ambiente, direcionando a abordagem para a concentração de diclofenaco,

apresentando as concentrações ambientais realistas encontradas desta substância, bem como as causas que estão relacionadas com a presença deste fármaco no ambiente.

## 2 | METODOLOGIA

Este trabalho foi conduzido através de uma revisão sistemática de trabalhos científicos que contemplam temas relacionados à ocorrência do diclofenaco no meio ambiente e os possíveis riscos à saúde humana e animal. O mecanismo adotado para a busca de artigos foi o Portal de Periódicos Capes, utilizando-se a ferramenta “assunto” e “busca avançada”, foram inseridos os termos “diclofenaco” e “águas superficiais” separados pelo operador booleano “AND”. Desta busca, foram selecionados dois artigos após a leitura de seus resumos e avaliação de que os mesmos se enquadram nos objetivos do presente trabalho. Também foi inserido um artigo encontrado através da ferramenta de busca Google Acadêmico.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as principais informações sobre a ocorrência e concentração de diclofenaco em amostras coletadas no Brasil durante os últimos cinco anos.

Local	Concentração máxima ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Compartimento ambiental analisado	Método de detecção	Referência
Bacia hidrográfica do Alto Iguaçu, Curitiba, Paraná.	0,285 (Rio Alto Iguaçu) 0,054 (Rio Atuba) 0,061 (Rio Belém)	Águas superficiais e sedimento	Cromatografia em fase gasosa. Detector de ionização por chama.	(KRAMER et al., 2015)
Córrego do Veado/Limoeiro e Cedro, Presidente Prudente, São Paulo.	10.900 (Córrego Cedro) 10.300 (Córrego Veado Limoeiro)	Águas superficiais	Cromatografia líquida de alta eficiência. Detector de arranjos diodos.	(STELATO et al., 2016)
Córrego da Onça, Três Lagoas, Mato Grosso do Sul.	8.250	Águas superficiais	Cromatografia líquida de alta eficiência. Detector de arranjos diodos.	(AMÉRICO-PINHEIRO et al., 2017)

Tabela 1: Ocorrência e concentração de diclofenaco em amostras coletadas em regiões brasileiras.

Fonte: Autor (2021)

De acordo com os dados da Tabela 1, observa-se que os autores utilizaram como

método de detecção do diclofenaco as análises de cromatografia gasosa e cromatografia líquida de alta eficiência. Além disso, tendo em vista que as amostras foram coletadas de matrizes aquosas reais, em todos os casos os autores relatam o uso de extração do diclofenaco em fase sólida com cartuchos C18.

KRAMER et al. (2015) coletaram e analisaram água e sedimentos da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu, localizada na Região Metropolitana de Curitiba-PR, a qual apresenta alta densidade demográfica em seu entorno e, conseqüentemente, problemas na qualidade da água de seus rios. Embora a pesquisa tenha sido realizada com coletas abrangendo o sedimento e a água, o diclofenaco foi detectado apenas nas amostras de água e este fato foi justificado pela tendência natural do fármaco de estar presente na coluna d'água e não incorporada nos sedimentos. O diclofenaco foi amplamente detectado e quantificado, chegando a concentrações de  $0,285 \mu\text{g L}^{-1}$  no rio Iguaçu, sendo também detectado nos rios Atuba com concentração de  $0,043 \mu\text{g L}^{-1}$  a montante e  $0,054 \mu\text{g L}^{-1}$  a jusante da ETE. No rio Belém, a concentração de diclofenaco chegou a  $0,061 \mu\text{g L}^{-1}$ . A presença desses compostos nos rios amostrados confirma a interferência antrópica que a bacia hidrográfica sofre por influência da desordenada urbanização. Os autores encontraram correlação entre as concentrações de diclofenaco, a ETE e o lançamento de esgoto domésticos nos rios. Conforme Carvalho Filho et al. (2018) a contaminação por fármacos tem atingido muitos mananciais e constitui-se como um desafio para as estações de tratamento de água e esgoto, uma vez que os tratamentos convencionais são ineficientes para sua remoção e sua presença pode acarretar impactos negativos tanto na saúde humana quanto para organismos aquáticos.

Já STELATO et al. (2016) avaliaram a influência da pluviosidade na presença de diclofenaco em períodos de chuva e de estiagem ao longo dos córregos do Veado/Limoeiro e Cedro, em Presidente Prudente-SP, sendo que os maiores níveis de concentração foram detectados nos períodos chuvosos. Segundo os autores, estes valores podem estar relacionados com a formação geológica do município, o qual propicia a ocorrência de alagamentos e facilita o deslocamento de resíduos sólidos para os recursos hídricos. Os autores também atribuíram as concentrações altas de diclofenaco com a presença do lançamento de esgoto doméstico "in natura" nos referidos corpos hídricos, bem como a ocupação desordenada e a ausência de planejamento urbano, e também à ineficiência da estação de tratamento de esgoto na remoção dos referidos compostos.

O estudo elaborado por AMÉRICO-PINHEIRO et al. (2017) investigaram a presença de fármacos, dentre estes o diclofenaco, em um estudo de monitoramento que durou um ano, realizado no córrego da Onça, localizado no município de Três Lagoas-MS, o qual recebe efluente de uma estação de tratamento de esgoto (ETE). A maior concentração de diclofenaco foi detectada no ponto a jusante da ETE. Ademais, observaram que a temperatura da água influencia na ocorrência de fármacos nesse sistema, pois quanto maior a temperatura do corpo hídrico, menor a probabilidade de detecção dos fármacos.

Conforme os autores, a temperatura da água relaciona-se diretamente com a incidência de luz solar, responsável pela fotodegradação dos diversos compostos, o que consegue esclarecer porque a probabilidade de detecção do diclofenaco diminui conforme a temperatura do meio aquático aumenta.

A constante reinserção de fármacos nos ecossistemas pode conferir a estas substâncias um comportamento de pseudopersistência (MEZZELANI et al., 2018) o diclofenaco adequa-se a este caso, e embora esteja comprovada sua fotodegradação, a ineficiência dos sistemas de tratamento de águas em sua remoção pode conduzir a efeitos indesejados nos ecossistemas.

## 4 | CONCLUSÕES

Concluiu-se com o presente trabalho que a ocorrência e concentração de diclofenaco em matrizes ambientais estão integralmente relacionadas com a densidade populacional, o descarte incorreto de medicamentos e a baixa eficiência de remoção desta substância a partir dos tratamentos convencionais adotados nas ETE's. O diclofenaco é reconhecido por causar efeitos ecossistêmicos e a presença deste composto nas matrizes aquáticas naturais em elevadas concentrações é um fato preocupante e conduz à busca por tecnologias eficientes para sua remoção tanto nas estações de tratamento de esgotos quanto nas estações de tratamento de água. Estudos de monitoramento e detecção de fármacos nos diversos compartimentos ambientais colaboram para que os limites de concentração dessas substâncias possam ser estabelecidos por instrumentos regulatórios e também contribuem para a realização de pesquisas acerca dos efeitos que estas substâncias podem causar nos ecossistemas, uma vez que são projetadas para que em pequenas concentrações possam produzir efeitos biológicos.

## REFERÊNCIAS

AMÉRICO-PINHEIRO, J.H.P; et al. Ocorrência de diclofenaco e naproxeno em água superficial no município de Três Lagoas (MS) e a influência da temperatura da água na detecção desses anti-inflamatórios. Engenharia Sanitária Ambiental, v. 22, n. 3, p. 429-435, 2017.

AQUINO, S.F.; BRANDT, E.M.F.; CHERNICHARO, C.A.L. Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão da literatura. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 3, p. 187-204, 2013.

B. Kasprzyk-Hordern, R.M. Dinsdale, A.J. Guwy, The occurrence of pharmaceuticals, personal care products, endocrine disruptors and illicit drugs in surface water in South Wales, UK, Water Res. 42 (2008) 3498-3518.

CARVALHO FILHO, J. A. A.; ALBUQUERQUE, T. B. V.; SILVA, N. B. N.; FREITAS, J. B. A.; PAIVA, A. L. R. Gestão de resíduos farmacêuticos, descarte inadequado e suas consequências nas matrizes aquáticas. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 4, n. 1, p. 228-240, 2018.

HERNÁNDEZ, F.; SANCHO, J.V.; IBÁÑEZ, M.; GUERRERO, C. Antibiotic residue determination in environmental waters by LC-MS. *Trends in Analytical Chemistry*, v. 26, n. 6, p. 466-485. 2007.

KRAMER, R.D. Determinação de anti-inflamatórios na água e sedimento e suas relações com a qualidade da água na bacia do Alto Iguaçu, Curitiba-PR. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, n. 3, p. 657 – 667, 2015. KUMMERER, K. Pharmaceuticals in the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 35, p. 57-75, 2010.

MEZZELANI, M.; GORBI, S.; REGOLI, F. Pharmaceuticals in the aquatic environments: Evidence of emerged threat and future challenges for marine organisms. *Marine Environmental Research*. v. 140, p. 41-60, 2018.

R.U. Halden, Epistemology of contaminants of emerging concern and literature meta-analysis, *J. Hazard. Mater.* 282 (2015) 2-9.

Recycling, and Reuse - Past, Present and Future, Oxford, 2014, pp. 521-535.

SILVA, M.P.L. Contaminação de águas por diclofenaco e ibuprofeno: impacto ambiental e implicações ecotoxicológicas. 2017. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Farmácia. Departamento de Farmácia.

SOUZA, C.C.; AQUINO, S.F.; SILVA, S.Q. Ensaio toxicológico aplicados à análise de águas contaminadas por fármacos. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 25, n. 2, p. 217-228, 2020.

STELATO, E.S.; et al. Avaliação da presença de resíduos de anti-inflamatórios não esteroides nos córregos veado e cedro do município de presidente prudente (SP), Brasil. *RBCIAMB*, n. 39, p. 97-113, 2016.

SUI, Q.; WANG, B.; ZHAO, W.; HUANG, J.; YU, G.; DENG, S.; QIU, Z.; LU, S. Identification of priority pharmaceuticals in the water environment of China. *Chemosphere*, v. 89, n. 3, p. 280-286, 2012

V.V. Ranade, V.M. Bhandari, Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse, in: V.V. Ranade, V.M. Bhandari (Eds.), *Industrial Wastewater Treatment*,

## LEVANTAMENTO DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS VEICULARES NA UTFPR LONDRINA

*Data de aceite: 01/04/2021*

*Data de submissão: 03/01/2021*

### Roseane de Lourdes Miguel

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Marília-São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9382448054628988>

### Joseane Debora Peruço Theodoro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Londrina-Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/0351233547495522>

**RESUMO:** O uso de carros tem intensificado nos últimos anos e como consequência deste uso excessivo tem aumentado a poluição atmosférica, devido às emissões geradas de contaminantes com a combustão. O presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento das emissões atmosféricas por meio de veículos automotores por parte da comunidade que frequenta a UTFPR Campus Londrina. Para a obtenção de dados foi solicitado ao Departamento de Serviços Gerais da Universidade uma planilha com as informações de todos os carros cadastrados pelas pessoas que frequentam o Campus. Tendo a Marca, Modelo e Ano foi possível obter informações referentes aos poluentes atmosféricos emitidos pelo escapamento de veículos leves consultados na Tabela do Inmetro. Foi gerado gráficos comparativos com as 13 marcas de 259 carros utilizados pela população da faculdade trazendo à luz do conhecimento as marcas mais poluidoras de acordo com cada poluente, alguns desses

contaminantes contribuem para intensificar o efeito estufa e trazem malefícios para a saúde, causando danos respiratórios, cardiovasculares, nervosos e pulmonares. A principal conclusão tirada deste estudo foi que as Universidades possuem obrigações com a comunidade em geral e por isso precisa de estudos que incentivam melhorias sociais, ambientais e econômicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluentes. Poluição do ar. Gases.

### SURVEY OF VEHICLE ATMOSPHERIC EMISSIONS AT UTFPR LONDRINA

**ABSTRACT:** The use of cars has intensified in recent years and as a result of this excessive use has increased atmospheric pollution, due to the emissions generated by contaminants with combustion. This work aims to carry out a survey of atmospheric emissions by means of motor vehicles by the community that frequents the UTFPR Londrina Campus. To obtain data, a spreadsheet was requested from the University's Department of General Services with the information of all cars registered by the people who attend the Campus. Having the Make, Model and Year it was possible to obtain information regarding the air pollutants emitted by the exhaust of light vehicles consulted in the Inmetro Table. Comparative graphics were generated with the 13 brands of 259 cars used by the college population, bringing to light knowledge the most polluting brands according to each pollutant, some of these contaminants contribute to intensify the greenhouse effect and bring harm to health, causing respiratory damage, cardiovascular, nervous and pulmonary. The main conclusion

drawn from this study was that Universities have obligations to the community in general and, therefore, need studies that encourage social, environmental and economic improvements.

**KEYWORDS:** Pollutants. Air pollution. Greenhouse gases.

## 1 | INTRODUÇÃO

O uso de veículos automotores tem aumentado nos últimos anos. A utilização dos carros faz com que as pessoas tenham o seu trajeto otimizado em relação as suas atividades cotidianas e assim elas possuem maior conforto, rapidez e comodidade ao realizá-las. Como consequência deste uso intenso de automóveis a poluição atmosférica aumenta, devido às emissões de contaminantes geradas que vem principalmente do processo de combustão. Atualmente, existem famílias que possuem mais de um veículo o que gera uma maior emissão de partículas nocivas e isso se torna uma problemática para o meio ambiente e para a saúde dos seres vivos, influenciando na qualidade do ar e no estilo de vida da população.

Segundo Sindipeças e Abipeças (2020), a frota de automóveis alcançou 38,0 milhões em 2019 o que representa mais de 80% dos autoveículos no país. De acordo com IPEA (2011, p. 4), “os principais poluentes veiculares locais são o monóxido de carbono (CO); os hidrocarbonetos (HC), ou compostos orgânicos voláteis (COV); os materiais particulados (MP); os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e os óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>)”.

De acordo com Guimarães (2016) observou-se um grande aumento nos números de doenças respiratórias no período da Revolução Industrial, nessa época, não havia controle sobre os índices de qualidade do ar, o que provocava níveis altíssimos de partículas em suspensão. Apenas com o melhoramento da tecnologia foi possível associar a poluição do ar com o aumento de doenças respiratórias e a mortalidade em geral. O problema é que quanto maior a idade do carro, menos tecnologia possui e menos proteção ao meio ambiente, Sindipeças e Abipeças (2020) aponta que a idade média da frota de veículos passa de nove anos, também é mencionado que mais da metade da frota circulante tem entre 6 e 15 anos de idade.

De acordo com Habermann, Medeiros e Gouveia (2011) estudos de epidemias tem encontrado que os poluentes atmosféricos são responsáveis por vários efeitos na saúde humana, como por exemplo maior quantidade de pessoas internadas em hospitais, aumento da mortalidade e por consequência diminuição da expectativa de vida devido às exposições relacionada a tais poluentes. Pandya et al., (2002) também relatam que tanto gases como partículas muito finas que se dão pela queima do combustível aumentam as chances para o desenvolvimento de asma brônquica e doenças como alergias nos indivíduos.

Analisar os gases emitidos pelos veículos por uma comunidade e saber o quanto esta contribui para atmosfera é importante para que calculados estes valores e comparados com a legislação, é possível criar medidas para sua redução e diminuição dos agentes

causadores das doenças. O objetivo do trabalho é, portanto, realizar um inventário das emissões atmosféricas por meio de veículos automotores por parte da comunidade que frequenta a Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Londrina.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção de dados o primeiro passo foi solicitar ao Departamento de Serviços Gerais da UTFPR Campus Londrina a planilha com as informações de todos os carros cadastrados, esta planilha mostra elementos do carro como: Marca, Modelo, Ano e Cor de toda a comunidade que frequenta o Campus Londrina. Com os dados dos veículos consultou-se a Tabela de consumo veicular do INMETRO com informações referentes aos poluentes atmosféricos emitidos por veículos automotores de acordo com cada marca, ano e modelo.

Os dados desta tabela possuem informações dos poluentes atmosféricos lançados pelo escapamento dos veículos sendo os poluentes: Hidrocarbonetos não metano (NMHC), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NOx) e Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), além de informações acerca da quilometragem que o automóvel faz na cidade e na estrada de acordo com o combustível álcool ou gasolina.

Os dados da Tabela do Conpet foram utilizados como ferramenta para consulta e posteriormente foi realizado o cálculo aproximado do valor das emissões totais dos poluentes atmosféricos NMHC, CO, NOx e CO<sub>2</sub> para cada veículo da pesquisa sendo disponibilizada pela Petrobrás no site [http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas\\_pbe\\_veicular.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas_pbe_veicular.asp).

A planilha disponibilizada pela DESEG-LD teve um total de 579 carros sendo que deste universo somente foi coletado valores para 259 carros. Os 320 carros excluídos se deve ao fato de 123 carros serem inferior ao ano de 2009 quando ainda não existia o selo Conpet, 151 carros foram excluídos por estarem entre os anos de 2009 a 2012 que apesar de já possuir selo Conpet não constavam dados dos poluentes atmosféricos, mas sim outras características do veículos não relevantes a este estudo e por fim 46 veículos de 2012 a 2019 foram excluídos por possuir um modelo de carro que não possui parceria com o INMETRO e com o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem).

Em virtude do exposto acima esse trabalho traz dados de 259 autos do ano de 2013 a 2019 distribuídos em 13 marcas sendo elas: Chevrolet, Citroen, Fiat, Ford, Honda, Hyundai, Jeep, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Toyota e Volkswagen.

Em sua monografia, Borges (2017) apresenta um gráfico com as distâncias que a comunidade da UTFPR campus Londrina percorre no seu deslocamento até a Universidade e os resultados mostram que a maioria tem um percurso de 10 km, por isso esse será o valor adotado de distância transitada a cada carro. O resultado da pesquisa é ilustrado pela Figura 1.

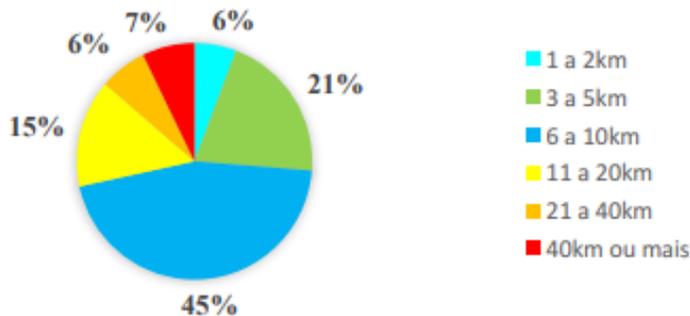


Figura 1-Distância percorrida até a Universidade.

Fonte: Borges (2017, p.44).

Já com os dados dos 259 veículos consultados pela Tabela do INMETRO em que a emissão dos poluentes atmosféricos é mostrada em g/km o primeiro cálculo realizado foi multiplicar cada poluente pela distância de 10 km percorrido por dia dos indivíduos. A Equação 1 resulta em Emissão Total em um dia.

$$EmissõesTotais = Distância * \frac{Emissão}{1000} \left( \frac{kg}{d} \right) \quad (1)$$

As Emissões Totais foram multiplicadas pela rotina que é a quantidade de vezes que se espera que cada sujeito vai e volta da faculdade e pelo número de semanas do semestre letivo, como normalmente frequentam a faculdade de segunda-feira a sexta-feira então a rotina é de dez. O semestre letivo tem em média 18 semanas, dando como resultado Emissões Semestre conforme indicado na Equação 2.

$$EmissõesSemestre = EmissõesTotais * Rotina * 18 \text{ semanas} \left( \frac{kg}{semanas} \right) \quad (2)$$

Por fim, a Equação 3 soma as emissões que cada veículo acumulou ao longo do semestre para cada marca, fazendo posteriormente a média aritmética dos dados gerando desta forma gráficos comparativos. Sendo Med. a média de emissões em g/km e S a soma da quantidade total de emissões pelos carros e n o número total de veículos de cada marca.

$$Med = \frac{S}{n} \left( \frac{g}{km} \right) \quad (3)$$

Com isso resultou-se em quatro gráficos em forma de pizza que mostram a média dos 4 poluentes atmosféricos liberados pelo escapamento de veículos leves de 13 marcas utilizadas pelos frequentadores da UTFPR Campus Londrina.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de carros em porcentagem para cada marca de carro usada pelos frequentadores da universidade é apresentada na Figura 2. Sendo Hyundai, Volkswagen, Ford e Fiat as marcas mais representativas.

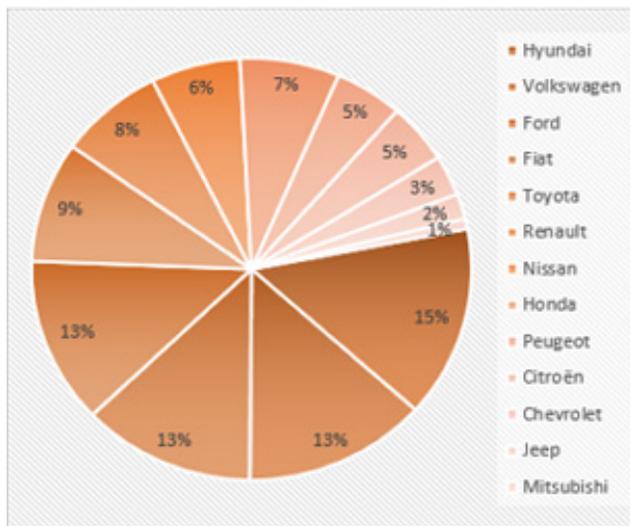


Figura 2-Quantidade de veículos válidos cadastrados por marca.

Fonte: Autoria própria (2020).

Na Figura 3 é apresentado o resultado do poluente atmosférico NMHC médio gerado por marca, esse composto de acordo com Medeiros (2005) pode diminuir a capacidade de transportar oxigênio e afetar o sistema cardiovascular, nervoso e pulmonar. Conforme é observado a marca Chevrolet e Renault são as que possuem valores mais altos, o valor do poluente para a marca Chevrolet deu 0,05085 g/km enquanto O Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE) estabelece que o máximo permitido é de 0,050 g/km, dessa forma percebe-se que está levemente acima do máximo permitido e a Peugeot seria a marca mais recomendada do ponto de vista de Hidrocarbonetos não metano por se tratar da que possui o menor valor médio que foi de 0,03157 g/km de acordo com dados da tabela CONPET.

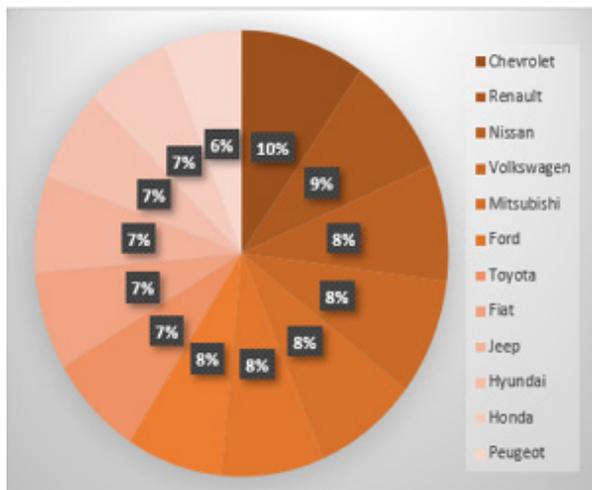


Figura 3- NMHC Médio gerado por Marca.

Fonte: Autoria própria (2020).

A média gerada pelo poluente monóxido de carbono é ilustrada pela Figura 4, que de acordo com Medeiros (2005) em altas concentrações pode prejudicar a oxigenação do organismo, para o CO passa a ser a Jeep quem possui o maior valor tendo 1,03527 g/km que apesar de ser o maior valor dentre as marcas se encontra dentro do máximo permitido pela PROCONVE que é de 2 g/km. Para dados de CO a marca Honda é a melhor escolha ficando com seu valor de 0,25115 g/km um valor bem abaixo do máximo permitido pela Legislação.

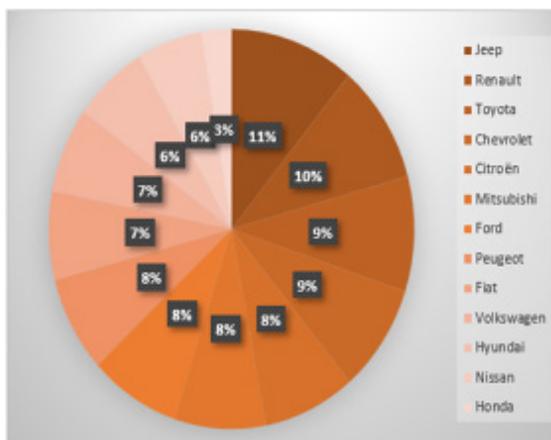


Figura 4-CO Médio gerado por marca.

Fonte: Autoria própria (2020).

O resultado do CO<sub>2</sub> médio liberado pelo escapamento dos veículos leves em cada marca é ilustrado pela Figura 5. De acordo com Helene et al. (2010) a importância de se limitar este poluente atmosférico é devido a ser considerado um indicador de poluição do ar. O CO<sub>2</sub> é também liderado pela marca Jeep que ficou com a média de 238,32 kg/semestre estando bastante acima da média das outras marcas que foi de 198,39 kg/semestre, dessa vez temos a marca Hyundai como a melhor escolha tendo a média de 173,65 kg/semestre, estando abaixo da média das outras marcas utilizadas pelos frequentadores da Universidade.

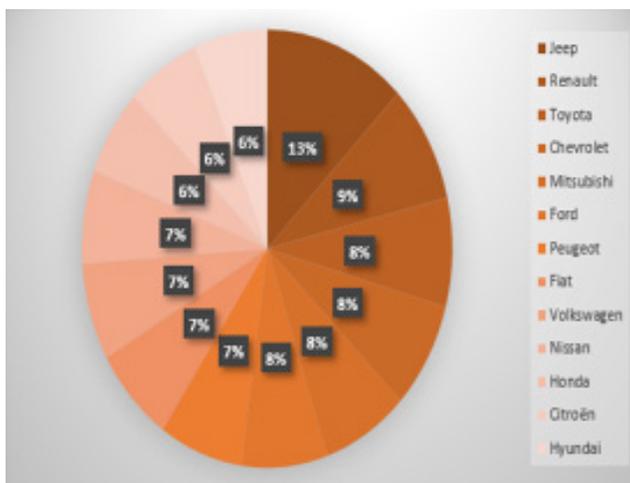


Figura 5-CO<sub>2</sub> médio gerado por Marca (Gasolina/Diesel).

Fonte: Autoria própria (2020).

O resultado do NOx médio é ilustrado pela Figura 6 que de acordo com IPEA (2014) causa danos ao sistema respiratório tendo as marcas Renault e Fiat liderando os maiores valores e a marca Chevrolet com a menor fração do poluente sendo dessa forma a melhor escolha se levado em conta este contaminante. A marca Renault ficou com a média semestral de 0,086 kg, valor bem acima da média dos carros das outras marcas que foi de 0,0524 kg/semestre e a marca Chevrolet teve seu dado abaixo da média sendo de 0,0185 kg/semestre.

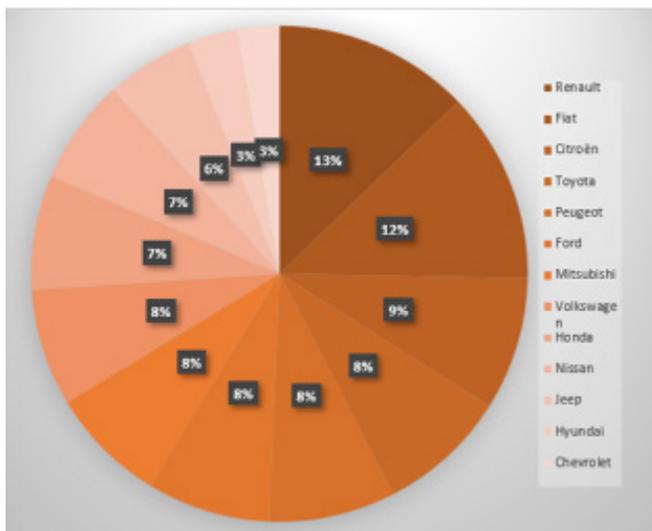


Figura 6-NOx médio gerado por marca.

Fonte: Autoria própria (2020).

## 4 | CONCLUSÃO

Com o presente trabalho pode-se observar como as treze marcas de carros utilizadas pela comunidade da UTFPR campus Londrina se comporta frente aos 4 poluentes NMHC, CO<sub>2</sub> liberados pelos escapamentos dos carros.

Levando em conta os valores médios dos contaminantes a marca mais recomendada do ponto de vista ambiental é a Hyundai e a com os valores mais altos e que precisa melhorar nesse quesito é a Renault.

## REFERÊNCIAS

BORGES, T. C. **Meios de transporte utilizados e a contribuição para a pegada de carbono da Universidade Tecnológica Federal do Paraná -Campus Londrina**. Dissertação (Dissertação em Engenharia Ambiental)-UTFPR. Londrina, p. 71. 2017.

GUIMARÃES, C. D. S. **Controle e Monitoramento de Poluentes Atmosféricos**. 1.ed. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, v. Único, 2016. 9 p. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154438/>>. Acesso em: 22 Setembro 2020.

HABERMANN, M.; MEDEIROS, P. P.; GOUVEIA, . Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 11, mar. 2011. ISSN 1415-790X.

HELENE, M. E. M. et al. Poluentes atmosféricos. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: editora Scipione, 2010. 63 p.

INMETRO. Tabelas PBE Veicular. **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia**, 2009. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas\\_pbe\\_veicular.asp](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas_pbe_veicular.asp)>. Acesso em: 10 jun. 2020.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Poluição veicular atmosférica. Nº 313. 2011. In: DRUMM, F., C. et al. **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 18, p. 66-78, 2014.

MEDEIROS, S. B. D. Química Ambiental. Recife: Copysim, v. 3, 2005.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa de controle de poluição do ar por veículos automotores (PROCONVE). Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=208>. Acesso em: 25 de jun. de 2020.

PANDYA, J. et al. Diesel Exhaust and Asthma: Hypotheses and Molecular Mechanisms of Action. **Environ Health Perspect**, San Francisco, v. 110, n. supl 1, p. 103-12, mar. 2002. ISSN DOI: 10.1289/ehp.02110s1103.

SINDIPEÇAS E ABIPEÇAS. **Relatório da frota circulante**. Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores – Sindipeças e Associação Brasileira da Indústria de Autopeças – Abipeças. São Paulo, p. 13. 2020.

## FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL EM EMPRESAS QUE COMERCIALIZAM AGROTÓXICOS NO ESTADO DO CEARÁ

*Data de aceite: 01/04/2021*

*Data de submissão: 07/01/2021*

### **Mayco Angello Fernandes de Sena Silva**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/0401741092359953>

### **Abraão Lima Verde Maia**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/0041597910785525>

### **José Maria Tupinambá da Silva Júnior**

Instituto Federal Farroupilha  
Alegrete - Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8180780548617618>

### **Ana Paula Lima dos Reis**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/4045770667425263>

### **Luís Roberto Machado de Sabóia**

Superintendência Estadual do Meio Ambiente  
Fortaleza – Ceará  
<http://lattes.cnpq.br/9762531501871548>

**RESUMO:** O agronegócio tem sido há muitos anos o responsável por boa parte do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. Esse setor produtivo utiliza uma grande quantidade de insumos, tais como os agrotóxicos. A produção, o uso e a comercialização dos agrotóxicos devem atender a uma série de exigências ambientais, técnicas e de segurança. Com o objetivo de

estudar a ação de fiscalização ambiental realizada no estado do Ceará no período de 2004 a 2019, foram analisados e organizados os dados de vistorias e metodologias de autuação procedidas pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMACE, órgão ambiental estadual responsável pelo registro e fiscalização do comércio de agrotóxicos naquele estado. Constatou-se que no período de 2004 a 2010 as ações foram menos efetivas quando comparadas com as do período de 2011 a 2019, principalmente pelo fato da SEMACE não possuir servidores legalmente habilitados para exercer a atividade de fiscalização naquele período, com poder de polícia administrativa ambiental capaz de atuar os infratores no momento da fiscalização. Já no período de 2011 a 2019 foram emitidos mais autos de infração do que no período de 2004 a 2010, representando um aumento de 2100% no total de autos de infração emitidos. Outro destaque é a ocorrência de significativa redução no número de autos de infração a partir de 2012 e do número de estabelecimentos registrados para comercializar agrotóxicos, ocasionada pela efetividade da gestão ambiental adotada pelo órgão competente. Essa gestão foi fundamentada na ação fiscalizatória, na punição aplicada aos comerciantes através desses autos e na regularização ambiental da comercialização de agrotóxicos, o que demonstra que o controle da comercialização de agrotóxicos foi realizado de forma eficaz, além do potencial educativo da aplicação de multa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comercialização, agrotóxicos, autos de infração e gestão ambiental.

## ENVIRONMENTAL INSPECTION IN COMPANIES THAT COMMERCIALIZE PESTICIDES IN THE STATE OF CEARÁ

**ABSTRACT:** Agribusiness has been responsible for many of Brazil's Gross Domestic Product (GDP) for many years. This productive sector uses a large amount of inputs, such as pesticides. The production, use and commercialization of pesticides must meet a series of environmental, technical and safety requirements. In order to study the environmental inspection action carried out in the state of Ceará from 2004 to 2019, the survey data and assessment methodologies carried out by the State Superintendence of the Environment of Ceará - SEMACE, the state environmental agency responsible, were analyzed and organized. for the registration and inspection of the pesticide trade in that state. It was found that in the period from 2004 to 2010 the actions were less effective when compared to those from the period from 2011 to 2019, mainly because SEMACE does not have civil servants legally qualified to exercise the inspection activity in that period, with administrative police power environmental authority capable of assessing violators at the time of inspection. In the period from 2011 to 2019, more tax assessments were issued than in the period from 2004 to 2010, representing an increase of 2100% in the total of tax assessments issued. Another highlight is the occurrence of a significant reduction in the number of tax assessments from 2012 and the number of establishments registered to trade pesticides, caused by the effectiveness of the environmental management adopted by the competent body. This management was based on the inspection action, the punishment applied to traders through these records and the environmental regularization of the sale of pesticides, which demonstrates that the control of the sale of pesticides was carried out effectively, in addition to the educational potential of applying a fine.

**KEYWORDS:** Commercialization, pesticides, infraction notice and environmental management.

### 1 | INTRODUÇÃO

É reconhecido que uma significativa parte do Produto Interno Bruto – PIB brasileiro vem do setor agrícola, mais precisamente do agronegócio, setor da agricultura que reúne grandes empresas agrícolas com foco na alta produção de mercadorias para atender a demanda do mercado externo, principalmente alimentos.

O agronegócio absorveu ao longo dos anos diversas tecnologias, tornando o Brasil um dos principais produtores de gêneros agrícolas, e conseqüentemente, um dos maiores consumidores de “pacotes tecnológicos” utilizados para garantir essa alta produtividade. Nessas opções tecnológicas, um dos insumos utilizados para garantir essa produtividade é o agrotóxico e o Brasil é, desde 2008, o maior consumidor de agrotóxicos do mundo (CARNEIRO *et al.*, 2015). Já o Glifosato é o produto mais vendido no Brasil com mais de 14 toneladas de venda em 2014 (BOMBARDI, 2017).

Pela definição de Ribas e Matsumura (2009), os agrotóxicos são produtos químicos capazes de controlar pragas (animais e vegetais) e doenças em plantas. Já a Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, em seu Art. 2º, inciso I, define agrotóxicos como sendo: os produtos e os componentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao

uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento (BRASIL, 1989).

Os agrotóxicos geralmente são produzidos a partir de uma mistura de substâncias químicas, definidas na legislação como aditivos, adjuvantes, princípios ativos, ingredientes inertes, impurezas, pré-misturas, produtos de degradação, entre outros. Cada um desses componentes possui uma função específica na composição do produto comercial e pelo fato de agirem como substâncias tóxicas têm sua produção, comercialização e uso controlados por leis.

A legislação básica que rege especificamente os agrotóxicos está representada pela Lei Federal Nº 7.802 de 11 de julho de 1989 e o Decreto Federal Nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002 que regulamenta essa lei federal, além da Lei Federal Nº 9.974 de 06 de junho de 2000, o qual alterou a Lei Nº 7.802/1989, modificando alguns artigos específicos em relação às embalagens vazias de agrotóxicos. No âmbito do estado do Ceará, a Lei Estadual Nº 12.228 de 09 de dezembro de 1993 normatiza o controle da comercialização e uso de agrotóxicos no estado do Ceará, sendo regulamentado pelo Decreto Estadual Nº 23.705 de 08 de junho de 1995.

O uso intensivo de agrotóxicos é relativamente recente, cujo mercado se desenvolveu e expandiu há pouco mais de meio século, após a II Guerra Mundial, os venenos produzidos pelas indústrias químicas, antes usadas como armas químicas, passaram a ser utilizados em larga escala para combater pragas que acometiam os cultivos agrícolas (LONDRES, 2011).

Segundo Londres (2011) o Brasil seguiu esse sistema de modernização da agricultura direcionado para o aumento da produção de alimentos e redução da fome, estimulando políticas que favorecessem tanto a expansão de indústrias multinacionais fabricantes de agrotóxicos como o desenvolvimento de indústrias nacionais.

Uma das políticas utilizadas para o aumento da fabricação, importação e comercialização de agrotóxicos no Brasil é a isenção fiscal e tributária que é dada a esses produtos como, por exemplo, a criação do Convênio Nº 100/1997 que reduz a base de cálculo do ICMS (Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços) para comercialização de insumos agropecuários, incluindo agrotóxicos, em até 60%.

No Ceará, fator que contribui bastante para a cadeia de produção, distribuição e uso de agrotóxicos no estado é a isenção total dos tributos ICMS, IPI, PIS/PASEP e COFINS para esse produto estabelecido pelo Decreto Estadual Nº 24.569 de 04 de agosto de 1997 (CEARÁ, 1997). Em um estudo divulgado pela Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) estimou que os incentivos fiscais da União, Estados e Distrito Federal

concedidos aos agrotóxicos atingiu o valor de quase 10 bilhões de reais em 2017 (SOARES; CUNHA; PORTO, 2020).

Diante desse contexto de crescente demanda de mercado para fabricação de agrotóxicos, os estabelecimentos comerciais que vendem esses produtos são peças-chave para a busca de uma distribuição adequada de acordo com a legislação ambiental vigente. O controle rigoroso da comercialização desses produtos é essencial para o uso adequado dos mesmos nas propriedades rurais, uma vez que a comercialização irregular de agrotóxicos pode provocar danos à saúde tanto das pessoas que manipulam tais produtos no comércio como dos agricultores que os utilizam no campo. Além disso, a venda dessas substâncias sem indicação correta da praga específica que combatem, sem orientação técnica sobre as formas de aplicação e dosagem dos produtos muitas vezes fomenta a utilização inadequada pelos agricultores, podendo causar sérios riscos ambientais e de saúde pública.

Para a comercialização de agrotóxicos no Brasil são exigidas autorizações específicas emitidas por órgãos do poder público relacionado aos setores de agricultura, saúde e meio ambiente, tanto para os produtos como para os estabelecimentos de comercialização, além de requisitos mínimos na infraestrutura dos estabelecimentos de venda. Dentre os requisitos para comercialização legal de agrotóxicos estão: registro dos produtos no órgão federal competente (Ministério da Agricultura – MAPA), cadastro dos produtos no órgão estadual competente, registro dos estabelecimentos comerciais no órgão estadual competente, emissão de nota fiscal e receituário agrônomo para a venda, existência de profissional legalmente habilitado como responsável técnico pela empresa, estrutura adequada dos depósitos de armazenamento dos produtos e presença de equipamento contra incêndios.

A Lei Estadual nº 12.228/1993 estabelece que compete a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará - SEMACE registrar e fiscalizar as empresas que comercializam agrotóxicos e empresas prestadoras de serviços fitossanitários no estado; autorizar a distribuição, comercialização e uso de agrotóxicos; normatizar a destinação final de resíduos e embalagens vazias; analisar e fiscalizar o uso de recursos ambientais relacionados aos agrotóxicos e fiscalizar a contaminação ambiental por agrotóxicos (CEARÁ, 1993).

A SEMACE é o órgão seccional componente do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA (criado pela Lei Federal Nº 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente) no estado do Ceará, conforme a Lei Estadual Nº 11.411/1987 sendo responsável pelo licenciamento ambiental de atividades, obras ou empreendimentos potencialmente utilizadores de recursos ambientais no estado (CEARÁ, 1987).

Ação fiscalizatória realizada pela SEMACE nos estabelecimentos comercializadores de agrotóxicos até o ano de 2010 era procedida por técnicos terceirizados. Este procedimento usava como documento originário o Auto de Constatação – AC, quando

identificada uma infração ambiental. Esse AC não possuía valor pecuniário quando aplicado ao infrator, não gerando multa administrativa. A partir de outubro do ano de 2010, as fiscalizações no comércio de agrotóxicos passaram a ser realizadas *in loco* pelos fiscais ambientais concursados, sendo lavrados autos de infração com valor de multa diretamente aos infratores (revendedores de agrotóxicos e distribuidores) quando da constatação de infração ambiental.

## 2 | OBJETIVOS

Tendo em vista os potenciais impactos adversos ao meio ambiente e à saúde pública oriundos dessa comercialização irregular, o presente trabalho possui como objetivo geral: comparar a fiscalização ambiental no comércio de agrotóxicos no estado do Ceará entre os períodos de 2004-2010 e 2011-2019 através da mudança da gestão de apuração de infrações ambientais.

Os objetivos específicos do trabalho são: comparar o número de autos de infração emitidos entre os períodos de 2004-2010 e 2011-2019 avaliando a eficiência da adoção do auto de infração em comparação com o auto de constatação na fiscalização do comércio de agrotóxicos; e avaliar a eficácia da gestão ambiental aplicada a partir de outubro de 2010 para a atividade de comercialização de agrotóxicos.

## 3 | METODOLOGIA

O estudo proposto se enquadra como pesquisa quali-quantitativa, na qual foram utilizados dados secundários. A base de informações coletadas é composta por dados produzidos pela Diretoria de Fiscalização da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – DIFIS/SEMACE. Para a realização dessa pesquisa foram coletados dados dos seguintes sistemas informatizados da SEMACE, no caso: Sistema de Gerenciamento e Controle ambiental (SIGA) e Sistema NATUUR (sigla sem nome específico).

O período estabelecido para análise dos dados foi compreendido entre 01 de janeiro de 2004 a 31 de dezembro de 2019 e os dados foram analisados para dois períodos distintos: 2004 a 2010, quando ocorria a lavratura de autos de constatação por técnicos da SEMACE; e 2011-2019, quando ocorria lavratura de autos de infração com valor de multa por fiscais ambientais da SEMACE. Os dados supracitados foram restritos ao Estado do Ceará e foram tabulados no software de gráficos e planilhas (Microsoft Office Excel 2007).

## 4 | RESULTADOS

A fiscalização realizada pela SEMACE em empreendimentos que realizam o comércio de agrotóxicos no período de 2004 a 2010 registrou um total de 178 Autos de Constatação (AC) com uma média de lavratura da ordem de 20 AC por ano, entre 2004

e 2009, porém no ano de 2010 este número subiu para 55 AC, mais do que o dobro, se comparado aos anos anteriores (Gráfico 1).

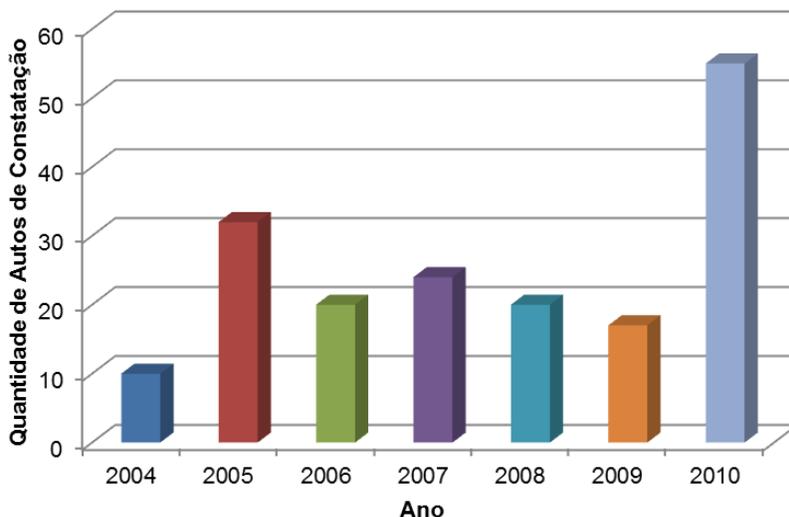


Gráfico 1. Distribuição dos Autos de Constatção no período de 2004 a 2010.

Fonte: SEMACE, 2019

Este fato pode ser explicado pela grande comoção social gerada pela morte do agricultor José Maria do Tomé, denunciante do uso indiscriminado de agrotóxicos e da prática irregular da pulverização aérea em áreas próximas a comunidades rurais e alvo de bastante divulgação pela mídia (Diário do Nordeste On line, 2010). Desta forma a SEMACE teve à época motivos para uma maior sensibilização frente ao controle do comércio de agrotóxicos, explicando em parte, o maior número de AC verificados no ano de 2010.

A SEMACE adotava no período de 2004 a 2010 o procedimento de converter os AC em Autos de Infração – AIF, através da atuação da Procuradoria Jurídica – PROJUR, a qual lavrava os autos e os tramitava para assinatura do superintendente. Essa transformação de AC em AIF ocorria quando o interessado descumpria prazo estabelecido em termo de audiência firmado na PROJUR para sanar as irregularidades encontradas no estabelecimento comercial de agrotóxicos. Entre os anos de 2004 e 2010, dos 178 AC somente 12 foram convertidos na PROJUR em AI – PROJUR. Este valor corresponde a apenas 6,7% dos AC gerados na fiscalização do comércio de agrotóxico, mostrando que a grande maioria dos AC (93,3%) não resultou em autos de infração passíveis de julgamento administrativo (Gráfico 2).

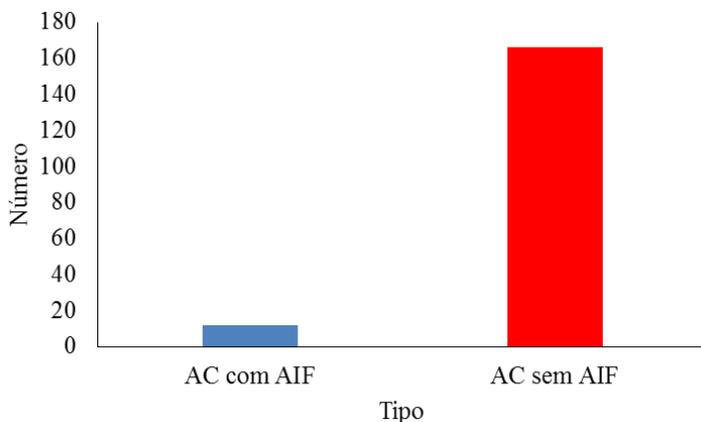


Gráfico 2. Autos de Constatação x Autos de Infração.

Fonte: SEMACE, 2019

A fiscalização ambiental da SEMACE por meio de seus servidores efetivos iniciou suas atividades no final do ano de 2010 (meados de outubro/2010) com a criação da Diretoria de Fiscalização, sendo gerado nesse ano um quantitativo de 39 autos de infração. A partir de outubro de 2010 não mais se utilizou à metodologia de emissão de AC e os autos de infração passaram a ser lavrado em campo no momento da ação fiscalizatória. Realizou-se planejamento para a realização de vistorias em estabelecimentos comerciais em vários municípios distribuídos pelas 08 macrorregiões do estado e foram lavrados 260 autos de infração pelos fiscais ambientais no período de 2010 a 2018 (Gráfico 3).

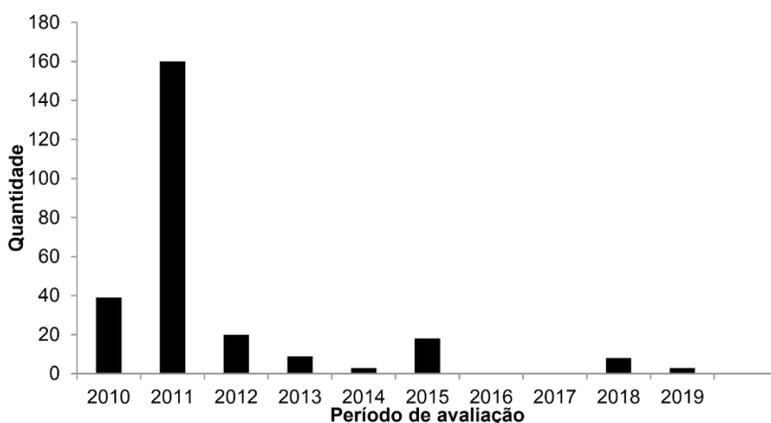


Gráfico 3. Número de Autos de Infração emitidos após a criação da Diretoria de Fiscalização.

Fonte: SEMACE, 2020

Em relação ao número de autos de infração lavrados pela PROJUR (12) a partir de autos de constatação no período de 2004 a 2010, observa-se que no período 2011 - 2019 o número de autos de infração lavrados foi 21 vezes maior, gerando um quantitativo de 260, o que corresponde a um aumento percentual de 2.170%. No período de 2004 a 2010, a média de autos de infração lavrados pela PROJUR era de 02 por ano. Já no período de 2011-2019, a média de autos de infração lavrados pelos fiscais ambientais foi aproximadamente 26 por ano, representando um aumento de 13 vezes.

Em 2011, foram identificadas 160 irregularidades ambientais punidas através da lavratura de auto de infração. No ano de 2012 o número de irregularidades caiu para 20 (redução de 85%), sendo lavrados apenas 20 autos de infração no respectivo ano. Em 2013, esse número caiu para 09 autos de infração, e a média do período 2012-2019 ficou em 7,62 autos, demonstrando que a fiscalização iniciada em outubro de 2010 foi bastante efetiva e ocasionou uma regularização da atividade de comercialização refletindo no menor número de autos de infração lavrados a partir de 2012.

## 5 | CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstra que a modificação na metodologia de fiscalização ambiental no comércio de agrotóxicos, deixando de emitir autos de constatação (AC) no final do ano de 2010, e passando a se aplicar autos de infração (AI) com valor pecuniário diretamente ao infrator no momento da ação fiscalizatória permitiu um impacto significativo da fiscalização da SEMACE na atividade de comercialização de agrotóxicos, tendo em vista que muitos dos infratores buscaram se regularizar no órgão ambiental estadual para essa atividade, a partir do momento que a atuação da SEMACE gerou uma dívida pecuniária desses comerciantes com o poder público.

Observa-se também que no primeiro ano de fiscalização mais intensa do comércio de agrotóxicos (2011), o número de autos de infração lavrados foi bastante expressivo, tendo em vista a existência ainda grande de irregularidades na venda desses produtos, as quais muitas vezes já tinham sido detectadas quando da lavratura dos AC e ainda não tinham sido solucionadas pelos empreendedores. Acrescenta-se que a inércia desses empreendedores em solucionar as irregularidades era estimulada pela baixa eficiência das punições através de AC.

A partir do ano de 2012, houve uma queda bastante significativa no quantitativo de AI, tendo em vista principalmente a alta procura dos interessados já autuados em regularizar a atividade. Isso posto, percebe-se o valor educativo de uma multa na busca por ajustar condutas irregulares. Ressalta-se que alguns comerciantes desistiram da atividade de venda de agrotóxicos, alegando que a situação econômica era desfavorável, que as quantidades e valores de multas aplicadas pela autarquia impediam a continuação da atividade e que a burocracia era muito alta para manter a atividade, principalmente no que

se refere a exigências documentais e de estrutura dos depósitos de armazenamento dos agrotóxicos.

Portanto a adoção de uma gestão de pessoas centrada em servidores concursados e qualificados foi preponderante para a regularização da atividade de comercialização de agrotóxicos no estado, fato constatado pela diminuição da quantidade de autos de infração emitidos desde 2012.

## REFERÊNCIAS

1. BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH – USP, 2017. 296 p. Disponível em: <http://conexaogua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>. Acesso em 04 jan. 2021.
2. BRASIL. **Lei Federal nº 7.802, 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Seção 1. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm). Acesso em 07 jan. 2021.
3. CARNEIRO, Fernando Ferreira *et al.* (org.) **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Ed. Expressão Popular, 2015. 624 p.: il. Disponível em: [https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco\\_2015\\_web.pdf](https://www.abrasco.org.br/dossieagrotoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf). Acesso em 04 jan 2021.
4. CEARÁ. **Decreto Estadual nº 24.569, 31 de julho de 1997**. Regulamenta a Legislação do Imposto Sobre Operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS). Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 04 ag. 1997. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=121998>. Acesso em: 05 jan. 2021.
5. CEARÁ, **Lei Estadual nº 11.411, de 28 de Dezembro de 1987**. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, e cria o Conselho Estadual do Meio Ambiente COEMA, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 04 jan. 1988. Disponível em: <https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis87/11411.htm>. Acesso em 05 jan. 2021.
6. CEARÁ, **Lei Estadual Nº 12.228 de 09 de dezembro de 1993**. Dispõe sobre o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento, bem como a fiscalização do uso, do consumo, do comércio, do armazenamento e do transporte interno dos agrotóxicos, seus componentes e afins, no território do Estado do Ceará. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 14 dez. 1993. Disponível em: <https://www2.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis93/12228.htm>. Acesso em: 05 jan. 2021.
7. Diário do Nordeste On line, 2010. **Comissão vai apurar conflitos na Chapada do Apodi**. Limoeiro do Norte, 24 abril 2010. Disponível em <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/regiao/comissao-vai-apurar-conflitos-na-chapada-do-apodi-1.102378>. Acesso: 12 de junho de 2019.
8. LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA –Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 1ª ed. 190 p.:il.; 23 cm.

9. RIBAS, P. P.; MATSUMURA, A. T. S., 2009. **A Química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio Ambiente**. Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 10, n. 14, p. 149-158, jul/dez/2009. Disponível em: [http://revista.liberato.com.br/ojs\\_lib/index.php/revista/article/view/142](http://revista.liberato.com.br/ojs_lib/index.php/revista/article/view/142). Acesso em: 06 jan. 2021.
10. SOARES, W. L.; CUNHA, L. N.; PORTO, M. F. S. **Uma política de incentivo fiscal a agrotóxicos no Brasil é injustificável e insustentável**. Rio de Janeiro, Fevereiro de 2020. Associação Brasileira de Saúde Coletiva e Instituto Ibirapitanga. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/publicacoes/uma-politica-de-incentivo-fiscal-a-agrotoxicos-no-brasil-e-injustificavel-e-insustentavel/45232/>. Acesso em 05 jan 2021.

# CAPÍTULO 13

## IMPACTOS AMBIENTAIS DO TURISMO EM GRAMADO/RS

*Data de aceite: 01/04/2021*

**Letícia Corrêa Mazotti**

Universidade Feevale  
Novo Hamburgo, RS, Brasil

**Natalia Aparecida Soares**

Universidade Feevale  
Novo Hamburgo, RS, Brasil

**RESUMO:** Gramado, localizado no Rio Grande do Sul, é um município nacionalmente conhecido pelo turismo, que se intensifica a cada ano na região. E com a expansão do turismo na cidade, tem-se observado a ocorrência de impactos que afetam a qualidade ambiental. Diante do exposto, o presente estudo se propõe a investigar os impactos ambientais do turismo em Gramado com o intuito de saber quais são esses impactos e o quanto eles comprometem a vida da população. A metodologia seguiu um delineamento transversal, de abordagem quali-quantitativa e com caráter descritivo e exploratório. A coleta de dados realizou-se por meio da aplicação de um questionário que foi enviado eletronicamente para moradores da cidade, através de grupos online em redes sociais. Os resultados obtidos demonstram que o município não dispõe de uma legislação específica para regular o turismo, bem como o desenvolvimento deste setor na cidade. Os dados revelaram uma preocupação dos moradores em relação à ausência de políticas públicas que preservem os ambientes naturais do município bem como a insatisfação com o poder público quanto à administração do turismo

e seus empreendimentos, além de questões envolvendo o saneamento básico oferecido e a sua qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ação antrópica. Turismo na Serra Gaúcha. Percepção de moradores.

### ENVIRONMENTAL IMPACTS OF TOURISM IN GRAMADO / RS

**ABSTRACT:** Gramado, located in Rio Grande do Sul, is a municipality nationally known for tourism, which intensifies each year in the region. And with the expansion of tourism in the city, impacts have been observed that affect environmental quality. Given the above, this study aims to investigate the environmental impacts of tourism in Gramado in order to know what those impacts are and how much they compromise the lives of the population. The methodology followed a cross-sectional design, with a qualitative and quantitative approach and with a descriptive and exploratory character. Data collection was carried out through the application of a questionnaire that was sent electronically to city residents, through online groups on social networks. The results obtained demonstrate that the municipality does not have specific legislation to regulate tourism, as well as the development of this sector in the city. The data revealed a concern of the residents regarding the absence of public policies that preserve the natural environments of the municipality, as well as dissatisfaction with the public authorities regarding the administration of tourism and its enterprises, in addition to issues involving the basic sanitation offered and its quality.

**KEYWORDS:** Anthropic action. Tourism in the Serra Gaúcha. Perception of residents.

## 1 | INTRODUÇÃO

Cada vez mais o turismo tem se intensificado no Brasil, especialmente na região Sul, onde se localiza a Serra Gaúcha. Nesta região, o município mais visitado e conhecido entre os turistas é Gramado, que nos últimos anos tem recebido cada vez mais visitantes. Com a expansão do turismo, observa-se nas últimas décadas, uma expansão da área urbana com a instalação de grandes empreendimentos do ramo imobiliário, e o esgotamento de recursos naturais, impactando no abastecimento de água potável para a população e grandes congestionamentos nas vias públicas da região urbana da cidade, nos períodos do ano que movimentam a maior presença de turistas na cidade.

Investigar os impactos ambientais do turismo em Gramado com o intuito de saber quais são esses impactos e o quanto eles interferem no ambiente natural é de suma importância para avaliar o quanto o turismo interfere no ambiente e na qualidade de vida dos moradores da cidade.

Os estudos visitados revelaram que há um número escasso de publicações e pesquisas que apontam e relacionam os impactos ambientais do turismo em Gramado, havendo assim a necessidade de se realizar estudos nesta temática para fundamentar o poder público e auxiliar na criação de políticas públicas para gerenciar melhor o turismo na cidade.

Para abordar essa problemática, realizou-se aplicação de um questionário enviado eletronicamente para moradores da cidade de forma online, com de grupos de moradores nas redes sociais.

Desta forma, a presente pesquisa teve como objetivo geral, avaliar os impactos socioambientais das atividades de turismo, bem como compreender a percepção de moradores e a expansão urbana, no município de Gramado/RS. Como objetivos específicos, pretendeu-se diagnosticar as percepções ambientais de moradores de Gramado/RS acerca dos impactos socioambientais oriundos do turismo na cidade e analisar os impactos oriundos da falta de saneamento básico, poluição sonora e visual em certas regiões da cidade.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A Serra Gaúcha possui uma formação geológica diferenciada, com traços individuais determinados pela natureza, neste cenário encontra-se Gramado (figura 1), localizada na encosta inferior do nordeste do Rio Grande do Sul. A cidade caracteriza-se por uma topografia acidentada, repleta de montanhas e vales, arquitetura em estilo bávaro, flores que ornamentam ruas e jardins, gastronomia variada, clima frio na maior parte do ano, e

principalmente, uma vocação turística que faz parte da sua cultura (MOSCHEN, 1995). Possui uma área de 237,588 km<sup>2</sup> e está a uma altitude de 830 metros, distante a 116 km da capital do estado Porto Alegre.

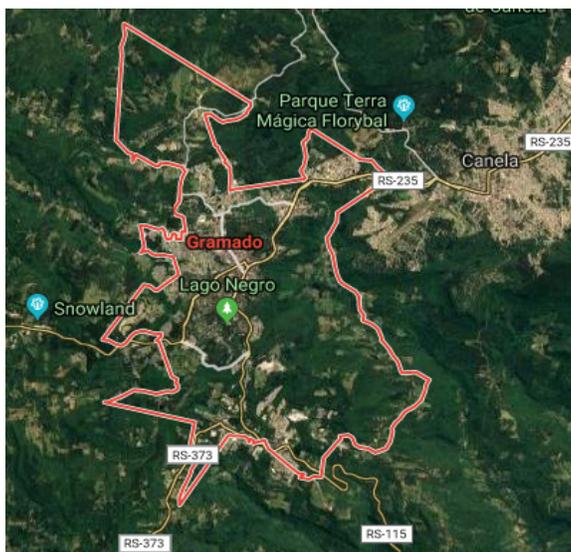


FIG. 1 - Demarcação do Município de Gramado em imagem de satélite.

FONTE – Google Earth (2019)

O município de Gramado é descendente de uma vila construída por volta de 1875, colonizada por imigrantes alemães, italianos e portugueses, e seus traços culturais, gastronômicos e arquitetônicos podem ser vistos por toda a cidade. Gramado foi criado pela Lei nº 2.522 de 15 de dezembro de 1954, antes o município era distrito de Taquara (Prefeitura Municipal de Gramado, 2018).

A economia da cidade é voltada principalmente para o turismo, recebendo milhares de turistas todos os anos, sendo uma das cidades mais visitadas do país. A partir dos anos 50, a indústria começou a se desenvolver fortemente nas áreas calçadistas, moveleira, malharias e confecções, e mais tarde o chocolate caseiro (Prefeitura Municipal de Gramado, 2018). Em 1995, Gramado possuía 60 estabelecimentos hoteleiros que totalizavam 3.750 leitos (MOSCHEN, 1995) este número saltou para 145 estabelecimentos hoteleiros com 11.000 leitos em 2010 (RAMOS, et al. 2010).

Gramado promove durante o ano todo, diversos eventos e festividades que atraem turistas de todas as partes do Brasil e do mundo. As épocas principais que atraem mais turistas ao longo do ano são, os feriados de Páscoa, a estação de inverno, que reúne mais visitantes em julho por conta do frio, o Festival de Cinema em setembro, e o mais famoso,

o Natal Luz (Portal Gramado, 2020).

Entre estes eventos, o com maior atração de turistas é o Natal Luz. Esse fato deve-se ao período do ano em que muitas famílias estão de férias e procuram como destino a Serra Gaúcha, intensificando o turismo neste período. <sup>1</sup> O Natal Luz, evento muito famoso que já esteve na sua 34ª edição em 2019, é o mais repercutido pelos turistas e atrai muitas famílias que buscam comemorar as festividades do Natal e assistir aos espetáculos organizados pela cidade que ocorrem durante todo o período entre novembro e janeiro.

Durante os meses de junho e julho, a principal atração buscada pelos turistas são as baixas temperaturas do inverno e apreciar a gastronomia mais famosa de Gramado, o *fondue*<sup>2</sup>. Muitos turistas também esperam ansiosos para ver ocasionalmente a neve, que até hoje estampa muitas propagandas de Gramado em agências de viagens, embora este evento climático tenha ficado cada vez mais raro nos últimos anos.

Na época de Páscoa, os feriados e os finais de semana são os mais cheios e o período do Festival de Cinema acaba por atrair um público mais jovem pela presença de artistas, celebridades e a ocorrência de grandes festas famosas que ocorrem em diversos locais da cidade, tendo grandes concentrações também na Rua Coberta.

O turismo é uma importante fonte de renda para muitas localidades no Brasil, e ainda ajuda a dar visibilidade para muitas regiões. A contribuição do turismo para o PIB nacional registrou aumento de 2,5% em 2018 e estima-se que vá crescer mais 8,2% até 2028, e em relação aos empregos, o turismo é responsável por 7 milhões de postos de trabalhos, sendo o 6º com maior número absoluto de empregos diretos, indiretos e induzidos gerados pelo setor (Ministério do Turismo, 2019).

O turismo convencional demanda uma transformação radical dos ecossistemas e um grande consumo de recursos naturais (MOLINA, 2001). A demanda do turismo vem se intensificando cada vez mais nas últimas décadas. Os anos de 1950 e 1970 caracterizaram-se pela massificação desta atividade (RUSCHMANN, 1997), que hoje é fonte de renda e muito lucrativo para diversos destinos no Brasil e no exterior.

Em Gramado/RS, o turismo começou de forma tranquila e lenta, sendo somente um destino de interior para turistas que desejavam sair do agito da vida nas cidades grandes e aproveitar o dia em uma cidade com muito verde, sendo o ponto turístico mais cobiçado o Lago Negro (FUGANTI, 2012). De acordo com a autora supracitada, Gramado recebe milhares de turistas todos os anos, e este número tende a aumentar. Cada vez mais infraestrutura será necessária para atender toda esta demanda, principalmente nos períodos de alta temporada. Diante disto, a cidade tem crescido progressivamente, e o estudo dos impactos socioambientais causados pelo alto turismo é de suma importância

---

1 Freitas. C. Natal Luz atrai turistas brasileiros e movimentou ocupação hoteleira de Gramado. G1, 2018. Disponível em <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/natal-luz/2018/noticia/2018/12/17/natal-luz-atrai-turistas-brasileiros-e-movimentou-ocupacao-hoteleira-de-gramado.ghtml>>. Acesso em: abr. 2020.

2 Gramado Parks. Fondue: a preferência gastronômica dos turistas em Gramado, 2018. Disponível em <<https://www.gramadoparks.com/fondue-preferencia-gastronomica-dos-turistas-em-gramado>>. Acesso em: abr. 2020

para avaliar a situação atual e os possíveis danos ao meio ambiente que este crescimento vem causando ao longo dos últimos anos.

Alguns destes impactos já são percebidos, conforme notícia do portal Gaúcha ZH realizada pela jornalista Aline Ecker, a falta de água recorrente nos períodos de alta temporada como o Natal, ocorreu novamente em 2019 acarretando muitos transtornos tanto para moradores quanto para os setores que atendem turistas como hotéis e restaurantes.

A construção de um turismo sustentável que gere lazer para os turistas e rendimento para os moradores necessita de políticas e normativas que controlem o fluxo de visitantes e suas atividades, pois o turismo bem-intencionado e organizado garante o desenvolvimento das cidades e das pessoas.

### 3 | DESCRIÇÃO METODOLÓGICA

Para alcançar os objetivos propostos nesse estudo, realizou-se uma pesquisa com delineamento transversal, de abordagem quali-quantitativa e com caráter descritivo e exploratório. O procedimento utilizado consistiu no levantamento (*survey*).

A amostra foi composta por moradores de Gramado/RS que participaram da pesquisa de forma voluntária, e que atenderam aos critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram: ter acesso a meios eletrônicos para responder o questionário, demonstrar interesse em participar da pesquisa, residir na cidade e ser maior de idade (entende-se maior de idade pessoa com idade igual ou maior que 18 anos).

A coleta de dados foi realizada entre os meses de julho a setembro de 2020, por meio da aplicação de questionário.

Visando identificar a percepção dos moradores da cidade, aplicou-se um questionário eletrônico, elaborado na plataforma do Google, enviado por meios digitais aos residentes de Gramado. O questionário consistiu em um protocolo adaptado da pesquisa de Fandé e Pereira (2014), utilizado para identificar os impactos ambientais derivados do turismo. O acesso aos respondentes se deu por grupos de *WhatsApp* e *Facebook* de moradores da cidade, onde foi disponibilizado o link para responderem ao questionário. Aos respondentes foi solicitado que indicassem a significância de distúrbios e danos causados aos ambientes naturais, construído e sociocultural, por algumas atividades ou atos ligados, direta ou indiretamente ao turismo. Entende-se por distúrbio tudo aquilo que causa transtornos ou perturbação, e dano, aquilo que ocasiona prejuízos ou estragos.

O questionário foi dividido em duas partes, a primeira constituída por cinco questões coletou dados sociodemográficos dos residentes de município, perguntando aos respondentes bairro em que reside, idade, naturalidade e tempo de moradia na cidade. A segunda parte do questionário contemplou 10 questões sobre as impressões individuais dos respondentes acerca dos impactos ambientais oriundos do turismo em Gramado. Foi solicitado que atribuíssem o grau de significância de distúrbios e danos causados aos

ambientes naturais, construído e sociocultural de Gramado por algumas atividades ou atos ligados, direta ou indiretamente, ao turismo, onde I corresponde aos “distúrbios e danos não significativos”, II aos “distúrbios e danos pouco significativos”, III aos “distúrbios e danos moderadamente significativos”, IV aos “distúrbios e danos significativos” e V aos “distúrbios e danos muito significativos”. Os indicadores que foram avaliados, relativos aos danos causados consistem em: qualidade do abastecimento de água, o aumento do volume de resíduos e efluentes gerados pela presença de turistas, tráfego de veículos, poluição visual e sonora, infraestrutura da cidade, geração de novos empreendimentos e atuação do poder público.

A análise de dados obtidos por meio do questionário ocorreu através da utilização de métodos estatísticos, havendo a explicitação das percepções dos entrevistados acerca dos danos causados pelo turismo, através da indicação de frequências. Para cada indicador, foram listados os níveis de significância atribuídos por moradores. Todos os dados obtidos nesta pesquisa foram compilados e apresentados através de figuras, a partir de agrupamentos por respostas similares, segundo pontos em comum.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Responderam ao questionário 599 moradores de Gramado/RS. Sendo, 387 residentes em bairros periféricos, 168 em bairros centrais e somente 44 em zona rural; Observa-se que a maior parte do grupo amostral é constituída por residentes nas áreas urbanas da cidade. Esse dado vem de encontro com os resultados obtidos em 2015 pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (IBGE), onde obteve que 84,72% da população brasileira reside em áreas urbanas, enquanto somente 15,28% residem em áreas rurais.<sup>3</sup> Em Gramado, a população urbana está em 32.251 habitantes, enquanto a população rural está em 3.624 habitantes (SNIS, 2019).

Dos participantes que responderam ao questionário 171 (9%) possuem de 18 a 25 anos, 138 (23%) possuem de 26 a 35 anos, 143 (24%) possuem de 37 a 45 anos, 91 (15%) possuem de 45 a 55 anos e 56 (9%) possuem idade acima de 55 anos.

A maior parte dos respondentes 329 (55%) são naturais de Gramado, sendo que 270 (45%) não são naturais da cidade. Destes, destaca-se que 81 moradores residem há menos de 5 anos na cidade e outros 92 residem há mais de 20 anos.

Questionou-se também sobre os motivos pelos quais os respondentes gostam de morar no município, nesta questão foi possível assinalar mais de uma resposta, portanto os resultados foram expressos em percentuais. Das respostas obtidas 28% assinalaram o fator tranquilidade, 27% segurança, 15% emprego, 13% clima, 9% lazer e 6% turismo. Em um campo das respostas, era possível adicionar outro motivo da preferência do respondente, além daqueles já apresentados, estas repostas consistem em motivos como cidade Natal,

<sup>3</sup> IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População Rural e Urbana, 2015. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: out. 2020

presença da família, natureza e beleza de Gramado.

Dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010) demonstram que entre os anos de 2005 e 2010 houve um aumento no número de brasileiros que retornaram a sua cidade Natal por conta da família e por considerarem cidades menores com mais segurança e qualidade de vida.

As próximas questões referem-se as impressões pessoais dos residentes de Gramado quanto os impactos ambientais oriundos do turismo no município. Aos entrevistados foi solicitado que indicassem a significância de distúrbios e danos causados a cidade por atividades ou atos ligados, direta ou indiretamente, ao turismo.

Em relação aos impactos no abastecimento de água da cidade, a maioria dos entrevistados avaliou como causadores de “distúrbios e danos muito significativos”, conforme os dados expressos na figura 2.

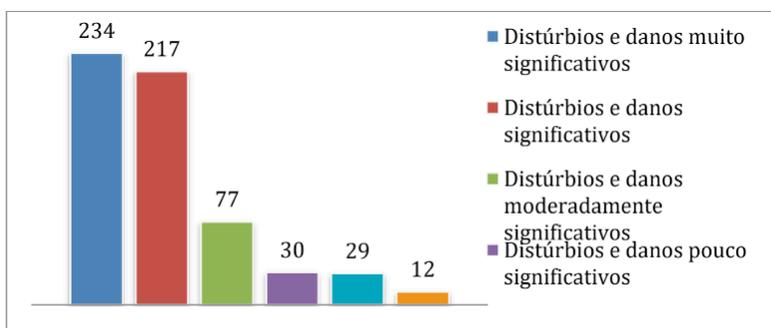


FIG. 2 - Resultados dos impactos ao abastecimento de água decorrente da atividade do turismo.

FONTE - Elaborado pela autora.

A Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020 que foi recentemente atualizada prevê a obrigatoriedade do abastecimento de água potável para toda a população, bem como a redução e o controle de perdas de água tratada, além do estímulo à racionalização de seu consumo. Mesmo quando executados por empresas privadas, os serviços de abastecimento de água são considerados serviços públicos. No caso de Gramado, é evidente que a expansão da área urbana e das atividades vinculadas ao turismo, especialmente pela rede hoteleira, foram realizadas sem o devido planejamento de ações para garantir o abastecimento de água em períodos de alta temporada, impactando diretamente no fornecimento de água para toda a população.

Sobre o aumento na geração de resíduos sólidos e de efluentes domésticos devido à presença de turistas, novamente a maioria dos entrevistados (316) assinalou como causador de distúrbios e danos muito significativos, conforme o apresentado na figura 3.

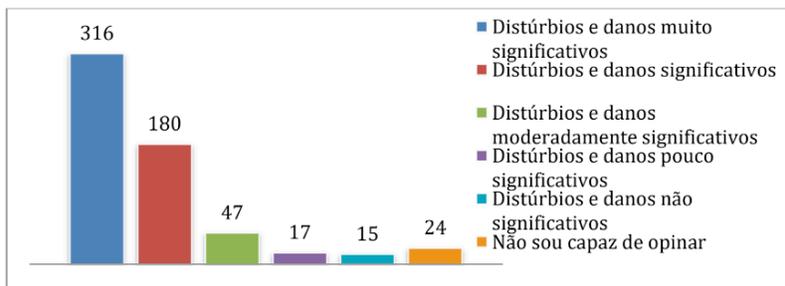


FIG. 3 - Resultados sobre o aumento da geração de resíduos em Gramado.

FONTE - Elaborado pela autora.

Os resíduos sólidos urbanos trazem muitas implicações para o destino turístico, em uma cidade turística, como Gramado, por exemplo, o acúmulo de lixo pelas ruas pode causar má impressão e afugentar turistas. (Álvares, 2010)

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é de responsabilidade de cada município, segundo o que determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos, definida pela Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. A implantação desta lei requer que sejam avaliados os períodos de maior geração de resíduos na cidade, de modo a que seja intensificado as ações de coleta, segregação e destinação final destes resíduos, evitando o acúmulo de resíduos nas vias urbanas, bem como a contaminação ambiental devido ao mau acondicionamento nas vias públicas.

Foram questionadas as opiniões dos moradores quanto ao impacto da instalação de novos empreendimentos turísticos (hotéis, parques, restaurantes) em áreas próximas a matas nativas. Constatou-se analisando os dados da figura 4, que mais de 50% do grupo amostral (388 respondentes) considerou esses distúrbios e danos muito significativos.

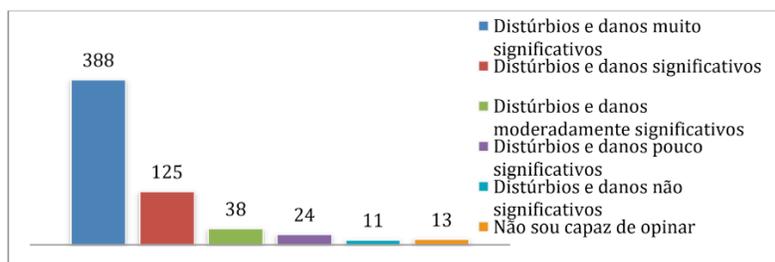


FIG. 4 - Resultados sobre a presença de novos empreendimentos próximos em áreas com vegetação nativa.

FONTE - Elaborado pela autora.

Um levantamento realizado pelo Instituto Geral de Perícias (IGP) que considerou 105 laudos de desmatamento feitos em mais de 50 municípios gaúchos ao longo do último ano, indicou que o Rio Grande do Sul perdeu R\$ 16,3 milhões em função do desmatamento de 158 hectares.<sup>4</sup>

O planejamento sustentável do turismo pode gerar conflitos durante seu desenvolvimento, mas a compensação virá, com rentabilidade a longo prazo (VALLS, 2006). Através do turismo sustentável, é possível promover o desenvolvimento da cidade, de modo articulado com a conservação ambiental.

Fandé et al. (2014) comenta ser indispensável a conscientização de todos os envolvidos na atividade turística quanto à conservação ambiental, pois o desenvolvimento e a manutenção dessa atividade dependem de um meio ambiente sadio.

Nogueira et al. (2007) lembra que segundo o artigo 23 da Constituição Federal, é dever do poder público e da coletividade a proteção ao meio ambiente, o combate à poluição em qualquer de suas formas, a preservação das florestas bem como da fauna e da flora. Porém, na maioria das vezes, observa-se que a expansão do turismo impacta diretamente no patrimônio ambiental local, destruindo as maiores riquezas de um local.

Os respondentes também foram questionados acerca da atuação da Prefeitura Municipal de Gramado, quanto aos investimentos em saneamento básico na cidade. Uma significativa parcela do grupo amostral demonstrou insatisfação com a atuação da prefeitura, somando 499 respostas negativas quanto ao papel da gestão pública neste quesito. Sendo que, 191 respostas consideram a atuação regular, seguido por 161 respostas como ruim e 147 como péssima. Somente 64 respondentes afirmaram ser bom e apenas 8 excelente, e 24 respondentes não foram capazes de opinar.

Ao governo municipal cabem ações mais efetivas no planejamento urbano de Gramado, permitindo a expansão urbana conforme a capacidade de suporte dos serviços públicos, especialmente no que se refere ao saneamento básico.

O saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei n.º 11.445/2007, porém nem sempre este serviço em sua forma total ou com qualidade em muitos municípios brasileiros. Em Gramado os problemas mais decorrentes são a falta de tratamento e local apropriado para o despejo de efluentes e o abastecimento de água que em alta temporada acabam não chegando para toda a população, problema este amplamente veiculado pela mídia.

Em relação à influência do turismo à cultura local, 340 participantes consideram essa influência como positiva, conforme apresenta a figura 5.

---

4 Instituto Geral de Perícias. O custo do desmatamento: perícia calcula valor das áreas desmatadas, 2020. Disponível em < <https://igp.rs.gov.br/o-preco-do-desmatamento-pericia-ambiental-do-igp-calcula-custo-das-areas-desmatadas-no-estado>>. Acesso em: out.2020

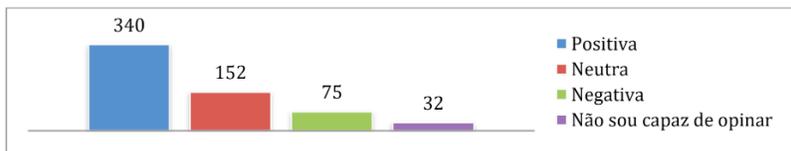


FIG. 5 - Percepção dos respondentes quanto a influência do turismo à cultura local.

FONTE - Elaborado pela autora.

No Brasil, o turismo emprega 6,9 milhões de pessoas em todas as suas funcionalidades, e segundo o Ministério do Turismo, o setor já representa 8,1% do Produto Interno Bruto (PIB).<sup>5</sup> Uma pesquisa realizada em 2004 por CERETTA (2005) mostrou que o gasto diário de turistas em Gramado e Canela se dá em torno de R\$ 700 por dia, considerando hospedagem, alimentação, entretenimento, compras e transporte, e mostra que, se considerarmos o total de 2,5 milhões de visitantes ao ano, nos municípios, os gastos efetuados pelo turista representam anualmente, cerca de 375 milhões na economia local, segundo dados de 2004. Considerando que os valores desta pesquisa já denotam há mais de dez anos, possivelmente os valores atuais devem ser maiores.

Outro aspecto que também foi avaliado neste estudo, refere-se a poluição sonora decorrente da atividade do turismo na cidade. Segundo os respondentes do questionário, a maioria destes assinalou as opções “ocasional e elevada” e “ocasional e baixa” conforme expresso na figura 6.

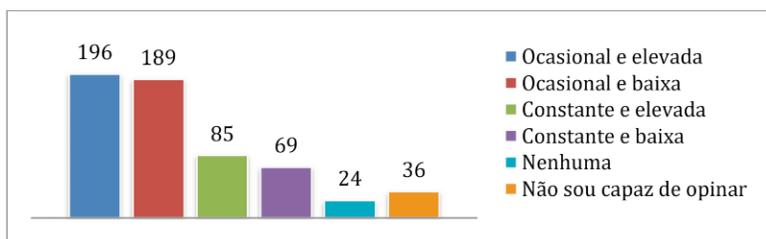


FIG. 6 - Resultados sobre a presença de poluição sonora.

FONTE - Elaborado pela autora.

Esses dados evidenciam que, na percepção dos respondentes, Gramado possui somente alguns períodos de elevação de ruídos por conta dos turistas. No ano de 2018, estabelecimentos do entorno do Palácio dos Festivais e da Rua Coberta foram notificados pela Prefeitura de Gramado por conta de som alto em áreas externas durante o período do 5 Saniele. B. Dia do Turismo: setor emprega mais de 6 milhões de pessoas no país. Agência Brasil, 2019. Disponível em <<https://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2019-09/dia-do-turismo-setor-emprega-mais-de-6-milhoes-de-pessoas-no-pais>>. Acesso em: nov. 2020

Festival de Cinema.<sup>6</sup>

Os moradores de Gramado, também foram questionados acerca da poluição visual decorrente da presença de turistas na cidade. A maior parte do grupo amostral elencou esse aspecto como “ocasional e baixa” seguido de “constante e elevada” conforme dados expressos na figura 7 o que mostra uma divergência nas percepções dos respondentes, possivelmente por conta da localização da moradia, pois de fato as regiões centrais possuem maior presença de turistas, gerando poluição visual constante, enquanto em outras áreas, esta presença é somente ocasional em decorrência a algum evento especial, como, por exemplo os espetáculos do Natal Luz, que ocorrem em locais determinados somente em um período do ano, enquanto no restante do tempo estes locais permanecem com menor público. Um exemplo ocorre na região do Lago Joaquina Rita Bier, onde durante o Natal Luz contém muitos turistas, barulho elevado e congestionamento devido ao espetáculo natalino ocorrente neste local, mas durante o restante do ano, não há outros eventos que gerem um aspecto deste nível.

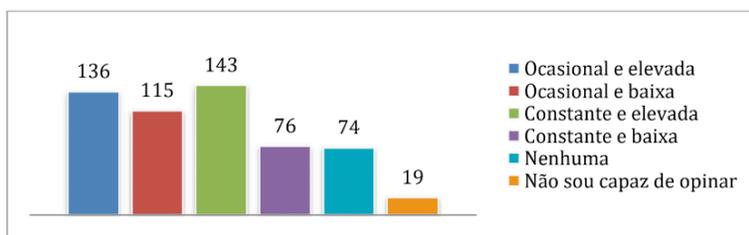


FIG. 7 - Resultados sobre a presença de poluição visual.

FONTE - Elaborado pela autora.

Em Gramado, há a lei n.º 2667 de 20 de maio 2008 que regulamenta o zoneamento de uso da publicidade e propaganda de caráter visual e sonoro, a fim de manter a harmonia da paisagem de Gramado para moradores e turistas. De fato, durante os períodos de alta temporada há uma presença maior de turistas do que em outros períodos do ano, resultando em uma maior concentração de pessoas em determinados pontos turísticos que podem gerar cerca poluição visual.

A poluição visual é caracterizada pelo excesso de informações, que se concentram em determinadas localidades, conturbando o campo visual como estruturas físicas, aglomerados de prédio, barracas, cartazes, anúncios, propagandas, banners, totens, placas dispostos em ambientes urbanos, especialmente em centros comerciais e de serviços (SILVA, 2011). Em Gramado, a Lei n.º 2667 de 20 de maio de 2008 regulamenta o uso de

6 Ramos. H. Determinação da prefeitura de Gramado restringe músicas na Rua Coberta. Correio do Povo, 2018. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/cidades/determina%C3%A7%C3%A3o-da-prefeitura-de-gramado-restringe-m%C3%BAsicas-na-rua-coberta-1.269493>> . Acesso em: out. 2020

publicidades e propagandas como placas, anúncios, letreiros e painéis, deste modo, cria-se um ambiente urbano mais organizado visualmente, onde turistas e moradores podem usufruir.

Outro aspecto muito recorrente na cidade em épocas comemorativas são os congestionamentos na área central da cidade, inviabilizando o deslocamento de moradores e turistas. Os respondentes foram questionados sobre o tráfego de veículos e os congestionamentos em alta temporada. Os resultados são expressos na figura 8.

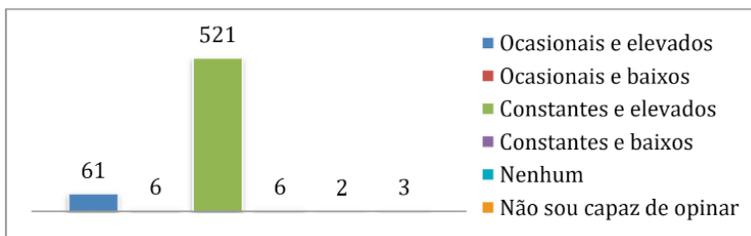


FIG. 8 - Resultados quanto o fluxo de veículos em Gramado.

FONTE - Elaborado pela autora.

É visível a percepção deste impacto pelos moradores de Gramado, com 87% de respostas em “constantes e elevados”, demonstrando um problema que há vários anos compromete a circulação de turistas e residentes no município. No ano de 2018, passaram 5,2 milhões de veículos nos pedágios que dão acesso a Gramado.<sup>7</sup>

A lei n.º 3.779, de 04 de novembro de 2019, regulamenta o Plano Municipal de Mobilidade Urbana do Município de Gramado, dispondo de diversas normativas com o objetivo de melhorar o fluxo de veículos e pessoas na cidade. Porém, pelo resultado da figura 8, fica notório que esta lei, segundo a percepção dos respondentes, não está atingindo seu propósito.

Na medida em que as cidades veem crescendo, cresce a necessidade de mobilidade, e torna-se necessário definir ações que possam, pelo menos, manter a qualidade de vida de seus habitantes, quando estas se encontram com um bom nível. A mobilidade sustentável pode ser vista através de ações sobre o uso e ocupação do solo e sobre a gestão dos transportes visando proporcionar acesso aos bens e serviços de uma forma eficiente para todos os residentes, e assim, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar a geração futura (CAMPOS, 2006).

Sobre o nível de conscientização de moradores, turistas, poder público, empresários e comerciantes no que diz respeito a preservação do meio ambiente na cidade, a figura 9

7 Müller. I. 5,2 milhões de veículos passaram nos pedágios da região em 2018. Jornal de Gramado, 2018. Disponível em: < <https://jornaldegramado.com.br/2019/01/noticias/regiao/2367557-5-2-milhoes-de-veiculos-passaram-nos-pedagios-da-regiao-em-2018.html>>. Acesso em: out.2020

evidencia que, a maioria dos respondentes reconhece que essa conscientização ainda é baixa.

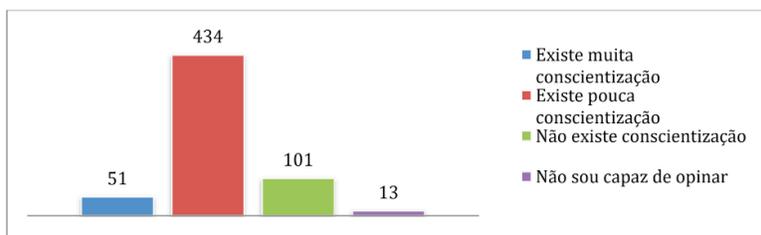


FIG. 9 - Resultados sobre a existência de uma conscientização quanto ao meio ambiente.

FONTE - Elaborado pela autora.

Recentemente, no dia 12 de outubro, a Secretaria do Meio Ambiente de Gramado, para comemorar o dia das crianças, lançou um jogo de tabuleiro contendo conceitos de ecologia e sustentabilidade com o intuito de promover a consciência ambiental nas crianças.<sup>8</sup> Apesar desta ação contribuir para o aprendizado das crianças, a parte da população que mais gera impactos ambientais são os adultos, e é neste grupo é onde deveria haver mais práticas de conscientização, porém, de uma forma geral, os municípios costumam direcionar estes assuntos apenas para as crianças, embora a educação ambiental seja destinada a todas as faixas etárias.

Conforme a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, em seu artigo 2º reforça que “a Educação Ambiental é um componente permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal”. Portanto, cabem a gestão pública local, ações mais efetivas quanto a conscientização da população em relação a pauta ambiental, com proposições de estratégias efetivas, contínuas e sistematizadas.

E por fim, os respondentes foram questionados sobre a época do ano em que há mais impactos advindos do turismo. Como evidenciado na figura 10 observa-se que o Natal Luz é, na visão dos moradores, o evento que causa mais impacto.

8 Fauth. F. Secretaria do Meio Ambiente lança jogo de tabuleiro sobre ecologia e sustentabilidade. Prefeitura Municipal de Gramado, 2020. Disponível em <<https://www.gramado.rs.gov.br/noticias/secretaria-do-meio-ambiente-lanca-jogo-de-tabuleiro-sobre-ecologia-e-sustentabilidade>>. Acesso em: out. 2020

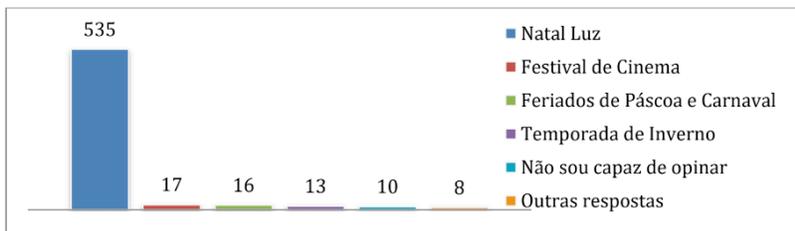


FIG. 10 - Opinião dos respondentes sobre qual época do ano há mais impactos decorrentes do turismo em Gramado.

FONTE - Elaborado pela autora.

Esse dado vem de encontro com informações disponíveis no Site Brasil Turismo<sup>9</sup> que cita que o último Natal Luz que ocorreu no período compreendido entre 24 de outubro de 2019 a 12 de janeiro de 2020 reuniu 2,3 milhões de turistas na cidade, evidenciando que se trata de um evento que atrai muitos turistas para a cidade.

O Natal Luz de Gramado é uma festa de caráter popular que, além de lazer, tem objetivo comercial, de proporcionar dinamicidade à economia local e da região. O evento consolidou-se, desde sua primeira edição em 1986, como um festival turístico e passou a ser gerido com ênfase na atração de turistas na baixa temporada, visando a movimentar os equipamentos turísticos também durante o verão (CROSDALES, et al. 2010). A partir de então, ano após ano, cada vez mais turistas vinham para celebrar este evento natalino, o que o tornou hoje o evento mais prestigiado de Gramado com os maiores números de turistas durante sua ocorrência, caracterizada pela decoração de natal em toda a parte central da cidade, além de espetáculos gratuitos e pagos decorrentes, que podem ser assistidos até depois do feriado de Natal, pois as festividades só se encerram em janeiro.

Ao término do questionário, os respondentes poderiam deixar algum comentário acerca do tema investigado nessa pesquisa, estando essa questão facultada como não obrigatória. E esse campo obteve mais de 400 comentários, reunindo as mais diversas opiniões no que se diz respeito ao turismo em Gramado.

De modo geral, a maioria dos comentários apresentavam críticas e reclamações, principalmente quanto ao saneamento básico, onde muitos comentários queixavam-se dos problemas recorrentes com a falta de água e/ou forte cheiro de efluentes sem tratamento em épocas de alta temporada, nas vias urbanas. Alguns respondentes sugeriram melhorias como captação de água da chuva, enquanto outros alegavam a falta de uso consciente deste recurso.

Um comentário também denunciou a contaminação de recursos hídricos locais com o despejo de efluentes sanitários sem tratamento, no período de alta temporada, como a

9 Kinas. L. Natal Luz, em Gramado (RS), reúne 2,3 milhões de pessoas. BrasilTuris, 2020. Disponível em: <<https://brasilturis.com.br/natal-luz-gramado-milhoes/>> . Acesso em: out. 2020

Cascata dos Narcisos que há pelo menos três décadas está fora do circuito de atrações turísticas de Gramado<sup>10</sup>, podendo ser utilizada como atrativo turístico natural. Algumas críticas em relação à água no município se direcionam diretamente a empresa responsável por estes serviços, enquanto outros a gestão pública municipal.

Quanto ao turismo, os respondentes reconhecem que a atividade turística é a que sustenta o município e acarreta na geração de muitos empregos, porém o problema está na má gestão de como o turismo é oferecido e vendido no município. Muitos comentários dizem que é possível construir um turismo de forma sustentável que seja agradável para os turistas que visitam, quanto para os moradores. Um dos principais problemas quanto a isso relatado nos comentários é a falta de planejamento de novas construções e empreendimentos e a conscientização ambiental por parte de turistas e empresários locais. Alguns comentários destacaram que a culpa não é do turismo, mas sim do poder público que, segundo os respondentes, não fiscaliza e não realiza ações de conscientização ambiental. Outros respondentes que afirmam viverem em Gramado há muitos anos, dizem que o turismo que a cidade oferece hoje é muito diferente daquele de mais de dez anos atrás, onde o turista que vinha de cidades grandes buscava o sossego e a natureza que havia somente na Serra Gaúcha, e que hoje o turismo busca somente aumentar cada vez mais o número de turistas sem se preocupar se sua experiência em Gramado está sendo agradável. Alguns relatos expressaram a preocupação com o aumento do desmatamento nos últimos anos, bem como a diminuição das matas nativas do município. Outros ainda reclamam que nos bairros mais distantes, onde não há a circulação de turistas e nem empreendimentos voltados para o turismo são “esquecidos” pela Prefeitura, e que os governantes dariam mais importância aos turistas do que aos moradores que são a mão de obra que atendem a este público. Um comentário chama a atenção ao dizer que “Gramado é uma cidade pequena com problemas de cidade grande”, por conta do rápido desenvolvimento do município nos últimos anos, aliado ao precário e ineficaz planejamento urbano.

Muitos respondentes afirmaram que realmente apreciam residir em Gramado conforme os diversos motivos já apresentados na anteriormente. A quantidade de comentários expressos demonstra que os moradores de Gramado estão atentos as mudanças e aos impactos que o turismo vem causando na cidade ao longo dos anos, e que com isso esperam mais ações e atitudes do poder público para que este gerencie o turismo de forma que traga benefícios para Gramado, seus residentes e os turistas.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade turística em Gramado, apesar de ser muito apreciada pelos turistas que procuram a Serra Gaúcha em busca de lazer, bons restaurantes e passeios em cenários deslumbrantes, requer a adoção políticas públicas que levem em consideração o aspecto

<sup>10</sup> Neto. M. Cascata dos Narcisos: água transparente e sem cheiro. Miron Neto, 2020. Disponível em: <<https://www.mironneto.com/site/br/noticia.php?noticia=4079>>. Acesso em: nov. 2020

cultural e socioambiental no planejamento das ações do turismo, de modo que os cartões postais da cidade, não estejam num futuro próximo, apenas na lembrança dos moradores e dos turistas que por ali passam todos os anos.

Os dados obtidos nesta pesquisa revelaram não apenas impactos oriundos das atividades do turismo, bem como o descaso do poder público quanto a gestão de políticas públicas na cidade.

A percepção dos moradores participantes desta pesquisa revela insatisfação quanto à atuação do poder público no fornecimento de serviços básicos, como o saneamento básico e na gestão ambiental da cidade. Mesmo assim, nenhum participante reivindicou o papel dos cidadãos na fiscalização destas políticas públicas locais.

Apesar de reconhecerem os inúmeros impactos advindos do turismo, os participantes desta pesquisa reconhecem que o turismo traz benefícios, especialmente no que se refere à oferta de trabalho.

É notório a urgência da atuação do poder público por meio de uma gestão eficaz no que diz respeito a proposição de políticas públicas eficientes que regulem o desenvolvimento da cidade, visando a conservação do meio ambiente e a um desenvolvimento sustentável do turismo na região. Espera-se que este trabalho com os seus resultados e revelações sirva de alerta para os governantes atuais, a fim de se repensar como o turismo está sendo condicionado no município de Gramado. Com os dados obtidos neste estudo pretende-se apresentar a administração municipal para que estes possam viabilizar novas ações no município.

## REFERÊNCIAS

Brasil. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.

Brasil. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: DOU de 03/08/2010.

Brasil. *Lei nº 11.445/2007, de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília: DOU de 08/01/2007

Brasil. *Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999*. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília: DOU de 28/04/1999

Brasil. *Constituição da República Federativa do Brasil*. 11. Brasília: promulgada em 5 de outubro de 1988

Campos, V.B.G. Uma visão da mobilidade sustentável. *Revista dos Transportes Públicos*, v. 2, p. 99-106, 2006. Disponível em <[http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(3\)UMAVISAODAMOBILIDADE.pdf](http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(3)UMAVISAODAMOBILIDADE.pdf)> . Acesso em> out. 2020

Ceretta, C. C. *A composição do gasto turístico nos municípios de Canela e Gramado - Rio Grande do Sul*. Dissertação (Mestrado em Turismo) – UCS, 2005. Disponível em <<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/gt1-a-composicao.pdf>>. Acesso em: nov. 2020

Crosdales, L. D. C. C.; Tomazzoni, E. L. Organização e gestão do evento natal luz e seus retornos para o turismo de Gramado (RS). In: *Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul*. Caxias do Sul, 9 10 de jul., 2010.

Fandé, M. B.; Pereira, V. F. G. C. Impactos Ambientais Do Turismo: Um Estudo Sobre A Percepção De Moradores E Turistas No Município De Paraty-RJ. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 18, n. 3, 1170-1178, 2014. doi: 10.5902/2236117013864

Fauth, F. Secretaria do Meio Ambiente lança jogo de tabuleiro sobre ecologia e sustentabilidade. *Prefeitura Municipal de Gramado*, 2020. Disponível em <<https://www.gramado.rs.gov.br/noticias/secretaria-do-meio-ambiente-lanca-jogo-de-tabuleiro-sobre-ecologia-e-sustentabilidade>>. Acesso em: out. 2020

Freitas, C. Natal Luz atrai turistas brasileiros e movimentação ocupação hoteleira de Gramado. *G1*, 2018. Disponível em <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/natal-luz/2018/noticia/2018/12/17/natal-luz-atrai-turistas-brasileiros-e-movimentacao-ocupacao-hoteleira-de-gramado.ghtml>>. Acesso em: abr. 2020

Fuganti, P. F. O. *Vozes na cidade: turismo, eventos e seus impactos em Gramado - Rio Grande do Sul - Brasil*. Dissertação (Mestrado em Turismo) – UCS, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmloi/handle/11338/731>>. Acesso em: mar. 2019

Gaúcha ZH. *Moradores sofrem com falta de água em Gramado*. 2019. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2019/12/moradores-sofrem-com-falta-de-agua-em-gramado-ck4pjkbtq01101nvm4crtevp.html>>. Acesso em dez. 2019

Gerhardt, T. E.; Silveira, D. T. (org.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1. ed, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: abr. 2020

Gramado. *Lei nº 2667, de 20 de maio 2008*. Cria o zoneamento de uso da publicidade e propaganda, regulamenta os tipos, modelos e demais requisitos a serem atendidos para o licenciamento de engenhos publicitários, revoga as Leis municipais 1255/94, 1281/94, 1511/97, 1656/99, 1638/99, 1809/01, 1842/01, 1977/02 e o decreto 036/2005 e dispositivos da Lei municipal 2398/05 e dá outras providências.

Gramado. *Lei nº 3.779, de 04 de novembro de 2019*. Institui e regulamenta o Plano Municipal de Mobilidade Urbana do Município de Gramado/RS, e dá outras providências.

Gramado Parks. *Fondue: a preferência gastronômica dos turistas em Gramado*, 2018. Disponível em <<https://www.gramadoparks.com/fondue-preferencia-gastronomica-dos-turistas-em-gramado>>. Acesso em: abr. 2020

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados*, 2019. <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/gramado.html>>. Acesso em: mar. 2019

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *População Rural e Urbana*, 2015. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>. Acesso em: out. 2020

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo*, 2010 Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br>> . Acesso em: out. 2020

Instituto Geral de Perícias. *O custo do desmatamento*: perícia calcula valor das áreas desmatadas, 2020. Disponível em < <https://igp.rs.gov.br/o-preco-do-desmatamento-pericia-ambiental-do-igp-calcula-custo-das-areas-desmatadas-no-estado>>. Acesso em: out.2020

Kinas. L. Natal Luz, em Gramado (RS), reúne 2,3 milhões de pessoas. *BrasilTuris*, 2020. Disponível em: <<https://brasilturis.com.br/natal-luz-gramado-milhoes/>> . Acesso em: out. 2020

Ministério do Turismo. *Dados e Fatos*, 2019. Disponível em: <<http://www.dadosefatos.turismo.gov.br/dadosefatos/home.html>>. Acesso em: mai. 2019

Molina, S. E. *Turismo e ecologia*. Tradução: Baptista, J. V. Bauru: Universidade do Sagrado Coração, 2001.

Moschen, G. *Novas Tendências para o Turismo*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Comunicação Social) – UNISINOS, 1995.

Müller. I. 5,2 milhões de veículos passaram nos pedágios da região em 2018. *Jornal de Gramado*, 2018. Disponível em: < <https://jornaldegramado.com.br/2019/01/noticias/regiao/2367557-5-2-milhoes-de-veiculos-passaram-nos-pedagios-da-regiao-em-2018.html>>. Acesso em: out.2020

Neto. M. Cascata dos Narcisos: água transparente e sem cheiro. *Miron Neto*, 2020. Disponível em: <<https://www.mironneto.com/site/br/noticia.php?noticia=4079>> . Acesso em: nov. 2020

Nogueira. A. C. F.; Sanson. F.; Pessoa. K. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. In: *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis, 21-26 de abr., 2007.

Portal Gramado. *Programação de eventos*, 2020. Disponível em <<https://portalgramado.com.br/programacao-de-eventos/>>. Acesso em: abr. 2020

Portal Gramado. *Gramado – Rio Grande do Sul*, 2020. Disponível em <<https://portalgramado.com.br/a-cidade/>>. Acesso em: abr. 2020

Portal Gramado News. *Análise confirma melhoria na qualidade da água no Arroio Piratini*, 2020. Disponível em < <https://portalgramadonews.com.br/analise-confirma-melhoria-na-qualidade-da-agua-no-arroio-piratini/>> . Acesso em: nov. 2020

Prefeitura Municipal de Gramado. *Saiba mais sobre Gramado*, 2019. Disponível em <<https://www.gramado.rs.gov.br/pagina/conheca>>. Acesso em: abr. 2020

Prefeitura Municipal de Gramado. *Secretaria do Meio Ambiente*, 2019. Disponível em <<https://www.gramado.rs.gov.br/secretarias/meio-ambiente>>. Acesso em: abr. 2020

Prodanov, C. C.; Freitas, E. C. *Metodologia do trabalho científico*: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2. ed, 2013. Disponível em <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em: mai. 2020

Ramos, H. Determinação da prefeitura de Gramado restringe músicas na Rua Coberta. *Correio do Povo*, 2018. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/cidades/determina%C3%A7%C3%A3o-da-prefeitura-de-gramado-restringe-m%C3%BAscas-na-rua-coberta-1.269493>> . Acesso em: out. 2020

Ruschmann, D. **Turismo e planejamento sustentável**: A proteção do meio ambiente. Campinas: Papirus, 1997.

Saniele, B. Dia do Turismo: setor emprega mais de 6 milhões de pessoas no país. *Agência Brasil*, 2019. Disponível em <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-09/dia-do-turismo-setor-emprega-mais-de-6-milhoes-de-pessoas-no-pais>>. Acesso em: nov. 2020

Santos, A. R. *Metodologia científica*: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

Silva, C. A. N. de. A poluição visual causada pelos quiosques na faixa de areia da praia da enseada-Guarujá. *Revista Eletrônica de Divulgação Científica da Faculdade Don Domênico*, 4º ed, 2011. Disponível em <[http://www.faculdadedondomenico.edu.br/revista\\_don/artigo7\\_ed4.pdf](http://www.faculdadedondomenico.edu.br/revista_don/artigo7_ed4.pdf)>. Acesso em: nov. 2020

Valls, J. *Gestão integral de destinos turísticos sustentáveis*. Tradução: Vasques, C. e Wang, L. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006

## APÊNDICE

### Questionário

#### Impactos Ambientais do Turismo em Gramado

Impressão e avaliação dos moradores de Gramado sobre o nível de impacto no ambiente natural.

\* Perguntas obrigatória1 - Bairro que reside: \*

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Alto Viação Férrea | <input type="checkbox"/> Lago Negro     | <input type="checkbox"/> Vila do Sol        |
| <input type="checkbox"/> Avenida Central    | <input type="checkbox"/> Mato Queimado  | <input type="checkbox"/> Vila Olímpica      |
| <input type="checkbox"/> Bavária            | <input type="checkbox"/> Minuano        | <input type="checkbox"/> Vila Suíça         |
| <input type="checkbox"/> Bela Vista         | <input type="checkbox"/> Moura          | <input type="checkbox"/> Vale das Colinas   |
| <input type="checkbox"/> Caic               | <input type="checkbox"/> Piratini       | <input type="checkbox"/> Villagio           |
| <input type="checkbox"/> Carniel            | <input type="checkbox"/> Planalto       | <input type="checkbox"/> Zona Rural (Linhas |
| <input type="checkbox"/> Casagrande         | <input type="checkbox"/> Pórtico        | 28, Araripe, Ávila,                         |
| <input type="checkbox"/> Centro             | <input type="checkbox"/> Prinstrop      | Bonita, Carazal, Furna,                     |
| <input type="checkbox"/> Curva da Farinha   | <input type="checkbox"/> Serra Grande   | Marcondes, Quilombo)                        |
| <input type="checkbox"/> Dutra              | <input type="checkbox"/> Tirol          | <input type="checkbox"/> Outro:_____        |
| <input type="checkbox"/> Floresta           | <input type="checkbox"/> Três Pinheiros | _____                                       |
| <input type="checkbox"/> Ipê Amarelo        | <input type="checkbox"/> Várzea Grande  |   |
| <input type="checkbox"/> Jardim             | <input type="checkbox"/> Viação Férrea  |   |



- Distúrbios e danos pouco significativos
- Distúrbios e danos moderadamente significativos
- Distúrbios e danos significativos
- Não sou capaz de opinar

8 – Novos empreendimentos turísticos (hotéis, parques, restaurantes) em áreas próximas a matas nativas ocasionam: \*

- Distúrbios e danos não significativos
- Distúrbios e danos pouco significativos
- Distúrbios e danos moderadamente significativos
- Distúrbios e danos significativos
- Não sou capaz de opinar

9 – A atuação da Prefeitura quanto ao investimento em saneamento básico em Gramado é: \*

- Excelente
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssima
- Não sou capaz de opinar

10 – A influência do turismo a cultura local é: \*

- Positiva
- Negativa
- Neutra
- Não sou capaz de opinar

11 – A poluição sonora decorrente da atividade do turismo na cidade é: \*

- Constante e elevada
- Constante e baixa
- Ocasional e elevada
- Ocasional e baixa
- Ocasional e baixa
- Nenhuma
- Não sou capaz de opinar

12 – A poluição visual decorrente da presença de turistas é: \*

- Constante e elevada
- Constante e baixa
- Ocasional e elevada
- Ocasional e baixa
- Nenhuma
- Não sou capaz de opinar

13 – O tráfego de veículos e o congestionamento em alta temporada são: \*

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Constantes e elevados | <input type="checkbox"/> Ocasionais e baixos     |
| <input type="checkbox"/> Constantes e baixos   | <input type="checkbox"/> Nenhum                  |
| <input type="checkbox"/> Ocasionais e elevados | <input type="checkbox"/> Não sou capaz de opinar |

14 – Nível de conscientização de moradores, turistas, poder público, empresários e comerciantes no que diz respeito a preservação do meio ambiente: \*

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Não existe conscientização   | <input type="checkbox"/> Existe muita conscientização |
| <input type="checkbox"/> Existe pouca conscientização | <input type="checkbox"/> Não sou capaz de opinar      |

15 – Última pergunta: na sua opinião, qual é a época do ano em que há mais impactos causados pelo turismo? \*

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Temporada de Inverno | <input type="checkbox"/> Feriados de Páscoa e Carnaval |
| <input type="checkbox"/> Natal Luz            | <input type="checkbox"/> Outro: _____                  |
| <input type="checkbox"/> Festival de Cinema   | <input type="checkbox"/> Não sou capaz de opinar       |

Tem algum comentário final sobre este assunto? (optativa)

---

# CAPÍTULO 14

## MEIO O AMBIENTE DO TRABALHO: RESPONSABILIDADE CIVIL DO EMPREGADOR PELA DOENÇA OCUPACIONAL

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

**Mary Monalisa de Carvalho Costa**

Universidade do Estado da Bahia  
Juazeiro – BA

<https://orcid.org/0000-001-7810-8431>

**RESUMO:** O direito ao meio ambiente do trabalho ecologicamente equilibrado é direito fundamental do trabalhador, corolário do Princípio da Dignidade da Pessoa Humana, por esta razão é dever do empregador diligenciar o cumprimento das normas de saúde e segurança do trabalho, reduzindo ou eliminando fatores nocivos à saúde do trabalhador. A doença ocupacional é gerada pelas condições específicas de trabalho ou pelo risco inerente a determinada profissão.

Objetivou-se neste estudo realizar uma análise das bases legais e bibliográficas acerca do direito ao meio ambiente do trabalho ecologicamente equilibrado. Observou-se que o artigo 225, § 3º, da Constituição Federal de 1988 obriga o infrator a responder pelos danos causados ao meio ambiente, disso decorrendo a responsabilidade objetiva do empregador pela doença ocupacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Meio ambiente do trabalho. Doença Ocupacional. Responsabilidade Civil objetiva do empregador.

### THE WORK ENVIRONMENT: EMPLOYER'S CIVIL RESPONSIBILITY FOR OCCUPATIONAL DISEASE

**ABSTRACT:** The right to an ecologically balanced work environment is a fundamental right of the worker, corollary to the Principle of the Dignity of the Human Person, for this reason it is the duty of the employer to ensure compliance with health and safety standards at work, reducing or eliminating factors harmful to health. of the worker. Occupational disease is caused by specific work conditions or the risk inherent in a particular profession. The objective of this study was to carry out an analysis of the legal and bibliographic bases about the right to the environment of ecologically balanced work. It was observed that article 225, § 3. of the Federal Constitution of 1988 obliges the offender to answer for damages caused to the environment, resulting in the employer's objective liability for occupational disease.

**KEYWORDS:** Work environment. Occupational disease. Employer's strict civil liability.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 no seu artigo 225 *caput* garante a todos um meio ambiente ecologicamente equilibrado e engloba o meio ambiente em todas as suas dimensões, a saber, meio ambiente natural, cultural, artificial e do trabalho, na medida em que o citado dispositivo legal considera o meio ambiente ecologicamente equilibrado essencial a sadia

qualidade de vida.

O direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado constitui direito fundamental do indivíduo e, no caso específico do meio ambiente do trabalho este equilíbrio é indispensável para o atendimento do Princípio da Dignidade da Pessoa Humana, que é baliza pra todos os direitos fundamentais protegidos na Constituição Federal. No que tange ao direito a um trabalho digno, verifica-se que este é essencial para uma sadia qualidade de vida e realmente torna efetivo o Princípio da Dignidade da Pessoa Humana.

Compete ao empregador diligenciar o cumprimento das normas de segurança e higiene, buscando a salubridade do ambiente de trabalho, reduzindo ou eliminando a exposição a fatores nocivos tais como gases, poeira, ruídos irradiações, entre outros. Além disso, devem ser reduzidas as condições estressantes e penosas, como, por exemplo, o trabalho em longas jornadas, com extrapolação habitual dos limites diários.

A prevenção da doença ocupacional, assim entendida como aquela resultante das condições adversas e insalubridade no ambiente laboral é medida imposta ao empregador, daí sobrevivendo a obrigação de indenizar quando esta obrigação é violada.

A temática em foco é amplamente discutida entre os juristas. Na esfera do Direito Ambiental destaca-se, a título de exemplo, Amado (2012) que dedica em sua obra intitulada “Direito Ambiental Esquemático” um capítulo referente ao meio ambiente do trabalho, tendo como um dos itens abordados a “Reponsabilidade civil das empresas pelo dano ambiental do trabalho” e Oliveira (2016), em sua obra “Indenizações por acidente do trabalho ou doença ocupacional”.

O presente artigo objetiva analisar o direito do empregado ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, fator indispensável a uma sadia qualidade de vida e apresentar a interpretação jurídica acerca da responsabilidade do empregador pela doença ocupacional.

## 2 | METODOLOGIA

Uso do método jurídico-dogmático, apresentando uma análise da estrutura interna das normas jurídicas.

Utilizou-se a análise documental e bibliográfica.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A doença ocupacional é equiparada por lei ao acidente de trabalho. No entanto, como será demonstrado, são conceitos distintos e o tratamento dado aos mesmos, embora semelhante, se distingue. O acidente do trabalho está disciplinado no artigo 19 *caput* da Lei 8.213 de 1991, ao passo que a doença ocupacional está disciplinada no artigo 19, incisos I e II da citada lei, estando assim redigidos:

Art. 19. Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Art. 20. Consideram-se acidente do trabalho, nos termos do artigo anterior, as seguintes entidades mórbidas:

I - doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;

II - doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I.

Destarte, segundo o artigo 19 da Lei 8.213 de 1991 o acidente do trabalho é oriundo do exercício do trabalho a serviço da empresa, ocorre em razão de evento com aptidão de causar danos ao trabalhador, perda ou redução, permanente ou temporária da capacidade do trabalho, lesão corporal ou até mesmo a morte do trabalhador. Diz o art. 20 da citada norma que a doença ocupacional é equiparada ao acidente do trabalho, abrangendo as doenças profissionais e do trabalho e resultam das condições em que o trabalho se desenvolve.

Para a identificação do acidente do trabalho e da doença ocupacional torna-se necessário o estabelecimento de uma relação de causa e efeito entre o exercício e/ou as condições de trabalho e o dano sobrevivendo ao empregado, o que se chama de nexo causal. Outrossim, salientam Cabral *et al* (2018) que os ramos do Direito apresentam diferentes enfoques na análise do nexo causal, podendo ocorrer divergências, conforme seja visto sob a ótica da legislação trabalhista, previdenciária ou civil. Aduzem, ademais, que o nexo trabalhista é uma atribuição do SESMT- Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, responsável pelo registro ou não da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), o nexo previdenciário está vinculado a homologação da CAT pelo INSS, o nexo civil tem como base o Código Civil e é fixado pelo Poder Judiciário, sendo a Lei 8.213/1991 uma referência comum ao SESMT, INSS e Justiça do Trabalho, órgão competente para julgar as ações que visem a recomposição dos danos patrimoniais ou morais decorrentes da relação de trabalho, conforme artigo 114, VI da Constituição Federal.

O artigo 118 da Lei 8.213 de 1991- Lei de Benefícios Previdenciários equipara a doença ocupacional ao acidente de trabalho ao tratar da estabilidade provisória no emprego pelo período de um ano após o retorno do auxílio doença acidentário, o qual é gerado pelo acidente de trabalho ou pela doença profissional. Outrossim, embora equiparados por lei para efeito de concessão do auxílio doença acidentário e da concessão da estabilidade provisória, tais institutos são distintos.

O acidente de trabalho ocorre num único momento, trata-se de um sinistro ocorrido na empresa, como poderia ocorrer com uma explosão de uma caldeira, já a doença ocupacional se desenvolve gradativamente à medida em que o empregado desenvolve a função cujas tarefas são aptas a gerar uma doença, é o caso específico da surdez causada pela exposição a barulho excessivo no trabalho e acima dos limites de tolerância previstos na norma regulamentar.

Por oportuno, é preciso ressaltar que doença ocupacional é gênero, englobando neste a doença profissional e a doença ocupacional, sendo a primeira inerente a certas profissões, como doenças pulmonares para aqueles que trabalham na área de mineração e expostos a sílica, ao passo que a doença ocupacional, embora se desenvolva em razão do trabalho, não é diretamente relacionada com uma profissão (SILVA e DIAS, 2017).

Destarte, considerando que a doença ocupacional está diretamente relacionada ao ambiente de trabalho, faz-se mister aplicar-se a responsabilidade civil objetiva do empregador. O acidente do trabalho, por seu turno, nem sempre decorre de condições adversas do meio ambiente do trabalho, razão porque merece tratamento distinto da doença ocupacional no tocante à responsabilidade civil.

É direito do trabalhador desfrutar de um meio ambiente do trabalho ecologicamente equilibrado e os infratores estão obrigados a responder pelos atos lesivos ao meio ambiente, porém o texto legal não condiciona a responsabilidade civil ou administrativa pelos danos causados ao meio ambiente à existência de culpa em sentido amplo, donde se infere que se trata de responsabilidade civil objetiva, conforme artigo 225, § 3º. da Carta Magna de 1988.

No contexto do meio ambiente do trabalho desenvolve-se a doença ocupacional, que decorre diretamente das condições específicas da função e do meio ambiente do trabalho. Inclusive, o artigo 7º., inciso XXII da Constituição Federal de 1988 assegura ao trabalhador o direito à adoção de medidas de redução dos riscos inerentes ao trabalho, por meio de normas de saúde, higiene e segurança do trabalho.

Afirma Amado (2012) que as normas que regulam o meio ambiente do trabalho se preocupam com as condições em que o trabalho é prestado e como o trabalho se desenvolve, buscando sempre garantir a dignidade laboral do trabalhador.

De igual modo, o artigo 14, § 1º. da Lei 6.938 de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, impõe àquele que causar danos ambientais o dever de indenizar, independentemente de culpa. Por fim, o artigo 2º. da Consolidação das Leis do Trabalho atribui ao empregador os riscos da atividade.

Nesse sentido Luiz Júnior (2018) ressalta que uma vez comprovada a lesão ambiental é preciso apenas a identificação de uma relação de causa e efeito entre o comportamento do agente e o dano, não sendo imprescindível a prática de um ato ilícito.

De igual modo, o art. 157 da CLT impõe ao empregador a obrigação de zelar pelo cumprimento das normas de medicina e segurança do trabalho, instruindo os empregados

acerca das precauções necessárias para se evitar a doença ocupacional e adotando as medidas impostas pelo órgão regional competente. O órgão regional competente para fiscalizar o cumprimento das normas de segurança e saúde ocupacional é a Delegacia Regional do Trabalho, órgão integrante do Ministério Público do Trabalho.

As normas protetivas do meio ambiente não estão previstas apenas na CLT, mas também nas Normas Regulamentadoras editadas pelo Ministério Público do Trabalho, especialmente nas Normas Regulamentadoras de números 4,7,15 e 32 do Ministério do Trabalho. Além disso, a CLT enumera algumas medidas de proteção do meio ambiente do trabalho, tais como inspeções prévias, instalações elétricas e condições térmicas adequadas, prevenção a fadiga, entre outras, reservando um capítulo inteiro no tratamento das normas de Segurança e Medicina do Trabalho, trata-se do capítulo V da CLT, artigo 154 e seguintes.

Para Mello (2014) a responsabilidade civil ambiental é objetiva e se baseia na teoria do risco integral, na qual o agente responde pelos danos da atividade que desenvolve, pois o bem protegido é a vida e a sadia qualidade de vida. Ao tratar de modo específico do acidente do trabalho o autor sustenta que a responsabilidade do patrão está subordinada a existência de culpa, com base no artigo 7º., inciso XXVIII da CF de 1988 e na interpretação dada pela jurisprudência dominante, mas, pondera que esta regra comporta flexibilização, entre elas os agravos advindos dos danos ambientais e os acidentes que ocorrerem no âmbito de empresas que exerçam atividades de risco.

Nesse passo, na hipótese do acidente do trabalho está diretamente relacionado com o risco da atividade há que se aplicar a responsabilidade objetiva, neste sentido se pronunciou o TST no Recurso de Revista nº. TST-RR-59300-11.2005.5.15.0086, em que analisou o caso de um motoboy que sofreu um acidente automobilístico, entendendo que o risco é inerente a função.

Todavia, outros entendem que a responsabilidade civil do empregador pelos danos advindos do trabalho deverá ser sempre objetiva, quer se trate de acidente de trabalho ou quer se trate de doença ocupacional, devendo o risco ser considerado inerente a atividade, como se infere de PRITSCH (2011), BERTOTTI (2014).

Silva e Dias (2017), porém, concluem que há uma tendência de aplicação da responsabilidade objetiva na jurisprudência moderna, quer se trate de doença ocupacional ou quer se trate de acidente do trabalho, explica que o judiciário não pretende ver o empregado, que é hipossuficiente econômico, impossibilitado de ser ressarcido dos prejuízos que sofrer. Assim, ante a dificuldade do empregado satisfazer o ônus probatório exigido pela responsabilidade civil subjetiva, que é a necessidade da comprovação de dolo ou culpa do empregador, a justiça está se inclinando no sentido de abraçar a teoria da responsabilidade objetiva nas causas que contenham o pedido de indenização por acidente do trabalho ou doença ocupacional.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O art. 225 da CF de 1988 garante o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, alargando o conceito de meio ambiente a todas as condições necessárias a sadia qualidade de vida, englobando o meio ambiente cultural, artificial e do trabalho.

O parágrafo 3º do artigo 225 da CF dispõe acerca da responsabilidade civil objetiva dos infratores pelos causados ao meio ambiente. A doença ocupacional decorre das condições adversas e/ou locais de trabalho, impondo-se a responsabilidade civil objetiva do empregador.

A Constituição Federal no art. 7º, inc. XXVIII condiciona a responsabilidade civil do empregador pelo acidente de trabalho a existência de dolo ou culpa, o que não se aplica a doença ocupacional por se tratar de fenômeno distinto.

Por conseguinte, a responsabilidade civil subjetiva do empregador é a regra geral para se configurar a responsabilidade civil por acidentes de trabalho, nos moldes do artigo 7º, inciso XXVIII, mas não se aplica para as doenças ocupacionais e provenientes diretamente dos riscos criados pelas empresas, inerentes às condições de trabalho.

Ressalte-se, porém, que há um considerável número de julgados, inclusive do TST, que considera a responsabilidade civil do empregador objetiva, mesmo na hipótese de acidente de trabalho, quando o risco for inerente a atividade, como é o caso do motoboy que sofre acidente de moto.

Também há quem sustente que pelo fato do empregador exercer atividade econômica deverá sempre responder objetivamente pelos danos decorrentes de acidente de trabalho ou da doença ocupacional, pois decorre naturalmente dos riscos da atividade, havendo uma tendência da jurisprudência moderna no sentido de adotar tal posicionamento, com o propósito de proteger o empregado, hipossuficiente na relação, isentando-o da obrigação de provar a culpa do empregador.

## REFERÊNCIAS

AMADO, Frederico. **Direito Ambiental Esquematizado**. São Paulo: Editora Método, 2012.

BERTOTTI, Monique. **A responsabilidade civil objetiva no âmbito trabalhista**. R. Fórum Trabalhista – RFT, Belo Horizonte, ano 3, n. 11, p. 109-124, mar./abr. 2014. Disponível em: <<https://www.editoraforum.com.br/wp-content/uploads/2014/09/A-responsabilidade-civil-objetiva.pdf>>. Acesso em 04/01/2021.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 13/07/2018.

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del5452.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm)>. Acesso 13/07/2018.

BRASIL. **Lei 6.938** de 1981. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em 13/07/2018.

BRASIL. **Lei 8.213** de 1991. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm)>. Acesso em 13/07/2018.

BRASIL. **Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho**. Disponíveis em: <<https://www.maconsultoria.com/normas-regulamentadoras-Atualizadas-mte.>>. Acesso em 28/12/2020.

BRASIL. TST- RR 59300-11.2005.5.15.0086; 3ª Turma, acórdão publicado no DEJT em 19.12.2011. Disponível em <<https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:tribunal.superior.trabalho;turma.3:acordao;rr:2011-08-03;59300-2005-86-15-0>>. Acesso em 04/01/2021.

CABRAL. Luís Alberto A.; SOLER, Zaida Aurora S. G. & Wysocki, Anneliese D. **Pluralidade do nexo causal em acidente de trabalho/ doença ocupacional**: estudo de base legal no Brasil. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbso/v43/2317-6369-rbso-e1.pdf>>. Acesso em 04/12/2021.

LUIZ JÚNIOR, José. **Responsabilidade Civil por danos ambientais**. 2005. Disponível em: <<https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/1934/Responsabilidade-civil-por-danos-ambientais>>. Acesso em 13/07/2018.

MELO, Raimundo Simão. **Empregador é responsável por danos ao ambiente de trabalho e à saúde**. 2014. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2014-ago-01/reflexoes-trabalhistas-empregador-responsavel-danos-ambiente-trabalho-saude>>. Acesso em 13/07/2018.

OLIVEIRA, Sebastião Geraldo de. **Indenizações por acidente do trabalho ou doença ocupacional**. 9ª ed. rev. ampl. e atual. São Paulo: LTr, 2016.

PRITSCH, Cesar Zucatti. **Responsabilidade civil decorrente de acidente do trabalho ou doença ocupacional**. 2011. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/20177/responsabilidade-civil-decorrente-de-acidente-de-trabalho-ou-doenca-ocupacional>>. Acesso em 14/07/2018.

SILVA, Matheus H.; DIAS, Fernando R. B. **A doença ocupacional e a responsabilidade civil do empregador**. Revista Rumos da Pesquisa em Ciências Empresariais, Ciências do Estado e Tecnologia. Cadernos Jurídicos. 2017. Disponível em: <<http://www.unicerp.edu.br/revistas/rumos/2017-v2/ART-03-RUMOS-2017-2.pdf>>. Acesso 03/01/2021.

## DIFERENÇAS E DESAFIOS NA GESTÃO CONTEMPORÂNEA DO MEIO AMBIENTE NO BRASIL

*Data de aceite: 01/04/2021*

*Data de submissão: 22/02/2021*

### Monique Carina Caliri Schmidt

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação  
Interdisciplinar em Ciências Humanas - PPGICH  
O presente trabalho foi realizado com apoio da  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal  
de Nível Superior – Brasil (CAPES)  
Florianópolis - Santa Catarina  
<http://orcid.org/0000-0002-5734-5443>

### Sérgio Luís Boeira

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC  
Professor do Programa de Pós-Graduação  
Interdisciplinar em Ciências Humanas  
-PPGICH e do Programa de Pós-Graduação  
em Administração da Universidade Federal de  
Santa Catarina - PPGA  
Florianópolis- Santa Catarina  
<http://orcid.org/0000-0002-1999-5373>

**RESUMO:** Este artigo discute alguns aspectos teórico-conceituais e empíricos sobre a ascensão e o declínio na efetividade das políticas ambientais no Brasil, considerando e comparando, de forma abrangente e introdutória, o contexto histórico da questão ambiental e o contexto contemporâneo, expresso nas publicações do Ministério do Meio Ambiente e da mídia Direto da Ciência, que trata do tema socioambiental. Através de uma revisão bibliográfica e uma pesquisa documental, este trabalho se propôs a mapear como a temática socioambiental está presente nas publicações

oficiais do atual ministério e que aspectos são enfatizados nas publicações críticas. O texto pretende contribuir para a compreensão do papel do Estado que, além das competências e responsabilidades constitucionalmente estabelecidas, tem um papel responsável por induzir e orientar os demais atores sociais na gestão socioambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Política socioambiental, história socioambiental, gestão socioambiental, governança socioambiental.

### DIFFERENCES AND CHALLENGES IN CONTEMPORARY ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN BRAZIL

**ABSTRACT:** This article discusses some theoretical-conceptual and empirical aspects about the rise and decline in the effectiveness of environmental policies in Brazil, considering and comparing, in a comprehensive and introductory way, the historical context of the environmental issue and the contemporary context, expressed in the Ministry of the Environment publications and the Direto da Ciência media, which deals with the socio-environmental theme. Through a bibliographic review and a documentary research, this work proposed to map how the socio-environmental theme is present in the official publications of the current ministry and what aspects are emphasized in the critical publications. The text intends to contribute to the understanding of the role of the State which, in addition to the constitutionally established competences and responsibilities, has a responsible role in inducing and guiding the other social actors in socio-environmental

management.

**KEYWORDS:** Socio-environmental policy, socio-environmental history, socio-environmental management, socio-environmental governance.

## 1 | INTRODUÇÃO

A situação atual do Brasil, no contexto da gestão das políticas socioambientais, entendidas como iniciativas voltadas para a proteção, conservação e uso dos recursos naturais e do meio ambiente, apresenta alguns traços que, de acordo com o histórico das últimas décadas, oscilam entre avanços e a perda de efetividade. Em 2019, nos seis primeiros meses de governo, a condução da gestão socioambiental tem sido amplamente questionada por uma parte da imprensa, acadêmicos, agentes políticos e sociedade civil em geral, que têm demonstrado insatisfação em relação às iniciativas governamentais por parte do Ministério do Meio Ambiente (MMA), comandado pelo advogado Ricardo Salles.

As eleições presidenciais de 2018, que garantiram a vitória de Jair Bolsonaro, causaram instabilidade e insegurança nesse campo, já que o presidente demonstrava intenção na incorporação do Ministério do Meio Ambiente ao da Agricultura (MAPA); ideia substituída em virtude da possibilidade de desgaste da imagem do governo no país e no exterior. Ao optar por manter o ministério, o presidente e o ministro têm sido amplamente criticados por medidas que visam à redução de competências no que tange às ações de comando e controle da pasta, além da diminuição da participação dos membros dos conselhos da sociedade civil.

As críticas indicam um fortalecimento das ações voltadas exclusivamente ao contexto do desenvolvimento brasileiro (como o agronegócio), impulsionado por interesses de alguns setores da economia que já pautaram os governos anteriores e que atualmente têm conquistado um maior incentivo governamental.

Nesse cenário, a fiscalização, a conservação, a redução do orçamento e a transferência de competências para outros ministérios parecem estar em consonância com antigos objetivos da economia brasileira, que segundo Monosowski (1989, p. 15), caracterizou-se historicamente por 'ciclos' que "ênfatizavam a exploração de determinados recursos naturais", num contexto em que "a percepção e o valor, atribuídos aos recursos naturais, assumem um papel decisivo nos processos de tomada de decisão e na percepção científica do meio ambiente".

No primeiro mês da atual gestão, o presidente editou a Medida Provisória (MP) 870/2019, que definiu parte da reestruturação dos órgãos de primeiro escalão da administração federal, ou seja, alterou as atribuições formais dos ministérios. Em consequência, o Ministério do Meio Ambiente perdeu poder político e passou a ser subordinado aos interesses de outras áreas da administração.

Segundo um levantamento feito pelo Instituto Socioambiental (ISA), entre as

mudanças estão incluídas: a redução na capacidade de formular e conduzir políticas, o que inclui: o estabelecimento das normas orientadoras de suas diretrizes; o poder sobre negociações internacionais e a Educação Ambiental (com menções genéricas no Ministério da Educação); a perda da competência no que tange o combate ao desmatamento, queimadas e desertificação; a perda da gestão territorial e da produção de comunidades indígenas e tradicionais; as iniciativas voltadas para a responsabilidade socioambiental, de produção e consumo sustentáveis; a interlocução com a sociedade na pauta ambiental; a transferência do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), do Cadastro Ambiental Rural (CAR), além do que envolve a economia da floresta (castanha, açaí, látex, essências, óleos, resinas etc.) para o Ministério da Agricultura; a competência no que tange às mudanças climáticas para os ministérios da Agricultura, Economia, Ciência e Tecnologia (MCTIC); os recursos hídricos e a Agência Nacional de Águas (ANA) para o Ministério do Desenvolvimento Regional.

Considerando as lacunas nos instrumentos e políticas socioambientais, começaram a surgir uma série de manifestações. No mês de maio, oito ex-ministros do MMA, de diferentes gestões e vertentes partidárias, divulgaram um comunicado manifestando preocupação em relação às ações na área do atual governo federal. Na sequência, organizações da sociedade civil e a Associação Brasileira dos Membros do Ministério Público do Meio Ambiente (ABRAMPA), manifestaram-se contra o PL 3729/2004<sup>1</sup>, que flexibiliza o licenciamento ambiental. Além disso, a Associação Nacional de Servidores da Carreira de Meio Ambiente (ASCEMA NACIONAL) divulgou uma carta que repudia as declarações feitas pelo ministro sobre a gestão ambiental brasileira e os servidores.

No âmbito externo, um manifesto, por meio de uma carta, foi assinado por mais de 600 cientistas do continente europeu e duas organizações indígenas, solicitando que a União Europeia condicione critérios socioambientais no acordo comercial que estabelece com o país via Mercosul.

A compreensão da política ambiental brasileira apresenta um histórico no qual são identificados três tipos de políticas ambientais: as regulatórias, as estruturadoras e as indutoras de comportamento. Segundo Cunha e Coelho (2003, p. 45), as políticas regulatórias estão direcionadas “à elaboração específica para estabelecer ou regulamentar normas e regras de uso e acesso ao ambiente natural”; já as estruturadoras tratam “da intervenção direta do poder público ou de organismos não governamentais na proteção ao meio ambiente”; e por fim as políticas indutoras, que “referem-se a ações que objetivam influenciar o comportamento de indivíduos ou grupos sociais”.

A obra de Cunha e Coelho (2003) apresenta, também, uma contextualização

---

<sup>1</sup> “O texto simplifica os procedimentos para a concessão de licenças ambientais, dependendo do porte dos projetos. Além disso, exige empreendimentos agropecuários da exigência de licenciamento e dá prazo máximo para que os órgãos ambientais decidam sobre o pedido dos empreendedores. Uma licença prévia, por exemplo, terá de ser concedida ou não em no máximo dez meses. Isso no caso em que o empreendimento exigir “Estudo de Impacto Ambiental”. Fonte: [www.2camara.leg.br](http://www.2camara.leg.br)

histórica do processo de implementação e formulação de políticas ambientais no Brasil, que teve início a partir da década de 1930. Esse processo, que se divide em três momentos distintos (1930-1971; 1972-1987; 1988 até os dias atuais), foi constantemente influenciado pelo contexto político vigente em cada época.

O primeiro momento, que vai até 1971, foi marcado pela ação de um Estado centralizador na definição de códigos regulatórios do uso dos recursos naturais e de um incipiente aparato institucional para tratar das questões relacionadas com a proteção à natureza. A partir de 1972, as políticas ambientais serão influenciadas, de um lado, pela consciência global de uma crescente crise ecológica e, de outro, por políticas estruturadoras, modernizantes e integradoras articuladas numa estratégia, no mais das vezes contraditória do desenvolvimento econômico.

Em 1988, a promulgação de uma nova Constituição indicou alguns dos principais fundamentos do terceiro momento das políticas ambientais no país, que chega até os dias atuais. Os conceitos de desenvolvimento sustentável, manejo dos recursos naturais e democratização e descentralização das decisões tornam-se influentes. Organismos internacionais, ONGs e corporações passam a integrar tanto a elaboração quanto a implementação de políticas ambientais (CUNHA; COELHO, 2003).

Atualmente, é possível observar (com base na contextualização histórica apresentada), que mesmo sofrendo constantes alterações e adaptações (que são o resultado de uma diversidade de fatores), a política ambiental brasileira tem sido direcionada – mesmo que cercada em parte pelo insucesso – para o atendimento de uma demanda de proteção ambiental.

A abertura democrática e a inclusão de diversos atores sociais nesse campo são alguns dos fatores que contribuem para tornar mais complexa uma ação eficaz do Estado. Ao mesmo tempo em que amplia a participação de mais atores na gestão socioambiental, o Estado está sujeito ao atendimento insatisfatório, pois não dispõe de instrumentos para enfrentar os desafios de uma gestão socioambiental adequada.

Nesse sentido, entende-se que a descentralização, entendida como a transferência de autoridade do poder decisório para outras instâncias além da União, já havia sido prevista antes da promulgação da Constituição de 1988, por meio do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) em 1981, mas só ganhou força a partir do novo contexto político de redemocratização, que elevou os municípios à condição de unidades federadas, e estabeleceu a repartição de competências – não acompanhada pelo fortalecimento dos municípios, para que estes tivessem condições reais de assumir seus novos compromissos.

Nas últimas décadas do século XX, e nas primeiras décadas do século XXI, é possível considerar que inúmeros fatores (capacidade operacional, mudanças políticas e falta de recursos - financeiros e humanos especializados) ressaltaram a fragilidade dos órgãos ambientais no desafio de colocar em prática a política socioambiental.

Considerando a relevância institucional, e o papel estratégico do Estado na aplicação

de instrumentos que possibilitem a gestão socioambiental no Brasil, este trabalho, pontua, em sua parte inicial, o histórico das políticas socioambientais brasileiras em dois contextos distintos: a formulação da política ambiental marcada pela centralização estatal e a formulação da política ambiental marcada pela descentralização e a inserção de novos atores sociais nesse processo. Considerando a implementação de políticas centralizadas e descentralizadas nos governos autoritários e democráticos no país, examina-se, na sequência, a partir da análise documental<sup>2</sup>, as ações do Estado no contexto da governança socioambiental para a construção dessa agenda política na contemporaneidade.

Em virtude da abrangência e complexidade do tema, nos limitaremos a fazer uma abordagem histórica sobre a ascensão e declínio na efetividade das políticas ambientais no Brasil, considerando e comparando, de forma abrangente, o contexto contemporâneo (primeiros seis meses de 2019) das publicações do MMA e das publicações de uma mídia específica que trata do tema socioambiental.

O propósito é mapear a relevância da temática socioambiental no atual ministério, e que aspectos têm despertado a crítica no âmbito das ações governamentais. O texto pretende contribuir para a compreensão do papel do Estado, que além das competências e responsabilidades constitucionalmente estabelecidas na perspectiva da governança ambiental, tem um papel estratégico, responsável por induzir e orientar as capacidades dos demais atores da sociedade na administração da arena socioambiental.

## 2 | CONTEXTO HISTÓRICO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS

Antes de entrarmos no contexto histórico das políticas ambientais no Brasil, entendemos como necessário um posicionamento epistemológico e teórico-político sobre a problemática socioambiental. No contexto da história das ciências modernas, percebemos uma ruptura significativa a partir do dualismo cartesiano, que rompe com séculos de articulação analógica entre ciência e filosofia, promovendo a concepção de ciência moderna sobre a parte da realidade passível de mensuração. A partir de Galileu, Descartes, Newton, Francis Bacon e outros, a concepção de ciência moderna se institui favorecendo interesses sociais de dominação das cidades sobre os campos, sobre os ecossistemas. A revolução industrial e a segmentação disciplinar das disciplinas científicas, crescentemente separadas da filosofia, assim como do senso comum e de outros saberes não passíveis de mensuração, contribuíram para a formação do paradigma dominante na ciência moderna, denominado por Edgar Morin como “paradigma disjuntor-redutor”. Após sucessivas crises

<sup>2</sup> Optamos pela seleção de notícias publicadas no site do Ministério do Meio Ambiente e no site Direto da Ciência. O Direto da Ciência é um site jornalístico baseado em São Paulo (SP), destinado ao público de nível superior interessado nos rumos da ciência (inclusive humanidades e tecnologia), do ensino superior e da gestão e da política ambiental. O foco editorial do site, não tem como objetivo divulgar as novidades científicas e as demais notícias que normalmente são veiculadas pela imprensa em geral, mas as decisões políticas, os bastidores, os conflitos internos e a exposição de temas de interesse público que em geral permanecem em nível restrito nos círculos acadêmicos e nos meios governamental e não governamental nas áreas de ciência e cultura, meio ambiente e ensino superior. Disponível em: <http://www.diretodaciencia.com/about/>, [consultado em 10 jun. 2019].

entremeadas de conquistas a ciência moderna passa a enfrentar, na segunda metade do século XX, tanto o desafio da interdisciplinaridade e da transdisciplinaridade quanto o desafio da sustentabilidade dos sistemas produtivos e de consumo, em escala global, o que está marcado, especialmente, pelo drama do aquecimento climático planetário. Como contraponto ao paradigma disjuntor-redutor, Morin elaborou ao longo de três décadas o paradigma da complexidade ou pensamento complexo, em sua obra central, em seis volumes (*La Méthode*). Em sintonia com este referencial (MORIN, 1998), consideramos que a problemática socioambiental demanda esforços inter e transdisciplinares na pesquisa. Por outro lado, concebemos o ambientalismo como um movimento multissetorial, multiclassista e complexo (VIOLA; LEIS, 1992; LEIS, 1999; BOEIRA, 2016).

O modelo de desenvolvimento adotado na sociedade contemporânea, apesar de ter gerado zonas de prosperidade, é semelhante ao modelo de ciência que se desenvolveu, que diz respeito principalmente ao crescimento econômico. Tal crescimento, com a expansão da economia neoliberal, impulsionou o desenvolvimento tecnológico e material, que, além de seus aspectos positivos, apresenta vários aspectos negativos. Entre eles, pode-se citar: a destruição dos laços de solidariedade; o aumento do número de trabalhadores “escravizados”; o abandono de culturas alimentares; o crescimento da corrupção etc. (MORIN, 2013).

Para Edgar Morin (2013), a sociedade ocidentalizada e orientada pelo paradigma disjuntor-redutor tem como referência o paradigma reducionista culturalmente inscrito nela. Ou seja, o conhecimento, o pensamento e a ação refletem a limitação para o equacionamento dos problemas que cercam a totalidade, já que o modelo seguido ignora os contextos humanos e culturais e fundamenta-se pela intensificação da ideia de desenvolvimento a partir do crescimento econômico. Segundo o autor, a supervalorização da questão econômica não permite uma visão integrada das interdependências sistêmicas que contemplem as exigências socioambientais.

Agora voltamos ao cerne deste tópico. O avanço da industrialização, a partir de 1930, impôs a necessidade de implementação de iniciativas regulatórias no campo socioambiental no Brasil, e conseqüentemente a elaboração de uma política específica para o atendimento desta demanda. O forte viés desenvolvimentista que delineou os governos de Getúlio Vargas, Juscelino Kubitschek e dos militares acentuou-se pela propagação do discurso oficial do governo brasileiro, que pregava a ideia de um país predisposto ao crescimento exponencial, “firmado na convicção de que a preocupação com a preservação ambiental era um tema relacionado aos países ricos, que já tinham alcançado o bem-estar econômico e material” (ALEXANDRE, 2012, p. 65).

Para Ferreira e Salles (2016), as iniciativas de viés conservacionista apresentavam um duplo sentido: por um lado, um aparente zelo pelo patrimônio ambiental que delimitava as áreas de proteção ambiental; e, por outro lado, a liberação indiscriminada de exploração das demais áreas, uma iniciativa política que primordialmente era direcionada para a

valorização do sistema econômico, que estava vinculado às estratégias de industrialização e explorava recursos naturais não renováveis como ferro e petróleo.

Dentre as primeiras iniciativas de viés preservacionista é possível destacar: a promulgação, em 1934, dos códigos florestais, das águas e das minas; a criação da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), que tinha como objetivo a defesa da fauna marítima, a flora aquática e a fiscalização da pesca no litoral e a promulgação do código de pesca em 1965 (CUNHA; COELHO, 2003).

Entre 1945 e 1964, com o retorno do período democrático, é restaurado o sistema federativo descentralizador, que abre espaço para a reorganização dos partidos políticos e o sistema de representações, mas sem uma política nacional de descentralização. No período de 1964 a 1985, durante a ditadura militar, ocorre o retorno da centralização do poder nas mãos dos militares, técnicos burocratas e da burguesia industrial, em meio ao despertar da conscientização sobre a necessidade de reordenação do ideário desenvolvimentista, que acentuou a preocupação da sociedade em relação à preponderância de padrões de vida insustentáveis.

A notoriedade alcançada pela crise ecológica deve-se, em grande parte, ao surgimento de duas correntes ideológicas que sustentaram esse processo e que contribuíram para a composição do conceito de desenvolvimento sustentável. O discurso pregado pelo Clube de Roma, por meio da publicação do relatório intitulado Limites do Crescimento, caracteriza a primeira delas; e a segunda corrente, caracterizada pela realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, na cidade de Estocolmo em 1972, evento que aferiu visibilidade pública à questão socioambiental (BURSZTYN; BURSZTYN, 2006; JACOBI, 1999).

Desde então, emergiu a percepção pública, ainda que restrita, sobre a urgência da revisão do crescimento econômico desenfreado, assim como seus métodos ambientalmente degradantes, e conseqüentemente a busca de novas alternativas de desenvolvimento. O Brasil sentiu o reflexo das preocupações socioambientais disseminadas globalmente. O movimento ambientalista autônomo (formado pelas entidades civis ambientalistas) e os organismos financeiros internacionais começaram a pressionar o país em virtude do descompromisso com a preservação/conservação ambiental, impulsionado pelas políticas modernizantes e de integração nacional do regime militar, contrárias às iniciativas de regulação socioambiental.

A Secretaria Especial do Meio ambiente (SEMA) foi o primeiro órgão ambiental criado no país em 1973, apesar da incapacidade inicial na regulamentação e fiscalização das atividades com potencial danoso ao meio ambiente. Caracterizada como uma iniciativa simbólica e burocrática, mas não questionadora, atendeu a uma demanda influenciada pela propagação do suposto alarmismo em nível internacional, no intuito de aliar o Brasil com as novas exigências internacionais. (FERREIRA; SALLES, 2016; MONOSOWSKI, 1989).

A Lei no 6.938/81 instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o

Sistema Nacional do Meio Ambiente e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). A descentralização, promovida pelas normas ambientais federais aprovadas na década de 1980, estavam ligadas à reordenação institucional, que tinha como funções: controlar a poluição, a degradação ambiental e a inserção dos mecanismos de participação social na área ambiental por meio do SISNAMA. Por outro lado, “a forma, como e quando deveriam ser feitas tais atividades não haviam sido discutidos com os estados e muito menos com os municípios, estes últimos, alvos das ações previstas no SISNAMA” (SCARDUA; BURSZTYN, 2003, p. 291).

Nesse momento, o ambientalismo brasileiro começou a se estruturar mesmo com um número restrito de participantes. Somente a partir da segunda metade da década de 1980, o ambientalismo no Brasil ultrapassou o caráter bissetorial (que incluía grupos de base civil e agências estatais ambientais), para um movimento multissetorial e complexo, orientado pelas diferentes orientações políticas e normativas existentes na sociedade, capaz de gerar comportamentos confrontacionais advindos dessa diversidade de posturas. É constituído por oito setores principais (embora a quantidade de setores seja variável conforme a conjuntura): ambientalismo *stricto sensu*; ambientalismo governamental; socioambientalismo; ambientalismo dos cientistas; ambientalismo empresarial; ambientalismo dos políticos profissionais; ambientalismo religioso; ambientalismo dos educadores (VIOLA; LEIS, 1992; BOEIRA, 2016).

A divulgação do Nosso Futuro Comum – mais conhecido como *Relatório Brundtland* – no ano de 1987, e a divulgação do conceito de desenvolvimento sustentável, alcançaram repercussão pela massiva divulgação na preparação e durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada no Brasil em 1992. O maior envolvimento de novos atores sociais na política socioambiental, impulsionados pelo novo texto constitucional (no seu art. 225), e pela demanda internacional, contribuiu para uma nova forma de gestão ambiental, que considera o meio ambiente saudável, como bem público, como responsabilidade comum dos governos, da sociedade e de suas instituições, ou seja, a preservação do meio ambiente passa a ser pública, redirecionando as atribuições que, até então, eram exclusivas do Estado (BRASIL, 1988).

Nesse sentido, “noções de divisão de responsabilidades e de complementaridade entre as competências federais, estaduais e municipais ganham importância”, numa espécie de responsabilização participativa que inclui “o papel dos diversos atores sociais na reformulação das políticas públicas e no reordenamento das demandas setoriais e regionais” (CUNHA; COELHO, 2003, p. 53).

Assim, para o cumprimento destas novas garantias constitucionais, a legislação federal instituiu a divisão de responsabilidades entre a União, os estados e municípios, que possibilitou maior descentralização da política ambiental, e “uma conseqüente estruturação de instituições estaduais e municipais de meio ambiente, com a criação de órgãos e/ou secretarias, bem como de conselhos estaduais e municipais de meio ambiente” (MOURA,

2016, p.17).

A partir desse período, as legislações nos níveis estadual e municipal passaram a ser elaboradas de acordo com as novas competências desses entes federados, já que todas as Constituições Estaduais apresentavam capítulos sobre o meio ambiente<sup>3</sup>, e os municípios adotaram dispositivos legais por meio de Leis Orgânicas. Por outro lado, a “elevação do município à categoria de ente federativo trouxe mais obrigações e competências para eles; ficaram, porém, desprovidos de capacidade institucional, administrativa e financeira para cumprir essas novas atribuições” (SCARDUA; BURSZTYN, 2003, p. 302).

De acordo com Neder (2002), apesar de ter sido instaurada em 1982/84, a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) começa a ser realmente implementada em 1988, pois suas diretrizes coincidem com o novo marco institucional legal implementado no Brasil, após a promulgação do texto constitucional, numa fase posterior ao impacto negativo causado pelas políticas do nacional-desenvolvimentismo.

Nas décadas de 1980 a 2000 destacaram-se: a criação do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); a criação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), órgão de hierarquia superior responsável por formular a Política de Meio Ambiente no Brasil, em 1992; a promulgação do novo código Florestal em 1996; a lei que regulamenta a gestão dos recursos hídricos (Lei nº. 9.433/1997), e a lei que trata dos crimes ambientais (Lei nº. 9.605/1998) (CUNHA; COELHO, 2003; MOURA, 2016).

A ampliação da gestão mais participativa no campo socioambiental impulsionou iniciativas por parte do setor não estatal, principalmente após as discussões da Rio-92. A indústria lançou a certificação ambiental e a aquisição dos padrões ISO (*International Organization for Standardization*) 9001 e 14000. Por outro lado, Duarte (2001) aponta que a dinâmica da institucionalização da questão ambiental no país, conduzia a uma tendência reformista em que os discursos e práticas ambientalistas apontavam para a supremacia da corrente instrumental, consolidada a partir da noção de modernização ecológica.

A modernização ecológica é um conceito que reconhece o caráter estrutural da problemática ecológica e defende as instituições políticas, econômicas e sociais já existentes, “afirmando que elas podem internalizar o cuidado com o meio ambiente por meio de um programa de direcionamento de políticas ambientais” (CUNHA; COELHO, 2003, p.57).

Nesse contexto, a noção de sustentabilidade passa a ser incorporada no reordenamento da atividade produtiva, por meio de um rearranjo do viés desenvolvimentista, que visa dar continuidade à exploração de recursos da natureza e os trabalhadores, privilegiando a vantagem inquestionável do desenvolvimento econômico em relação aos impactos sociais e ambientais, implicando na adaptação forçada de comunidades de culturas tradicionais.

---

3 No caso dos Estados brasileiros, desde 1996, todas as Unidades da Federação possuem políticas ambientais estaduais e instituições responsáveis pela sua implementação (SCARDUA; BURSZTYN, 2003, p. 304).

No Brasil, a referência da corrente instrumental hegemônica não define isoladamente a formulação de políticas ambientais, já que a demanda da sustentabilidade emerge também com uma preocupação social crescente, a partir do discurso emancipatório da sociedade civil, ONGs e grupos minoritários – estimulados pela nova forma de representação alcançada na reformulação de políticas públicas e no reordenamento de demandas setoriais e regionais – em um contexto de institucionalização da questão que passa a incorporar novas crenças, ideias e valores diversificados na interpretação da relação sociedade e meio ambiente (CUNHA; COELHO, 2003).

A adoção da participação local, formada por diversos órgãos colegiados responsáveis, inclui novos protagonistas não estatais como universidades, ONGs, fundações ligadas à ciência, grupos minoritários etc., que protagonizam a construção e execução de políticas de proteção ambiental. Para Alonso e Costa (2002), essa difusão em relação às novas práticas de proteção ambiental está relacionada às iniciativas de produção e difusão dos conhecimentos disseminados por organizações não governamentais e organizações científicas com foco nos temas ambientais, numa forma de participação que inclui o próprio Estado, que nesse contexto substituiu o “protagonismo dos funcionários burocratas por sujeitos recrutados e pagos por programas de cooperação internacional” (LOSEKANN, 2014, p. 41).

Na primeira década século XXI, foi criado em 2000 o Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985/2000); a segunda etapa do Programa Nacional do Meio Ambiente (PNMA II) e o PNMA III; a realização da Conferência Ambiental Rio+10, em Joanesburgo, África do Sul; o lançamento da Agenda 21 brasileira (cuja preparação iniciou-se em 1997), lançada apenas em 2002; a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBio), que passou a responder pelo gerenciamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC); a realização da Conferência Rio+20 (Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável – CNUDS), em 2012 no Rio de Janeiro.

Ainda no âmbito de novas proposições para o século XXI, destacaram-se no Brasil a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, também conhecida como novo “Código Florestal”, e o processo de ratificação do Acordo de Paris, após a aprovação pelo Congresso Nacional em 12 de setembro de 2016. O Brasil transformou as metas brasileiras em compromissos oficiais, por meio das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC). Em 2019, além da reestruturação do MMA, foi retomada no âmbito legislativo a proposta do PL nº 3.729/2004, que visa estabelecer um novo processo de licenciamento ambiental e redefinir as competências dos órgãos do SISNAMA.

### 3 | SEIS PRIMEIROS MESES DE GOVERNO

Para as finalidades desse artigo, foram selecionadas 11 publicações (extraídas

do site do Ministério do Meio Ambiente)<sup>4</sup>, que divulgam as ações do ministério, sendo que algumas apresentam vinculação direta em relação às críticas dessas iniciativas governamentais. Em relação ao conjunto de notícias do site Direto da Ciência (do editor Maurício Tuffani), foram selecionadas 33 publicações, que tratam de política e gestão ambiental<sup>5</sup>.

As publicações governamentais alternam-se entre a ponderação (na divulgação das ações do ministério), e a crítica, quando se trata das respostas apresentadas em relação às críticas feitas à pasta. As publicações do Direto da Ciência apresentam um conteúdo crítico em relação às iniciativas do atual governo, tendo sido selecionadas as que tratam da área de meio ambiente. As publicações estão divididas em grupos específicos (de acordo com a fonte de origem: MMA e Direto da Ciência).

Constata-se, a partir dessa retrospectiva, que as publicações oficiais do ministério indicam ponderação na divulgação institucional e, às vezes, de repostas às críticas relacionadas às atividades institucionais desenvolvidas pelo ministério. As ações

4 Em virtude da extensão do conteúdo, nos limitaremos a fazer uma exposição dos temas e das datas das publicações vinculadas pelo governo e pela mídia (todas as publicações podem ser encontradas a partir do endereço eletrônico das fontes indicadas nas referências). Apesar da longa lista descritiva, cada publicação foi analisada e inserida na discussão: 1. MMA reforça ações para conter danos ambientais (28/01/2019); 2. Mais segurança para as barragens (29/01/2019); 3. Na Câmara, ministro destaca prioridades (17/04/2019); 4. Painel traz dados sobre saneamento no Brasil (23/04/2019); 5. MMA lança Programa Nacional Lixão Zero (30/04/2019); 6. MMA responde a carta de ex-ministros (10/05/2019); 7. Nota sobre Climate Week (21/05/2019); 8. Tema deste ano destaca alimentação e saúde (21/05/2019); 9. MMA divulga análise do Fundo Amazônia (22/05/2019); 10. Projeto enfoca biodiversidade e mudança do clima (29/05/2019); 11. Decreto dá mais agilidade ao Conama (30/05/2019).

5 Apesar da longa lista descritiva, cada publicação foi analisada e inserida na discussão: 1. Bolsonaro transfere Serviço Florestal do Meio Ambiente para Agricultura (02/01/2019); 2. Ministério do Meio Ambiente perde órgãos de água, clima e combate ao desmatamento (03/01/2019); 3. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. "Governo elimina área de Ambiente, Energia e Ciência e Tecnologia do Itamaraty (10/01/2019); 4. Deputado do 'núcleo duro' ruralista é escolhido para o Serviço Florestal (17/01/2019); 5. MMA e aliados de Bolsonaro discutem hoje pauta contrária ao discurso em Davos (23/01/2019); 6. Proposta de ministro para licenciamento ofende vítimas de Brumadinho e o bom senso (29/01/2019); 7. Ambientalistas e servidores do MMA protestam contra 'desmonte' do órgão (31/01/2019); 8. Quem governa a nossa relação com a natureza? (12/02/2019); 9. Novas leis ambientais podem deixar 'terra arrasada' no Brasil, dizem cientistas (20/03/2019); 10. Conselheiros relatam constrangimentos e agressão em reunião do Conama (21/03/2019); 11. Onyx pediu a Salles 'extinção, adequação ou fusão' do Conama e outros conselhos (26/03/2019); 12. Já estava nos planos de Salles desde o ano passado 'reformatar o Conama' (27/03/2019); 13. Bolsonaro congela 42% dos recursos para Ciência e 23% para Meio Ambiente (30/03/2019); 14. Procuradoria pede a Salles providências sobre 'violações' no Conama (04/04/2019); 15. 'Saída ecológica' proposta por Salles para a Vale é ilegal e imoral (07/04/2019); 16. MPF questiona Ibama sobre plano de conversão de multa da Vale em Brumadinho (12/04/2019); 17. Ricardo Salles tumultua divulgação de sua 'saída ecológica' para a Vale (12/04/2019); 18. Presidente do ICMBio se demite após Salles ameaçar processar agentes (15/04/2019); 19. Agricultura brasileira e seu perigoso vício por agrotóxicos (17/04/2019); 20. Funcionários acusam ministro Salles de 'destruição da gestão ambiental' (17/04/2019); 21. A escolha de Salles para o ICMBio e o lança-chamas de Bolsonaro (19/04/2019); 22. Presidente substituído e diretores do ICMBio pedem exoneração a Ricardo Salles (24/04/2019); 23. Gestão Salles exclui da internet dados de áreas prioritárias para conservação (25/04/2019); 24. Funcionários criticam Salles por indicar militares para chefiar o ICMBio (26/04/2019); 25. Promotores e procuradores denunciam desconstrução da gestão ambiental (28/04/2019); 26. Governo libera R\$ 300 mi para Ciência, mas corta R\$ 56,6 mi do MMA e R\$ 1,6 bi do MEC (03/05/2019); 27. Bloqueio de verbas no Ministério do Meio Ambiente cresce de 23% para 30% (07/05/2019); 28. Funcionários do MMA criticam resposta de Salles a ex-ministros (12/05/2019); 29. Para Salles, evento na Bahia sobre clima seria foco de protestos contra sua gestão (14/05/2019); 30. Salles se complica com entrevista coletiva e com doadores do Fundo Amazônia (18/05/2019); 31. Pronta para votação, MP foi distorcida por deputados para anistiar desmatadores (27/05/2019); 32. Sem floresta, sem produção rural: simples como dois mais dois são quatro (28/05/2019); 33. Decreto de Bolsonaro esvazia Conselho Nacional do Meio Ambiente (29/05/2019).

voltadas para o saneamento parecem procurar preencher uma demanda essencial para o desenvolvimento brasileiro.

Além disso, há a divulgação de outros temas que incluem: o combate ao desmatamento ilegal na Amazônia, o uso da biodiversidade a serviço do desenvolvimento econômico, mudanças climáticas, ecoturismo nos parques nacionais e um novo modelo de proteção ambiental.

No que tange a participação da sociedade civil, as publicações do MMA buscam esclarecer a necessidade de revisão em relação ao funcionamento e composição do CONAMA, apontando que o Conselho segue um modelo ultrapassado. Nesse contexto, as ONGs são apontadas como responsáveis pelo desgaste da imagem do Brasil, em virtude da promoção de campanhas de difamação.

A divulgação das iniciativas relacionadas às mudanças climáticas e a redução do desmatamento aparecem preponderantemente no nível do discurso, já que são negligenciadas no plano de ações, assim como iniciativas voltadas ao controle dos níveis de agrotóxicos, participação social etc. Percebe-se que as publicações oficiais mantêm relação com uma ideologia, pois utiliza o pretexto de combater as bandeiras das gestões anteriores de esquerda, menosprezando os manifestos socioambientalistas.

Em relação às publicações do Direto da Ciência, percebe-se retrocessos no âmbito das políticas socioambientais brasileiras, que indicam um ‘desmonte’, considerando o contexto histórico de evolução apresentado, o que na prática gera um resultado negativo para a manutenção e preservação dos recursos naturais, além de uma queda na qualidade de vida da população.

As inúmeras iniciativas (desde o início de 2019) têm contribuído para a redução da capacidade de ações que, segundo o manifesto publicado pelos ex-ministros da pasta esvaziam a sua capacidade de “formulação e implementação de políticas públicas do Ministério do Meio Ambiente: entre elas, a perda da Agência Nacional de Águas, a transferência do Serviço Florestal Brasileiro para o Ministério da Agricultura, a extinção da secretaria de mudanças climáticas”, além da exclusão de áreas protegidas, a redução da participação no Conselho Nacional do Meio Ambiente e o enfraquecimento do ICMBio (IEA/ USP, 2019).

Ao longo de sua trajetória, a política socioambiental oscilou entre a retórica e a realidade, considerando os avanços da legislação, que acompanhou toda a movimentação internacional em relação ao tema. Muito limitada a aspectos formais, a legislação ambiental, evoluiu distante de condições reais para sua aplicação. Os diversos governos têm demonstrado, com raras exceções setoriais, fraca vontade política para o estabelecimento de programas, planos, projetos e elaboração de uma legislação condizente com essas necessidades reais.

A preocupação ecológica (ou ecopolítica), apesar de sempre ter sido considerada uma iniciativa secundária, dada a prioridade à implementação de estratégias para o

desenvolvimento e intensificadas pelo racionalismo técnico ocidental, fez com que o modelo de desenvolvimento fosse problematizado e atenuado para um crescimento sustentável, sem, no entanto, haver um consenso para o termo sustentável (ÁVILA-PIRES et al., 1999).

Por outro lado, o governo atual do Brasil parece desconsiderar tais influências, o que culmina com uma crítica expressiva de vários segmentos da sociedade por meio de cartas, que incluem: servidores de carreira do próprio MMA, promotores e procuradores da república, ambientalistas e cientistas, sendo que estes últimos publicaram um manifesto na Revista Science, para que a União Europeia condicione a compra de insumos brasileiros que não estejam vinculados com compromissos socioambientais.

O efeitos negativos do enfraquecimento do sistema de proteção ambiental cristalizam-se na medida em que dados de aumento do desmatamento ilegal da floresta amazônica são registrados e divulgados (algo que já ocorre desde o governo de Michel Temer – 2016/2018, só com números atuais mais expressivos)<sup>6</sup>, além das controvérsias nas “supostas” irregularidades identificadas no Fundo Amazônia<sup>7</sup>; a transferência da demarcação de terras indígenas e quilombolas; o aumento da liberação do uso de agrotóxicos e a isenção ou incentivo fiscal do governo para a fabricação destes. Assim, ocorre a perda significativa de recursos financeiros com a isenção dos impostos, além da liberação excessiva, cerca de 152 produtos nos 100 primeiros dias de governo, o que torna o país o maior consumidor mundial de agrotóxicos.

A assimetria de poder gerada pelo papel decisivo que preponderantemente compete ao Estado indica o enfraquecimento da governança socioambiental. As indicações inapropriadas para cargos no âmbito institucional da gestão, como apontadas no manifesto da ASCEMA Nacional (2019), reduzem os critérios de competência técnica, científica e gerencial, para os que privilegiam uma racionalidade corporativista e limitada.

Por fim, a restrição da participação pública e da negociação social em audiências públicas culminam com a redução de espaços civis no CONAMA, o que o torna pouco expressivo e deixa de influenciar no processo de tomada de decisões da política socioambiental. Além disso, o corte orçamentário prevê que a limitação de recursos financeiros impacte diretamente nas condições técnicas e materiais para o meio ambiente, limitando ações importantes, que incluem pesquisa, fiscalização etc.

A questão que se coloca é que, em meio a este cenário, torna-se indispensável a regeneração do pensamento. No campo da política, sua arte implica no desafio permanente de aliar risco e precaução. A política deve estruturar-se a partir do entendimento planetário centrado no atendimento das necessidades do mundo, dos humanos e da sociedade. Nesse contexto, o autoexame e a autocrítica permanentes, apesar de indispensáveis, não

---

6 De acordo com o Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as áreas de alerta de desmatamento e degradação na Amazônia Legal somaram 2.072,03 km<sup>2</sup> no mês de junho de 2019.

7 Fundo Amazônia é uma iniciativa pioneira de financiamento de ações de Redução de Emissões Provenientes do Desmatamento e da Degradação Florestal (REED+).

são relevantes na prática da política, já que a classe política estagnou o pensamento, preferencialmente influenciada por relatórios de estatística e pesquisas de opinião, colocando-se a reboque da economia. Vistas como solução para os problemas políticos, as estratégias econômicas competitivas de crescimento causam sofrimentos à população, distanciando-a do bem comum. O pensamento político carece de regeneração. Deve voltar-se para uma nova política, que, por sua vez, deveria obedecer “a uma dupla orientação: a de uma política de humanidade e de uma política da civilização [...] comprometida em pensar de modo permanente e simultâneo o planetário, o continental, o nacional e o local” (MORIN, 2013, p. 56).

Também se pode pensar, grosso modo, que um novo tipo de governança poderia ser instituído, com a conjunção das instâncias participativas cidadãs, das instâncias políticas e administrativas locais e regionais, dos profissionais competentes em domínios a serem debatidos e suprimidos, intensificando o entendimento de que “a democracia precisa muito mais do que um parlamento representativo resultante das eleições e de uma separação entre poder executivo, poder legislativo e poder judiciário” (MORIN, 2013, p. 81).

Na realidade, as questões que envolvem o meio ambiente têm alcançado pouco espaço na pauta prioritária das variadas ideologias político-partidárias no contexto histórico do país, de modo que o discurso, na maioria das vezes, não coincide com ações governamentais. No caso da gestão atual, é possível considerar escolhas e, ao mesmo tempo, exclusões, sem, no entanto, priorizar discussões democráticas em conformidade com o que preconiza, de maneira geral, o socioambientalismo.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na evolução das políticas socioambientais brasileiras aqui identificadas, foram constatadas a adoção de um número significativo de instrumentos que possibilitaram a implementação de iniciativas voltadas para a proteção, conservação e uso dos recursos naturais e do meio ambiente, oscilando entre avanços e a perda de efetividade. No contexto do desenvolvimento, nem sempre essas preocupações ocupam espaço suficiente que contemple suas reais necessidades, já que os modelos de desenvolvimento convencionais na modernidade, baseados unilateralmente no aspecto econômico, privilegiam a produção de bens materiais e serviços que atendam às necessidades humanas e a garantia de lucros em decorrência do exercício das atividades.

Nesse contexto, as abordagens relativas à manutenção de um meio ecologicamente equilibrado acabam sendo desconsideradas, ou reduzidas ao nível dos discursos, sem a implementação de ações governamentais efetivas. A conscientização ecológica contribuiu para uma mudança de perspectiva, que no âmbito brasileiro parece ser desconsiderada na atual gestão socioambiental. Isso ocorre porque as estratégias atuais não parecem atender à perspectiva da governança ambiental, isolando o Estado em uma ação que

poderia ser realizada com outras instâncias da sociedade. As publicações oficiais e da crítica especializada refletem uma preocupação que coloca em risco todas as ações já desenvolvidas e implementadas, que de certo modo culminam com iniciativas de proteção, de conservação e do uso dos recursos naturais e do meio ambiente, ainda que pouco efetivas. O que nunca esteve ótimo parece agora ficar péssimo.

Caberia reconhecer, finalmente, que esse estudo é preliminar, parte de uma pesquisa para a elaboração de uma tese de doutorado, sobre aspectos históricos e políticos da gestão ambiental no Brasil contemporâneo. Resta, portanto, apenas reconhecer que a atual política governamental se distingue por seus aspectos disjuntores-redutores, além de autoritários, contrariamente ao que propugna o referencial assumido como ambientalismo complexo-multissetorial.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Agripa. Faria. **Práticas ambientais no Brasil: definições e trajetórias**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2012.

ALONSO, Angela.; COSTA, Valeriano. **Ciências sociais e meio ambiente no Brasil: um balanço bibliográfico**. BIB, São Paulo, n.º. 53, 2002.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIDORES AMBIENTAIS. Disponível em: <<http://www.ascemanacional.org.br>>. Acesso em 21 jun. 2019.

AVILA-PIRES, Fernando Dias de.; MIOR, Luiz Carlos; AGUIAR, Vilênia Porto; SCHLEMPER, Susana Regina de Mello. **Desenvolvimento sustentável: revisão do conceito**. In: Seminário oferecido pelo Programa de Doutorado em Sociedade e Meio Ambiente do Centro de Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1999. 8p.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

BOEIRA, Sérgio Luís **Ambientalismo complexo-multissetorial no Brasil: emergência e declínio na década de 1990?** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais (RICA), jun, jul, ago, Set 2016 - v.7 - n.3. p. 170-188. Sustenere Publishing Corporation. Disponível em <<http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.003.0014>>. Acesso em 12 fev. 2020.

BURSZTYN, Marcel; BURSZTYN, Maria Augusta de Almeida. Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito. In: NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do; VIANA, João Nildo de Souza. (Orgs) **Economia, meio ambiente e comunicação**. Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

CAMARA DOS DEPUTADOS. Disponível em: <<http://www.www.2camara.leg.br.com>>. Acesso em 10 jun. 2019.

CÂMARA, João Batista Drummond. **Governança ambiental no Brasil: ecos do passado**. Rev. Sociol. Polít., Curitiba, v. 21, n. 46, p. 125-146, jun. 2013

COMUNICADO DOS EX-MINISTROS DO MEIO AMBIENTE, 2019, São Paulo, Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. **Comunicado dos ex-ministros do meio ambiente**. 2019. 3p.

CUNHA, Luis Henrique; COELHO, Maria Célia Nunes. Política e Gestão Ambiental. In: CUNHA, Sandra Batista da; GUERRA, Antônio Teixeira. (Orgs) **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

DIRETO DA CIÊNCIA. Disponível em: <<http://www.diretodaciencia.com>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

DUARTE, Fernanda de Paiva. **'Save the Earth' or 'Manage the Earth'? The politics of Environmental Globality in High Modernity**. Sage Social Science Collections, 2001.

FERREIRA, Marcos Bruno Malaquias; SALLES, Alexandre Otoni Teatini. **Política Ambiental Brasileira: análise histórico-institucionalista das principais abordagens estratégicas**. Revista de Economia, v. 43, n. 2 (ano 40), mai./ago. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 10 jun. 2019.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.isa.org.br>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

JACOBI, Pedro Roberto. Meio ambiente urbano e sustentabilidade: alguns elementos para a reflexão. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org) **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. 2ª edição, São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1999.

LEIS, Héctor Ricardo. **A modernidade insustentável: as críticas do ambientalismo à sociedade contemporânea**, Petrópolis, Vozes; Santa Catarina, Editora da UFSC, 1999.

LOSEKANN, Cristiana. **Ambientalistas em movimento no Brasil**: entrelaçamentos e tensões entre o estado e a sociedade durante o governo Lula. 1ª Edição - Curitiba, PR: Appris, 2014.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Edição revista e modificada pelo autor, 2ª ed, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

MORIN, Edgar. **A via para o futuro da humanidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães (org.). **Governança ambiental no Brasil**: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2016.

MONOSOWSKI, Elizabeth. **Políticas ambientais e desenvolvimento no Brasil**. São Paulo: Cadernos FUNDAP, 1989. págs. 15-24.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

NEDER, Ricardo de Toledo. **Crise socioambiental, Estado e sociedade civil no Brasil (1982-1998)**. São Paulo, Annablume, 2002.

SCARDUA, Fernando Paiva; BURSZTYN, Maria Augusta de Almeida. **Descentralização da Política Ambiental no Brasil**. Sociedade e Estado, Brasília, jan./dez. 2003, v. 18, n. 1/2, p. 257-290.

SCIENCE MAGAZINE. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

VIOLA Eduardo.; LEIS, Héctor Ricardo. O ambientalismo multissetorial no Brasil para além da Rio-92: o desafio de uma estratégia globalista viável. In: VIOLA, Eduardo; LEIS, Héctor Ricardo; SCHERER-WARREN, Ilse; GUIVANT, Julia; VIEIRA, Paulo Henrique Freire.; KRISCHKE, Paulo José. (Orgs.). **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania**: desafio para as Ciências Sociais. São Paulo: Cortez, 1992.

# CAPÍTULO 16

## PRODUÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SALA DE AULA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 03/01/2021

### Geórgia Carvalho Anselmo

Universidade Federal do Ceará, UFC  
Docente da Prefeitura Municipal de Fortaleza  
Fortaleza- CE  
<http://lattes.cnpq.br/9483421572629277>

### Gizele Carvalho Anselmo

Universidade Federal do Ceará, UFC  
Docente da Prefeitura Municipal de Fortaleza  
Fortaleza- CE  
<http://lattes.cnpq.br/4281874330886853>

**RESUMO:** O presente artigo constitui a produção de histórias em quadrinhos em sala de aula com o objetivo de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem na educação ambiental. Na confecção dos quadrinhos pelos próprios alunos, foram abordados alguns problemas ambientais trabalhados previamente durante as aulas, reduzindo a distância entre a mente do aluno e o discurso científico. Observou-se que as histórias produzidas servem de alternativa no processo de ensino e aprendizagem para uma educação ambiental de qualidade em sala de aula. Além disso, ajudam na fixação do conteúdo e no desenvolvimento do senso crítico, da criatividade e da percepção diante de problemas ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Ciências; Histórias em quadrinhos; Meio Ambiente.

### PRODUCTION OF COMICS AS STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE CLASSROOM

**ABSTRACT:** This article constitutes the production of comic books in the classroom with the objective of assisting in the process of teaching and learning in environmental education. In the making of the comics by the students themselves, some environmental problems previously worked on during the classes were addressed, reducing the distance between the student's mind and the scientific discourse. It was observed that the stories produced serve as an alternative in the teaching and learning process for quality environmental education in the classroom. In addition, they help in fixing the content and in developing critical sense, creativity and perception in the face of environmental problems.

**KEYWORDS:** Science teaching; Comics; Environment.

### 1 | INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O espaço oferecido dentro da sala de aula permite a discussão sobre o comportamento do homem na natureza e como ele está sendo mediador das transformações ambientais. Porém, de acordo com Libânio (1994) e Santos e Garcia (2019), é sempre um desafio conseguir a atenção dos alunos no conteúdo que está sendo trabalhado em sala de aula, tornando-se necessária a utilização de estratégias criativas para garantir o processo ensino aprendizagem.

Muitos são os problemas ambientais que podem ser explorados no ambiente escolar que contribuam na formação de um senso crítico e na capacidade de atuação dos alunos. Para isso, é necessária a realização de atividades concretas, a definição dos objetivos, dos caminhos que devem ser seguidos, bem como da escolha dos materiais didáticos, fornecendo condições que favoreçam a aprendizagem e o estudo da realidade (BRASIL, 1998).

Uma forma de trabalhar conteúdos seria a utilização de histórias em quadrinhos, uma solução bastante viável, podendo ser aplicada a qualquer tipo de comunidade educacional e em qualquer área do conhecimento, devido a sua simplicidade e seu aspecto lúdico (SANTOS e GARCIA, 2019). Além disso, a aplicação de recursos didáticos diversificados na rotina escolar ajuda a perceber que não existe uma única maneira de se transmitir o conhecimento, mas que outros recursos são capazes de motivar o aluno e influenciar seu aprendizado (IANESKO, et al 2017).

## 2 | OBJETIVOS

Como forma de contribuir no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, este trabalho teve como objetivo aproximar os alunos da realidade dos fatos e construir a interpretação dos mesmos, através da confecção de historinhas em quadrinhos.

## 3 | MÉTODO

O trabalho foi realizado durante as aulas de ciências com os alunos das turmas de 6º ano do ensino fundamental da Escola Municipal José Ramos Torres de Melo, localizado na cidade de Fortaleza, Ceará, o qual atende alunos do ensino fundamental dos anos finais.

A partir da leitura do livro didático adotado pela escola, Projeto Teláris da Editora Ática e a exposição de vídeos educativos, como “A história das coisas” e “Um plano para salvar o planeta”, da turma da Mônica, os alunos produziram histórias em quadrinhos sobre os temas água e lixo.

Cada turma de 30 alunos foi dividida em 6 equipes, sendo que cada equipe tinha 5 alunos. Na produção das historinhas foram utilizadas folhas de papel ofício A4, lápis, lápis de cor, canetinha, cola e o livro de ciências como base do conteúdo estudado. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na área de Ciências da Natureza, os conteúdos água e lixo estão incluídos na unidade temática “Matéria e Energia” que aborda o estudo de materiais e suas transformações, construindo um conhecimento sobre a natureza e seus diferentes usos (BRASIL, 2018).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os discentes criaram personagens fictícios para suas histórias e elaboraram um enredo para os personagens, pautado no conhecimento adquirido durante as aulas. Conforme Ianesko et al (2017), foi percebido que a elaboração das historinhas em quadrinhos no ensino de ciências, é um recurso didático eficiente, pois os alunos demonstraram um maior interesse no conteúdo abordado em sala de aula.

Segundo Santos e Garcia (2019), a história em quadrinho é um recurso que auxilia no aprendizado formal do ensino de ciências, podendo ser utilizada em qualquer nível de aprendizado, facilitando a alfabetização científica, além de atrair a atenção do leitor pelos aspectos visuais que são produzidos.

As histórias apresentaram diversidade de estrutura e de enredo sobre a mesma temática, dando espaço para imaginação dos alunos, pois de acordo com Martins e Stadler (2011), o trabalho com desenhos e imagens produzidas pelos alunos contribuem para a expressão da criatividade e de seu pensamento lógico. Além disso, os desenhos permitem obter informações dos alunos sem a necessidade de uma intensa provocação e expressão verbal (GARRIDO, 2012; RUPPENTHAL, DICKMANN, BERTICELLI, 2018).

Os alunos com o tema “água” puderam abordar desde a distribuição da água no planeta terra, o ciclo da água (FIGURA 1) e até seu desperdício (FIGURA 2), expondo preocupação com a questão ambiental de forma lúdica e com uma linguagem acessível a sua faixa etária. As historinhas abordaram atitudes do cotidiano que devemos mudar para reduzir o desperdício de água, como fechar a torneira durante o banho ou lavagem das mãos, ou não utilizar uma grande quantidade de água para lavar um carro. Segundo Jacobi (2003), o professor que leva a discussão de problemas ambientais para sala de aula incentiva o desenvolvimento de hábitos diários de conservação do meio ambiente.



FIGURA 1. História em quadrinho produzida pelos alunos mostrando o ciclo da água.



FIGURA 2. História em quadrinho produzida pelos alunos mostrando o desperdício da água.

As equipes de estudantes que trabalharam com o tema “lixo” (FIGURA 3) abordaram sobre a poluição do meio ambiente e o conceito dos 5 R’s (repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar), ressaltando a importância da reciclagem e da coleta seletiva do lixo, além de atitudes do cotidiano, pois de acordo com Marcatto (2002) as pessoas são agentes transformadores na busca de alternativas para a redução de impactos ambientais.

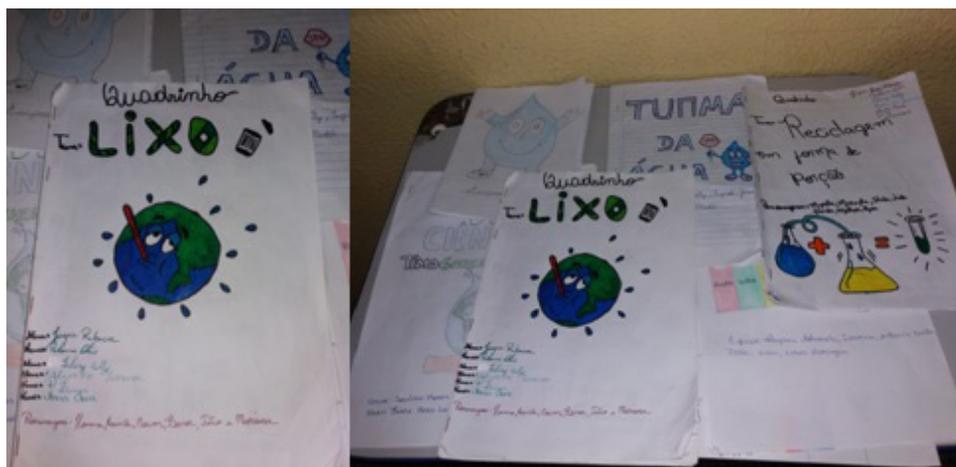


FIGURA 3. Histórias em quadrinhos produzidas pelos alunos sobre a problemática do lixo.

Ao observar a elaboração das histórias pelos alunos, foi percebido não apenas a transmissão dos saberes científicos, mas também a participação dos mesmos no processo de construção e apropriação do conhecimento, superando limitações e adotando estratégias de pensamento e aprendizado, pois é necessário reduzir a distância entre a mente do aluno

e o discurso científico (POZO, CRESPO, 2009).

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se uma grande participação e aprendizagem dos alunos na produção das histórias em quadrinhos. Além disso, os alunos demonstraram satisfação em expor suas historinhas finalizadas de acordo com sua percepção e conscientização sobre os problemas ambientais.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** – Educação é a Base. Brasília: MEC/SEB, 2018.

GARRIDO, L.S. **A percepção de meio ambiente por alunos do ensino fundamental com referência na Educação Ambiental Crítica**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Ensino de Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro-RJ, 2012.

IANESKO, F.; ANDRADE, C. K.; FELSNER, M. L.; ZATTA, L. Elaboração e aplicação de histórias em quadrinhos no ensino de ciências. **Experiências em ensino de ciências**, v. 12, n. 5, 2017.

JACOBI, P. Educação Ambiental: Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n.18. São Paulo; USP, 2003.

LIBANEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MARCATTO, C. **Educação ambiental: conceitos e princípios**. Belo Horizonte: FEAM 2002, v.1, p. 64, 2002.

MARTINS, E. K. ; STANDLER, R. C. L. **O ensino de ciências e a utilização dos gêneros textuais: A transformação da fábula do *Trypanosoma cruzi* em histórias em quadrinhos**. Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas: Unicamp, p. 1- 12, 2011.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RUPPENTHAL, S.; DICKMANN, I.; BERTICELLI, I. A. Percepção ambiental: um estudo numa escola pública municipal de Chapecó □ Santa Catarina. **Revista Educação em Questão**, v. 56, n. 48, 17 jul. 2018.

SANTOS, V. J. R.M.; GARCIA, R. N. Historinhas em quadrinhos: Um breve histórico, conceitos e utilização no ensino das ciências da natureza. Br.J.Ed., **Tech. Soc.**, v.12, n.2, Abr.-Jun., p.90-100, 2019.

# CAPÍTULO 17

## A UTILIZAÇÃO DA CAMPINARANA COMO FERRAMENTA DIDÁTICO PEDAGÓGICA EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DE IGARAPÉ-MIRI/PARÁ

Data de aceite: 01/04/2021

**Sebastião da Cunha Lopes**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Belém-PA

**Luan dos Santos Costa**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Moju-PA

**Lauren Rubeni Pena de Lima**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Moju-PA

**Dayse de Nazaré Cardoso Monteiro Rabelo**

Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Belém-PA

**RESUMO:** A campinarana é um dos tipos de vegetação mais ameaçados e menos protegidos, devido à perda de habitats ocasionada pela extração de areia, ocupa menos de 2% do estado do Pará, caracterizada pelo pequeno porte da vegetação sob solos arenosos. A pesquisa teve como objetivo realizar o levantamento florístico na Campinarana com diferentes estágios de exploração, utilizar as informações como recurso didático e verificar como é contextualizada nas escolas no município de Igarapé-Miri/PA. As coletas foram realizadas em três áreas com diferentes tempos de exploração: A (sem), B (após 30 anos) e C (atual). As plantas foram coletadas através da metodologia de interseção de linhas, e coletadas a cada metro na linha. As identificações foram feitas no Herbário do Museu

Paraense Emílio Goeldi (MG). Para verificar se as escolas locais trabalham assuntos relacionados ao bioma da campinarana foram feitas entrevistas aos professores de ciências e aos alunos, assim como a percepção da comunidade sobre as questões de exploração da área. Foram coletadas cerca de 2474 plantas distribuídas em 38 famílias. A maior diversidade foi na área C onde foram encontradas 38 espécies e a menor na área B com 18. Cyperaceae (27,2%), Ochnaceae (6,8%), Lentiburiaceae (5,8%) e Fabaceae (5,7%) foram as famílias mais abundantes. Percebe-se que no início da exploração o corre aumento da diversidade que é reduzida após vários anos de exploração intensiva de areia no local. Em relação ao bioma campinarana pode ser utilizada de forma contextualizada pelos professores em suas aulas e os alunos sensibilizados sobre as questões ambientais.

**PALAVRAS – CHAVE:** Recurso pedagógico. Educação Ambiental. Campinarana.

### THE USE OF CAMPINARANA AS A PEDAGOGICAL TEACHING TOOL IN TWO PUBLIC SCHOOLS IN IGARAPÉ-MIRI / PARÁ

**ABSTRACT:** Campinarana is one of the most threatened and least protected vegetation types, due to the loss of habitats caused by sand extraction, occupies less than 2% of the state of Pará, characterized by the small size of vegetation under sandy soils. The research aimed to carry out the floristic survey in Campinarana with different stages of exploration, use this information as a didactic resource and verify how it is contextualized in elementary schools in the

município de Igarapé-Miri / PA. As coletas foram realizadas em três áreas com diferentes explorações: A (sem exploração), B (após 30 anos) e C (atual). As plantas foram coletadas utilizando o método de interseção de linhas, coletadas a cada metro na linha. As identificações foram realizadas no Herbarário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG). Com o objetivo de verificar se as escolas locais trabalham com questões relacionadas ao bioma da campinarana, professores e estudantes foram entrevistados, assim como a percepção da comunidade sobre as questões de exploração. Com base nas observações locais e nas coletas, um folheto foi elaborado. Cerca de 2474 plantas foram coletadas, distribuídas em 38 famílias. A maior diversidade foi encontrada na área C onde 38 espécies foram encontradas e a menor na área B com 18. Cyperaceae (27.2%), Ochnaceae (6.8%), Lentiburiaceae (5.8%) e Fabaceae (5.7 %) foram as famílias mais abundantes. Foi observado que no início da exploração há um aumento na diversidade que é reduzido após vários anos de exploração intensiva de areia no local. Quanto ao bioma da campinarana, ele pode ser utilizado de maneira contextualizada por professores em suas aulas e os estudantes sensibilizados sobre questões ambientais.

**KEYWORDS:** Recurso pedagógico. Educação ambiental. Campinarana.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os termos Campina e Campinarana caracterizam um tipo de vegetação na Amazônia que ocorre em solos arenosos e extremamente pobres, denominados de solos podzóis hidromórficos (VELOSO *et al.*, 1991). Por serem localizados próximos a rios e lagos, apresentam grande umidade e sua fertilidade depende do índice de umidade, quanto mais úmido, menos férteis (PENA, 2015).

A vegetação presente nessas áreas é de pequeno porte e se caracteriza como arbustiva-arbórea, raramente chegando a quatro metros de altura, não apresentando um dossel contínuo e sendo formada por pequenos fragmentos rodeados por areia branca (FERREIRA *et al.*, 2013).

Trabalhos realizados sobre a campinarana relatam que esse bioma precisa receber a devida atenção das autoridades ambientais e do Ministério Público do Estado do Pará, pois, os poucos fragmentos ainda intactos precisam ser preservados para posteriormente serem usados em pesquisas científicas, educação ambiental e consequentemente evitando a degradação dessas áreas sem terem chance de recuperação (AGOSTINHO, 2011).

Neste contexto, a extração de minerais como areia resultante de ações descontroladas e de maneira ilegal, tem causado uma série de problemas à natureza, como: a abertura de imensas crateras que alteram o relevo provocando erosões e a diminuição ou até mesmo a extinção de espécies florísticas que se encontram nestes locais como as campinaranas, que desempenham papel fundamental para a conservação do meio ambiente.

Situações similares ocorrem nos municípios de Cametá e Mocajuba, no baixo Rio Tocantins, onde a destruição das campinaranas é muito intensa na exploração de areia para a construção civil (FERREIRA *et al.*, 2013). Nos trabalhos realizados por Vieira *et al.* (1967) têm-se registros idênticos de degradação que ocorreram em grandes manchas nos

municípios de Vigia e Bragança.

Diante disso, focar o meio ambiente nas escolas passou a ter um papel articulador dos conhecimentos em várias áreas, num contexto no qual os conteúdos são redefinidos com uma abordagem que envolva propostas pedagógicas voltadas para a sensibilização dos alunos sobre a problemática que envolve a campinarana. Nessa conjuntura, a educação ambiental aponta para a necessidade de elaboração de propostas que busquem mudanças nas práticas sociais, ampliação de conhecimentos e, sobretudo, participação dos educandos na contextualização desta realidade (CARVALHO, 2006).

Para Ausubel (1980 apud MOREIRA, 2011) a aprendizagem significativa é o mecanismo humano para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento. Dessa forma buscou-se saber por que a campinarana, bioma tão diverso de espécies vegetais não tem sido exemplificado pelos professores das Ciências da Natureza nas escolas do município de Igarapé-Miri e estruturar uma cartilha-lúdica com informações importantes sobre esse bioma e as diversas formas de vidas vegetais que o compõem, assim como mostrar os problemas causados pela exploração indiscriminada nas áreas de exploração de areia. Essa iniciativa é um ponto inicial, que permitirá aos docentes desenvolverem outras ações e projetos que busquem proteger e valorizar esse importante patrimônio ambiental no município.

Dessa forma essa pesquisa teve como objetivo realizar o levantamento florístico em uma Campinarana com diferentes estágios de exploração de areia (A-não explorada, B- já explorada e C-atualmente explorada) e utilizar essas informações como uma ferramenta didática e verificar como esse bioma e contextualizado nas escolas de ensino fundamental no município de Igarapé-Miri/PA.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi um estudo de caso realizada em duas escolas (A e B) do ensino fundamental, do município e também realizado levantamento quantitativo e qualitativo das espécies que ocorrem no ambiente de campinarana, localizada nos arredores do município de Igarapé-Miri/PA.

### 2.1 A coleta de material botânico

Para a realização da coleta inicialmente foram escolhidas três áreas, através de visitas prévias, com diferentes tempos de exploração: P1 (sem), P2 (com 30 anos) e P3 (atual). O levantamento florístico seguiu o método de inserção de linhas descrita por Rezende (2007). Após a coleta as plantas foram levadas para a identificação no Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e todo material fértil foi incorporado no herbário Marlene Freitas da Silva (MFS).

## 2.2 A entrevista realizada com

### Os Alunos

A entrevista foi realizada com quarenta e sete (47) alunos, através de um questionário com perguntas relacionadas à campinarana. Nesse questionário, procurou-se identificar os conhecimentos que os discentes possuem sobre esse bioma, como qual a importância da vegetação, quais os possíveis problemas ocasionados pela extração ilegal de areia na área, e os métodos para conservação da área sem comprometer o bioma. Após, essa fase foi confeccionada uma cartilha para levar informação aos discentes sobre o bioma.

### Os Professores

Para analisar o conhecimento dos docentes sobre a questão ambiental, no que se diz respeito ao bioma de campinarana. Aplicou-se um questionário aos professores de Ciências das escolas de ensino fundamental do município. Onde foi abordado assuntos relacionados a prática pedagógica, e conhecer as concepções sobre a campinarana e a ameaçada ocasionadas pela extração de areia. Segundo Azevedo e Fernandez (2010), é nesse contextualizar a educação ambiental ensinada na escola, uma vez que constitui-se como uma possibilidade de contribuir para uma educação de qualidade, garantindo o respeito à vida e a todos os cidadãos que partilham dessa realidade que se vive hoje.

### A Comunidade

As informações foram coletadas a partir de relatos orais obtidos por meio de entrevistas abertas com roteiros previamente elaborados, envolvendo moradores de diferentes faixas etárias. Essa metodologia de entrevista é a que melhor atende a proposta deste estudo, pois valoriza e fornece liberdade e espontaneidade ao entrevistado, enriquecendo os resultados e conclusões sendo anotadas da maneira mais próxima possível das respostas dadas pelos indivíduos entrevistados.

Os principais temas abordados nas entrevistas foram relacionados a utilização da campinarana como fornecedora de areia a alteração da paisagem e os impactos ambientais causados por essa atividade.

## 2.3 Elaboração da cartilha

A cartilha foi elaborada com base nas observações durante as coletas de campo baseadas nas três áreas observadas. Buscou-se utilizar uma linguagem simples adequada aos alunos do ensino fundamental de fácil compreensão, com fotos locais dos ambientes visitados, assim como fotos de alguns exemplares e uma listagem com todas as plantas coletadas, que podem auxiliar nas práticas pedagógicas dos professores do município das escolas de ensino fundamental, médio e superior, uma vez que apresenta muitas informações sobre a flora local. No final um jogo para sedimentação do conhecimento adquirido durante a leitura da cartilha.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Em relação à entrevista com os alunos

Os alunos da escola A quando perguntado sobre a localização da Campinarana 68% responderam que desconhecem a existência, enquanto que 55% dos alunos da escola B responderam que sabem da existência. Ao serem questionados sobre questões ambientais relacionadas com esse ecossistema, os alunos da escola A e B ambas desconhecem a importância desse tipo de ecossistema. Verifica-se também que enquanto 80% dos alunos da escola A estão informados da extração de areia no município, a escola B (77%) desconhecem essa informação.

Em relação aos problemas ambientais causados pela extração de areia, 52% dos alunos da escola A responderam que a exploração descontrolada pode causar problemas tais como: abertura de imensas crateras, alteração de relevos, a extinção de espécies, perda de alimento para diversos animais que se alimentam desse tipo de vegetação e a perda do habitat natural. Enquanto que para 74 % dos alunos da escola B responderam que essa atividade não causa nenhum impacto ambiental. Ao serem perguntados sobre a extinção das espécies vegetais, 77% dos alunos da escola B responderam não causar nenhum impacto para a nossa vida, enquanto que 60% dos alunos da escola A responderam que irá causar.

Apesar dos alunos da escola A terem se destacado em algumas questões sobre aspectos ambientais em relação à escola B, percebe-se que as questões ambientais sobre a campinarana precisam ser melhor trabalhadas em ambas as escolas, de forma contextualizada, através de atividade que permitam que os alunos entrem em contato com a realidade local, através de aulas de campo fora do ambiente formal. Para que os mesmos possam perceber *in loco*, os problemas ambientais no município e desenvolver uma consciência ambiental sobre esse bioma.

Segundo Ferreira *et al.* (2013) esse tipo de vegetação têm grande importância para a conservação da biodiversidade, no estado do Pará e na Amazônia inteira, pois possuem grande número de espécies endêmicas, muitas delas ameaçadas de extinção. Daí a grande importância de evitar as extinções dessas espécies.

Com relação à importância da atividade de campo para a aprendizagem significativa dos alunos, Seniciato e Cavassan (2004) comentam ser indiscutível que os problemas ambientais devam estar entre os assuntos prioritários na sociedade moderna e que as aulas de campo são um instrumento eficiente para o estabelecimento de uma nova perspectiva na relação entre o homem e a natureza, buscando através de atividades educativas em ambientes naturais um auxílio para a aprendizagem dos conhecimentos científicos.

### 3.2 Em relação à entrevista aos professores

A pesquisa foi realizada com professores de ciências que trabalham com

educação ambiental, ao serem perguntados sobre seu conhecimento sobre o bioma campinarana o professor A disse que contextualiza os assuntos repassados aos alunos apresentando exemplos presentes na sua realidade, enquanto que o professor B relatou o desconhecimento do tipo de vegetação denominado campinarana. Quanto aos projetos ambos os professores não desenvolvem projetos de educação ambiental ou qualquer outro que se relacione ao assunto. O professor A ao ser entrevistado disse saber da extração de areia e que, a temática pode ser utilizada como exemplo em sua aula; já o professor B tem conhecimento da extração de areia, porém não relaciona em suas aulas com os problemas ambientais ocorridos na vegetação do município, devido sua pouca experiência na docência. Sobre a extinção do bioma campinarana o professor A relatou que sabe da perda da vegetação local, e o professor B relata que desconhecia essa informação. Os professores relatam na entrevista que gostariam de envolver este tema em suas aulas, por meio de projetos, palestras e aulas práticas relacionados com a educação ambiental.

Acredita-se que os professores não exploram assuntos relacionados ao bioma campinarana é devido à falta de conhecimento técnico, pois trabalhos dessa natureza demandam dominar outras áreas do conhecimento.

Ao analisar o relato do professor A, pode-se perceber que, o mesmo, demonstrou mais domínio do conteúdo em relação ao tema proposto a ele nos questionários. Mesmo nunca trabalhando com os seus alunos em projetos relacionados à perda do bioma campinarana que está distribuído em manchas no seu município, ele soube contextualizar essa realidade com os conteúdos repassados em sala de aula, pois conhecia a atividade exploratória da realidade da vegetação que se encontra no areal. Já o professor B, não tinha nenhuma informação sobre o que estava acontecendo com os impactos ocorridos nos solos do areal do município; com essa falta de informação ele conseqüentemente não contextualizava essa realidade com seus alunos.

Segundo Carvalho (2006), a Educação Ambiental é considerada inicialmente como uma preocupação dos movimentos ecológicos com a prática de conscientização, que seja capaz de chamar a atenção para a má distribuição do acesso aos recursos Naturais, assim como ao seu esgotamento, e envolver os cidadãos em ações sociais ambientalmente apropriadas. Na Rio-92, a Educação Ambiental foi definida como uma educação crítica da realidade, cujos objetivos são: fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito, concretizando-se pela possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres e de se converter, portanto, em ator corresponsável na defesa da qualidade de vida; estabelecer uma educação que seja crítica e inovadora, em dois níveis: formal na escola e não formal fora da escola (DIAS, 2004).

O professor B, por desconhecer a realidade da vegetação que está presente no areal de Igarapé-Miri/PA, acaba não relacionando as suas aulas com o seu cotidiano e fica preso ao livro didático sem, muitas vezes, contextualizar os problemas ambientais que, na prática poderiam ser explorados na própria região, valorizando degradações ambientais do

município.

Segundo Guimarães (1995), o conteúdo escolar é a apreensão sistematizada (conhecimento) de uma realidade. Se, em uma aula, o educador restringir-se apenas ao conteúdo pelo conteúdo, não o relacionando com a realidade, estará descontextualizando esse conhecimento, afastando-o da realidade concreta, tirando-lhe o significado e alienando-o.

### 3.3 Em relação à entrevista realizada aos moradores da comunidade

Em relação à pergunta realizada aos comunitários para verificar que conhecimentos os mesmos tinham a respeito da campinarana, verificou-se que 60 % dos moradores reside a mais de 30 anos no local. Dos entrevistados 70% relata que não se beneficia da extração da areia digo financeiramente ou através de emprego na atividade. Em relação às doenças provenientes da extração de areia 80%, relata que não houve aumento na incidência de doenças resultantes da atividade de exploração. Para 90% dos entrevistados não há contaminação da água, pois os rios ficam localizados longe da área de exploração.

Houve o relato de 90% dos moradores que a paisagem foi muito modificada ao longo do tempo por efeito da extração da areia. Enquanto que 90% dos entrevistados afirma que o curso de rios não foi afetado com esta atividade. Em relação a vegetação, 50% da população não reconhece como importante e não utilizam para outros fins em seu cotidiano, pois segundo eles essa vegetação é considerada sem utilidade, enquanto que os demais utilizam para fins ornamentação doméstica e vestuários em danças folclóricas.

Observa-se que de acordo com os questionários aplicados aos moradores da comunidade localizada no entorno do areal do município, conclui-se que os impactos gerados pela atividade não intervêm no cotidiano dos entrevistados apesar da mudança na paisagem, caracterizada pela ausência da vegetação e presença de crateras com água empossada.

A importância da educação ambiental na sociedade é um assunto fundamental para a vida de todos, constantemente encontramos situações em que pessoas presentes no meio social não conseguem exatamente entender quais os verdadeiros riscos e as proporções do mau uso dos recursos ambientais. Para SARMENTO (2011), não há como se negar que a educação ambiental é uma importante ferramenta, que serve de elo, entre o indivíduo e o meio no qual está inserido, buscando uma melhor relação sociedade-natureza, instigando a participação em ações que promovam hábitos sustentáveis.

### 3.4 Florística

Durante a pesquisa foram registrados entre os 2.474 indivíduos amostrados, 83 espécies distribuídas em 38 famílias botânicas. Dessas famílias, 8 destacaram-se com um maior número de indivíduos: Cyperaceae (33,3%), Ochnaceae (7,1%), Fabaceae (6,2%), Lentiburiaceae (5,8%), Melastomataceae (5,7%), Ericaulaceae (5,2%), Arecaceae

e Poaceae, ambas com (4,3%).

Dadas às informações, foi possível observar que a área P2 apresentou o menor diversidade com dezoito (18) espécies, apesar de apresentar o maior número de indivíduos (1375), as famílias mais representativas foram Cyperaceae (27,2 %), Ochnaceae (6,8 %) e Lentiburiaceae (5,8 %). Enquanto que a área P3 apresentou maior diversidade com 38 espécies e com cerca de 766 indivíduos, cuja as famílias mais representativas foram fabaceae (5,7 %), Lomariopsidaceae e Cyperaceae, ambas com 3,6%.

Acredita-se que a redução da diversidade na área P2 foi devida a redução do banco de sementes no solo, enquanto que a maior diversidade na área P3 foi ocasionada pelo revolvimento do solo expondo as sementes que se encontravam enterradas e dormentes, criando condições apropriadas de luz e temperatura para seu desenvolvimento. Outro evento que ocorreu na exploração intensiva foi a redução do horizonte do solo, que provocou redução da profundidade desse solo, favorecendo a inundação permanente mesmo na época menos chuvosa e acentuando-se no inverno amazônico.

Constatou-se a presença de famílias botânicas característico da área, algumas encontradas com maior frequência, como as Arecaceae e Cyperaceae. Segundo Silveira (2003), afirmou que as Cyperaceae são características de áreas com bioma campinarana ou campina gramíneo-lenhosa restringe-se a pequenas faixas de vegetação, e apresenta um solo mais úmido e húmico. Essa vegetação tem o estrato herbáceo-arbustivo existe espécie de palmeira da família da Arecaceae, muito comum nas Florestas que se desenvolvem sobre areia branca, podendo ser observado nas análises amostradas

Plantas herbáceas, formando um tapete contínuo, representadas principalmente pelas espécies *Syngonanthus fertilis* (Eriocaulaceae), *Rhynchospora barbata* e *Lagenocarpus rigidus* (Cyperaceae) foram observadas por (FERREIRA *et al*, 2010). Essas espécies também foram encontradas na área P3, *Lagenocarpus rigidus* (2,6%), P2 *Rhynchospora barbata* (26,9%) e *Syngonanthus fertilis* (2,7%).

A conservação dessas manchas de vegetação sobre areia branca na região de fronteira é uma medida estratégica para a garantia da manutenção das populações vegetais, algumas delas bastante reduzidas em seu tamanho. A região é ambiente preferencial para muitas espécies e pode alojar comunidades animais e vegetais únicos, e muitas espécies novas para a ciência, para o estado ou para o País, podem estar restritas a determinados tipos de vegetação encontrados apenas pontualmente na Amazônia. (SILVEIRA, 2003)

Com todos esses resultados obtidos, entregamos a cartilha sobre a importância da campinarana para os professores das duas escolas com o intuito de sensibilizar o público escolar sobre as informações que encontramos pois, o professor é um importante mediador para a turma, então é ele que deveria assumir o compromisso de relacionar a realidade do discente com à educação ambiental.

Santos (2007) verificou, que a ação direta do professor na sala de aula é uma das formas de levar a Educação Ambiental à comunidade, pois um dos elementos fundamentais

no processo de sensibilização da sociedade dos problemas ambientais é o educador, porque este pode buscar desenvolver, em seus alunos, hábitos e atitudes sadias de conservação ambiental e respeito à natureza, transformando-os em cidadãos conscientes e comprometidos com o futuro do país.

De modo geral, foi possível perceber que somente a Família Cyperaceae nas três áreas e juntamente com as Euriocaulaceae foram identificadas como bioindicadoras ambientais conforme (FERREIRA *et al.*, 2010). Distribuída em maior proporção na área P3 estava à família Fabaceae onde permitiu a constatação, pois, a área apresenta uma paisagem encharcada e com formações de crateras devido à extração de areia.

## 4 | CONCLUSÕES

A coleta e identificação das espécies vegetais foram importantes para o conhecimento da flora presente no bioma de campinarana no município e permitiu também inferir que a exploração intensiva do homem tem alteração tanto na paisagem quanto na redução da diversidade de espécies, assim como de famílias de plantas.

Durante a análise de resultados referentes à pesquisa realizada, constatou-se a presença de 38 famílias botânicas, algumas encontradas com maior frequência, dentre essas espécies bioindicadoras de ambientes alterados como cyperaceae, Ochnaceae e lentiburiaceae. Assim como família de ambientes pouco alterados como Fabaceae e Lomariaceae.

Através da análise da florística foi possível verificar as alterações ocasionadas pela exploração intensiva da retirada de areia na campinarana, que ocasionou possivelmente a redução do banco de sementes do solo, resultando na redução da diversidade vegetal.

O estudo mostrou também a necessidade dos alunos do ensino fundamental visitarem espaços não formais, através de visita de campo orientada pelos professores na campinarana, com intuito de conhecer a realidade local do município, bem como dos professores buscarem as instituições de ensino superior localizadas na região para realizar parcerias através de projetos que auxiliem no desenvolvimento de atividades que dinamizem o ensino-aprendizagem nas escolas, através de desenvolvimento de metodologias que possam explorar didaticamente esses bioma.

A comunidade precisa também conhecer sobre a importância do bioma para poder participar de ações que contribuam para sua preservação, evitando assim a alteração da paisagem e como consequência o surgimento de impactos que poderá alterar o modo de vida da dos moradores locais.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, Jaime de. 2011. **Vegetação rara da Amazônia é destruída no Pará**. Disponível em: <http://www.ecoamazonia.org.br/2011/02/vegetacao-rara-da-amazonia-e-destruida-no-para/#more-392>. Acesso em: 03 out. 2015
- AZEVEDO, D. S. FERNANDES, K. L. F. **Educação Ambiental na Escola: um estudo sobre os saberes docentes**. Educ. foco, Juiz de Fora, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 95-119, 2010.
- CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9.ed. São Paulo: Gaia, 2004.
- ELLISON, A.; J. GOTELLI, 2001. **Evolutionary ecology of carnivorous plants**. Trends in Ecology and Evolution 11(16): 623-629.
- FERREIRA, C.A.C. 1997. **Varição Florística e Fisionômica da Vegetação de Transição Campina, Campinara e Floresta de Terra Firme, Manaus (AM)**. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológica, UFRPE, Recife, Pernambuco. 112 p.
- FERREIRA, Leonardo V. *et al.* **A extração ilegal de areia como causa do desaparecimento de campinas e campinarana no Estado do Pará, Brasil**. Pesquisas, Botânica: instituto anchietano, São Leopoldo, 2013.
- GUIMARÃES, Mauro. 1995. **A Dimensão Ambiental na Educação. Campinas, SP**: Papyrus.
- REZENDE, J.M. **Florística, Fitossociologia E A Influência Do Gradiente De Umidade Do Solo Em Campos Limpos Úmidos No Parque Estadual Do Jalapão, Tocantins**. Dissertação De Mestrado Em Ciências Florestais. Publicação EFL – 083, Brasília, 2007.
- MOREIRA, Marco A. **Linguagem e aprendizagem significativa**. In: Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição, 2., 2011, Belo Horizonte. Anais eletrônicos. Belo Horizonte, UFRGS, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~Moreira/linguagem.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2015.
- PENA, Rodolfo F. Alves. 2015. **Classificação dos solos**. Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/geografia/classificacao-dos-solos.htm>. Acesso em: 02 de out. de 2015.
- SANTOS, Elaine Teresinha Azevedo dos. 2007. **Educação ambiental na escola: conscientização da necessidade de proteção da camada de ozônio**. Pós-Graduação Em Educação Ambiental. Universidade Federal De Santa Maria – UFSM.
- SARMENTO, E. B. *et al.* 2011. **A Importância Da Ferramenta Da Educação Ambiental Na Gestão De Resíduos Sólidos Do Campus Universitário De Pombal**. Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG, Pombal, PB.
- SENICIATO, T; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/10.pdf>. Acesso em: 01 de Nov. 2015.

SILVEIRA, Marcos. 2003. **Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico**. Departamento De Ciências Da Natureza. Universidade Federal Do Acre.

VELOSO, H. P., A. L. R. RANGEL FILHO & J. C. A. LIMA, 1991. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**: 1-124. IBGE, Rio de Janeiro.

VIEIRA, L.S. et al, 1967. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região bragantina, estado do Pará**. Boletim Técnico 47. Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Norte. 68p.

## ANÁLISE DE UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA SOBRE ECOSISTEMAS E SUAS PROPRIEDADES

*Data de aceite:* 01/04/2021

*Data de submissão:* 24/12/2020

**Marllon Moreti de Souza Rosa**

Universidade Estadual de Londrina  
Londrina, PR

<http://lattes.cnpq.br/2758212184666215>

**Antônio Fernandes Nascimento Junior**

Universidade Federal de Lavras  
Lavras, MG

<http://lattes.cnpq.br/4118824759380642>

**RESUMO:** O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise da construção e aplicação de uma prática pedagógica para o ensino de Ecossistemas e suas propriedades realizada na Universidade Federal de Lavras. Além disso, busca entender como metodologias alternativas de ensino podem auxiliar na formação crítico-reflexiva dos estudantes. O desenvolvimento do trabalho se baseou em ministrar uma aula a partir do contexto histórico-filosófico do conceito de Ecossistemas através da utilização da Metodologia da Problematização e Dinâmica de Grupo. Após a prática, foi pedido aos estudantes que avaliassem a aula, após isso, estas avaliações foram analisadas qualitativamente. Os resultados da análise indicam que as metodologias utilizadas são importantes para a apropriação dos conceitos e auxiliam na formação dos estudantes enquanto sujeitos críticos e reflexivos. A análise aponta também que o uso do contexto histórico-filosófico

para a construção dos conceitos permite com que os mesmos sejam edificados em sua totalidade, permitindo uma melhor apropriação dos mesmos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecossistemas; Metodologias alternativas de ensino; Ensino de biologia.

### ANALYSIS OF A PEDAGOGICAL PRACTICE ABOUT ECOSYSTEMS AND ITS PROPERTIES

**ABSTRACT:** The paper aims to present a research about a construction and application of a pedagogical practice for the teaching of Ecosystems developed at the Federal University of Lavras. Moreover, it seeks to understand how alternative teaching methodologies assist in the critical-reflective training of students. The development of the paper was based on teaching a class using the historical-philosophical context of the concept of Ecosystems, Methodology of Problematization and Group Dynamics. After that, students were asked to evaluate the class, these evaluations were analyzed qualitatively. The results of the analysis indicate that the teaching methodologies used are important for the appropriation of concepts and help in the training of students as critical and reflective citizens. The analysis also indicates that the use of the historical-philosophical context for the construction of concepts allows it to be built in its entirety, making a better appropriation of it possible.

**KEYWORDS:** Ecosystems; Alternative Teaching Methodologies; Biology Teaching.

## INTRODUÇÃO

A escola e a educação exercem importantes papéis na sociedade, uma vez que podem ser vistas como pontos determinantes nas relações de poder existentes. Segundo Bordieu e Passeron (2011), a educação é um instrumento que reproduz a dominação de uma classe sobre a outra, maquinando alguns educandos para a perpetuação do poder e alienando a grande maioria para que continuem vendendo sua força de trabalho. Partindo dessa premissa, nós, enquanto professores, muitas vezes reproduzimos sem perceber a ideologia dominante e colocamos para nossos estudantes que há duas classes em nossa sociedade: uma minoria que manda e se mantém donos dos meios de produção e consequentemente do poder social, e uma maioria que é controlada, e por não ter poder algum deve se manter calada. No entanto, não necessariamente a educação precisa ser essa mera reprodução alienante. Segundo Freire (2005), a escola tem uma função refletora, conservadora e pode até mesmo reproduzir as desigualdades e injustiças sociais. Mas, que pode ser também um instrumento de resgate da cidadania.

Um dos meios a serem seguidos para que os espaços educativos sejam locais de exercício de cidadania é o diálogo. Freire (2015) afirma que a tarefa do educador como ser humano é a prática de desafiar o aluno com quem se comunica, a fim de promover a compreensão do que vem sendo comunicado, não havendo comunicação sem diálogo. Logo, considerando a interação professor-aluno uma questão estruturante do processo de ensino-aprendizagem, métodos que contrapõem o ensino tradicional ganham cada vez mais importância nos processos educativos, pois o método tradicional muitas vezes se mostra fator limitante para esse entendimento, uma vez que dá primazia ao ensino conteudista, de maneira que o aluno apenas ouve e lê. Bueno (2001) aponta que a palavra tem um poder criador e transformador, uma vez que quando o falar e o ouvir estão presentes, a relação de hierarquia autoritária desaparece. Então se faz importante entender como a relação entre professor-aluno se torna uma questão estruturante do processo de ensino-aprendizagem, e o método tradicional de ensino muitas vezes se mostra fator limitante para esse entendimento, uma vez que dá primazia ao ensino conteudista, de maneira que o aluno apenas ouve e lê.

Bueno (2003) ressalta que quando professor e aluno se comunicam, a educação se torna um processo de humanização. Dessa maneira, o educador deve agir como um agente humanizador, valorizando o conhecimento prévio dos estudantes. Assim, metodologias alternativas de ensino onde os estudantes são protagonistas do processo e se comunicam com o professor permitem com que essa educação humanizadora ocorra. Delizoicov, Angotti, Pernambuco (2002) afirmam que o estudo dos conceitos da área de ciências envolvendo situações do cotidiano dos alunos, explicando os fenômenos da natureza a partir de suas experiências, torna os alunos mais motivados para aprendizagens que envolvem caráter científico, pois ampliam sua visão de mundo. Desta maneira, Pelizzari et

al (2002) apontam que a medida que o conteúdo ensinado é trabalhado junto às estruturas de conhecimento dos estudantes mais significativo a aprendizagem se torna, uma vez que partir do conhecimento prévio para compreender determinado assunto faz com que isso tenha significado em sua vida. Moreira (2012) coloca que a aprendizagem significativa é uma importante forma de construir o conhecimento, caracterizando-se pela interação entre os novos conhecimentos e o prévio, fazendo com que o novo conhecimento adquira significado para o sujeito.

Dessa maneira, valorizar o conhecimento prévio dos estudantes no ensino de temas de Biologia contribui para a compreensão do mundo e transformação do mesmo. Manzanal e Jiménez (1995) apontam que o ensino de ecologia tem grande valor, pois abarca elementos básicos para a compreensão do mundo em que os estudantes estão inseridos, além de propiciar elementos para entender a importância de preservar o ambiente em que vivem. Pereira (1993) traz que o ensino de ecologia deve proporcionar experiências que sensibilizem os alunos desenvolvendo sentidos ético e social.

Então, reconhecendo o papel que o professor deve exercer para a formação de estudantes crítico-reflexivos e seres ativos na sociedade em que estão inseridos, este trabalho busca entender como a utilização de metodologias alternativas de ensino, valorizando a construção conjunta do saber, subsidiam para que os alunos compreendam e adquiram ferramentas para atuar na realidade em que estão inseridos.

## **DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

### **Estratégias e Recursos Didáticos**

Foram utilizadas como estratégia duas metodologias alternativas de ensino: Dinâmica de Grupo (NÉRICE, 1987) e Metodologia da problematização (BORDENAVE E PEREIRA, 1982), a qual consiste na construção dos conceitos partindo de problematizações acerca do tema da aula. Como recursos didáticos, foram utilizados: um pão, dois biscoitos de açúcar, imagens impressas de cracas e estrela do mar, uma lapiseira, um telefone celular e slide com imagem de Arthur George Tansley e as principais propriedades de um ecossistema.

### **Proposta pedagógica**

A aula com duração de 50 minutos foi ministrada para estudantes matriculados na disciplina de Metodologia do Ensino em Ecologia da Universidade Federal de Lavras no segundo semestre letivo do ano de 2018 e foi estruturada em três momentos: problematização a partir de uma ligação via telefone celular e imagens, dinâmica com pão e contexto histórico de Ecossistemas partindo de uma imagem de Arthur George Tansley.

### **Descrição da aula**

Questionamentos acerca dos locais onde os estudantes viviam e sobre os seres

vivos que viviam nesses locais iniciaram a aula. Então, o telefone do professor tocou, era um amigo (X) quem ligava, foi atendido e X, indagou: “Oi, Professor, você que é cientista, pode me esclarecer uma dúvida? Eu estava lendo uma matéria na internet que dizia que um cientista tirou uma estrela do mar de um lugar e os bichos que ela comia desapareceram, como isso ocorreu?”. Essa dúvida se referia a um experimento realizado por Robert Paine em 1966 na costa rochosa de Washington, nos EUA.

Nesse momento, imagens impressas das cracas e da estrela do mar foram trazidas e colocadas sobre a mesa (figura 1). Foi dito aos estudantes imaginarem que a mesa era um costão rochoso, considerando que a estrela do mar comia todas as espécies de cracas ali, mas quando a estrela do mar é retirada do costão do rochoso, a população de cracas não cresce, pela ausência de um predador, mas sim cai pela metade. A partir disso discutiram a situação, colocando que havia competição entre as cracas e que de alguma forma a estrela do mar controlava essa interação ao se alimentar das diferentes espécies de cracas. Aqui puderam ser explorados os tipos de competidores, uma vez assumida a existência da competição, foi dito que existem competidores melhores e piores, e para mostrar isso foi trazida à mesa dois biscoitinhos de açúcar.

Partindo dos biscoitinhos foi perguntado aos estudantes se apenas esses dois seriam suficientes para alimentar toda a turma, foi respondido que sim, se fosse dividido corretamente. Foi salientado que esses biscoitinhos eram o suficiente para apenas um sobreviver e que se dividissem entre si, não sobreviveriam. Após essa informação foi perguntado aos estudantes sobre qual deles ficaria com a comida, responderam que quem fosse mais rápido. Aqui foi construído que o competidor melhor é aquele que de alguma forma consegue levar vantagem sobre o outro. Os alunos concluíram que existiam cracas melhores competidoras que outras e a estrela do mar influenciava elas de alguma forma. Disseram que sempre que a espécie melhor competidora tem um crescimento populacional, a estrela do mar se alimenta delas, controlando sua população, permitindo que tenha recurso para as demais espécies. Foi discutido que há interação entre os seres vivos e que elas são de extrema importância para determinar o que acontece em um ambiente.



Figura 1. Estudantes durante a problematização.

Fonte: Acervo pessoal

Para a construção do conceito de níveis tróficos foi utilizada uma dinâmica de grupo partindo de um pão francês e folhas de papel (figura 2). Foi pedido para que cada estudante pegasse um pedaço do pão para si e a porção que sobrara fosse dada ao aluno mais próximo, assim sucessivamente até que todos os estudantes estivessem servidos. Quando chegou no último aluno, havia um pedaço muito pequeno e foi pedido para que ele retirasse uma parte e entregasse ao professor, que fez o mesmo, no entanto, colocou a última parte na mesa juntamente com o restante do pão.

Assim, foi entregue aos estudantes cartões que traziam os nomes dos componentes dos níveis tróficos: Produtor, consumidores e decompositores. Houve uma discussão acerca do tema, sendo construído em conjunto os conceitos de produtores, consumidores e decompositores. Na dinâmica, o produtor era o pão, sempre que um consumidor se alimentava, menos energia da produção primária passava para o próximo consumidor, até que o último ficou apenas com algumas migalhas. Nesse momento foi questionado como esses indivíduos conseguem sobreviver se ficam com tão pouco, e os estudantes responderam que os consumidores de topo de cadeia geralmente são bem distribuídos, pois a energia que é transferida em forma de matéria que chega até eles é muito pouca. Aqui foi discutido um pouco sobre fotossíntese, levantando a utilização de água e luz para produção do próprio alimento, utilizando de componentes abióticos. Foi colocada a importância dos fatores abióticos e bióticos para o funcionamento do ambiente.



Figura 2. Dinâmica em grupo

Fonte: Acervo pessoal

No terceiro momento, o conceito de ecossistemas foi construído a partir da imagem de Arthur Tansley e uma lapiseira. Foi apontado que tudo discutido até o momento estava aparentemente desconectado entre si, e que poderia ser interessante pensar em algo que unificasse o que foi falado até então. Brevemente, foi falado um pouco sobre Tansley e que ele estava interessado em um conceito que unificasse todos aqueles pontos discutidos. Nesse momento foi entregue a uma das alunas uma lapiseira desmontada e uma folha

de papel para que ela usasse para escrever algo com a lapiseira. A estudante usou uma das partes da lapiseira e mostrou para os demais alunos que não foi possível escrever. Foi pedido que ela montasse a lapiseira, encaixando as peças em seus devidos lugares e tentasse escrever novamente, desta vez, conseguiu.

A partir disso, foi apontado que Tansley manteve a Teoria de Sistemas em mente ao observar organismos vivos, observando que são sistemas compostos por partes menores se interagindo para formar algo funcional, e ao remover alguma dessas partes, dificilmente o sistema funcionaria no seu ótimo. Atentando para a importância de atuar no mundo de maneira a preservar a natureza. A partir disso, o conceito de Ecossistemas foi construído.

## **METODOLOGIA DE ANÁLISE**

Após o término da aula, foi pedido aos estudantes presentes que a aula fosse avaliada, apontando os pontos positivos e os pontos a melhorar da prática. Essas avaliações foram analisadas, utilizando o método de pesquisa qualitativa. Segundo Minayo (2001), a pesquisa qualitativa se preocupa com os valores e atitudes, onde há uma aproximação maior com o objeto de estudo, sendo que os processos que permeiam essa pesquisa não podem ser limitados a uma simples mecanização.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Seguem abaixo as avaliações dos estudantes usadas na análise do trabalho.

A fim de manter sigilo dos participantes, cada estudante foi referido como “E” e um número para diferenciá-los:

E1 – A aula foi muito interessante, trazer situações para a sala de aula, como a ligação ou mesmo trazer imagens problematizadoras e o pão contribuiu para que a aula fosse dinâmica e não fosse monótona. O professor domina bem o conteúdo e trazer a história do mesmo é na minha opinião muito importante, ajuda a criar uma referência histórica e mostra de onde veio esse conhecimento.

E2 – A conexão entre a história e a biologia foi feita com uma forma clara e de fácil entendimento. A metodologia foi muito interessante, permitindo que aula ocorresse de forma mais natural. Gostei da ideia de iniciar a aula com uma discussão e da forma como isso foi feito.

E3 – A aula cumpriu seu papel, pois valorizou o conhecimento prévio, teve questionamentos pertinentes, recursos didáticos deram conta de trazer problematizações, aula dinâmica e interativa, domínio do conteúdo.

E4 – Trabalhou os conceitos antes de nomeá-los, trouxe uma questão para explorar o debate e o conteúdo, buscou compreender o que os alunos já sabiam incentivando a participação, a avaliação contemplou todos os conceitos tratados, além de ter possibilitado

o debate entre os alunos com a metodologia, conseguiu utilizar vários recursos para auxiliar na construção dos conceitos, incluindo a história.

E5 – A metodologia fugiu do ensino tradicional sem deixar de lado os conteúdos propostos, tornando a aula mais atraente/intrigante. A ideia a respeito de Ecossistema ficou bem construída e apenas no final da construção é que o termo foi apresentado, criando a sensação de catarse, relacionando com como o conceito foi criado.

E6 – Dinâmica, método de ensino, maneira de conduzir a aula para a construção do conceito, postura, modo de falar.

E7 – Aula muito dinâmica, interativa, estimulando a interação entre o professor e os alunos. Utilização de recursos metodológicos que promoveram o interesse e maior interação dos alunos, os exemplos do cotidiano auxiliaram facilitando na construção do conceito, pois valorizou o que o aluno já sabia.

E8 – A aula foi muito interessante pois possibilitou construir uma linha de raciocínio sobre o funcionamento dos ecossistemas e seus componentes de maneira interativa e dinâmica, incentivando discussões e problematizações. Promoveu a aproximação com os alunos e o cotidiano e com a história do conceito.

Após análise, foi possível agrupar as falas em três categorias. Categorização consiste em agrupar dados considerando os pontos comuns entre eles (MORAES, 1999). Segue abaixo quadro com as categorias, descrição e frequência, e em seguida a discussão das mesmas.

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>	<b>Frequência</b>
Importância do uso de metodologias alternativas de ensino	Nesta categoria estão as falas que apontam como metodologias alternativas contribuem para o processo de ensinoaprendizagem e ajudam para que a aula seja dinâmica e interativa.	11
Importância da valorização do Conhecimento Prévio	Concentram-se nesta categoria falas dos estudantes que dizem respeito à	
	importância de valorizar o conhecimento prévio dos mesmos no desenvolvimento da aula.	6
Contextualização Histórico-filosófica do conceito de Ecossistemas	Aqui se destacam as falas que salientam a importância de uma contextualização histórico-filosófica do tema para o ensino.	5

Quadro 1: Categorias, sua descrição e frequência.

Fonte: PRÓPRIOS AUTORES, 2019.

Na primeira categoria, apontaram a importância da utilização de metodologias

alternativas de ensino. Alves (1994) afirma que o professor tem como principal tarefa seduzir o aluno para que ele deseje aprender. Nesse caso, estratégias que façam com que os estudantes sejam ativos são um ótimo instrumento. No entanto, Pacheco e Pacheco (2013) apontam que por mais que os professores reconheçam as potencialidades do uso desse tipo de metodologia, ainda se sentem inseguros diante de novas ações, pois requer que o educador saia da tradicionalidade instituída historicamente. Esse é um desafio que deve ser enfrentado, pois ainda de acordo com os autores, a escola tem como objetivo não só tabelar o conhecimento, mas também auxiliar na compreensão do mundo. Portanto, objetivando formar sujeitos capazes de transformar a realidade, é importante o uso de metodologias que protagonizem os estudantes na construção do conhecimento científico.

A segunda categoria trata da importância de valorizar o conhecimento prévio dos estudantes. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) afirmam que ao valorizar o conhecimento que os estudantes trazem consigo, a aprendizagem é potencializada. Moreira e Masini (2001) apontam que a representação da realidade adquirida durante a existência, possibilita que uma linguagem com certo significado seja criada. Então, reconhecer esse conhecimento trazido pelos estudantes implica em uma maior significação dos conceitos científicos construídos ao longo das aulas, apresentando como consequência maior efetivação na aprendizagem desses alunos. Moreira (2010) salienta que os conceitos interagem com novos conteúdos aprendidos, fornecendo subsídios para atribuir novos significados que podem se modificar.

Cabe ao professor entender como essas mudanças ocorrem em cada aluno, pois, mesmo que a aprendizagem esteja apoiada por processos compartilhados, a mesma deve ser considerada pessoal, pois cada estudante vive suas próprias experiências que se estruturam em sua mente. Portanto, a valorização do conhecimento prévio é essencial, já que dentro de uma sala de aula podem ocorrer diferentes interpretações da realidade e diferentes expressões de como o mundo é entendido. Nesse sentido, o ensino de Ecossistemas partindo do conhecimento prévio dos alunos é interessante, considerando que todos os estudantes já tiveram contato com alguns ecossistemas ao longo de suas vidas, mesmo que nunca conceituado.

Na última categoria foi ressaltada a relevância de abordar os conceitos partindo de seu contexto histórico-filosófico. Segundo Martins (1998), a história da ciência contribui para fazer com que as aulas sejam mais interessantes, pois mostra como a construção dos conceitos foi dada, permitindo assim uma visão mais concreta da natureza. Sendo o foco do ensino de Biologia a formação de estudantes conscientes e críticos, capazes de compreender o comportamento da sociedade, a contextualização histórico-filosófica dos temas permite com que os estudantes entendam e identifiquem em suas vidas a importância dos conceitos trabalhados em sala de aula e sua importância social, já que quando historicamente apresentado, é possível entender não só o contexto científico do conceito, mas também como a sociedade se organiza ao longo do tempo. Lourdes Batista

(2004) considera que essa abordagem permite contribuição para uma melhor compreensão dos problemas contemporâneos, caracterizando fundamental importância para o desenvolvimento da capacidade crítica do ser. Ferreira e Ferreira (2010) salientam que com a História e Filosofia da Ciência nas aulas, é possível construir interdisciplinarmente maior número de conhecimentos com os alunos, fazendo da aula um exercício motivador e formativo.

De acordo com Vairo e Rezende Filho (2010), a ideia de que os seres humanos são os proprietários da natureza já não é tão aceita como foi em tempos atrás. Os autores apontam também que a principal alteração nesse pensamento foi a de que os seres humanos além de agir sobre os ecossistemas, também fazem parte deles. Dessa maneira, o ensino de Ecossistemas partindo do contexto histórico-filosófico permite uma totalidade na apropriação do conceito, uma vez que os alunos têm acesso às razões pelas quais essas mudanças aconteceram e qual a necessidade também da existência deste conceito unificador, adquirindo também subsídios para entender a importância de ações mais sustentáveis no que diz respeito ao Meio Ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto histórico-filosófico dos conceitos e metodologias alternativas de ensino exercem um papel importante no que tange a compreensão da realidade pois, permite com que os estudantes compreendam o conhecimento científico em sua totalidade, provendo subsídios para que os alunos sejam os principais agentes no processo de ensino-aprendizagem. Vale ressaltar também que apenas o uso de metodologias alternativas não basta, é necessária uma visão crítica dos professores acerca da práxis, entendendo a importância do papel norteador do professor, propiciando a transcendência dos conhecimentos mobilizados nas aulas para a vida cotidiana dos estudantes.

## AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG e UFLA

## REFERÊNCIAS

ALVES, Rubem. **A alegria de ensinar**. 3ª edição. ARS Poética Editora Ltda, 1994.

ANDRADE, Gabrielly Carvalho et al. Metodologias Alternativas no Ensino de Ciências: Uso de teatro e mitologia no ensino de movimentos internos da Terra. **FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA**, v.14, p. 34-44, 2018.

AUSUBEL, David Paul.; NOVAK, Joseph.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Trad. De Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BORDENAVE, Juan Díaz. PEREIRA, Aldair Martins. **Estratégias de ensino aprendizagem**. 4. ed., Petrópolis: Vozes, 1982.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean Claude. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. 5. Ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

BUENO, Sonia. Maria Villela. **Educação preventiva em sexualidade, DST, AIDS e drogas nas escolas**. 2001. 263 f. Tese (Livre-docência) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2001.

BUENO, Sonia Maria Villela. Visitando Paulo Freire. **Enfermagem**, Ponta Grossa, v.3, n. 3, p. 101-110, 2003.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José. André.; PERNAMBUCO, Marta. Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, Alexandre. Matos. Pires; FERREIRA, Maria Eliza. Matos Pires. A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino: Construindo interfaces**. Volume 2, 2010 – pp. 1-13.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 50. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

LOURDES BATISTA, Irinéia; LUCAS, Simone. Abordagem histórico-filosófica e Educação Matemática— uma proposta de interação entre domínios de conhecimento. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 6, n. 1, 2004.

MANZANAL, Fernandez. & JIMÉNEZ, Casal - **La enseñanza de la ecología**. Un objetivo de la educacion ambiental. **Enseñanza de las Ciencias**, 13 (3):259-311. 1995.

MARTINS, Lillian Al-Chueyr Pereira. **A história da ciência e o ensino da biologia**. *Ciência & Ensino*, v. 5, n. 2, p. 8, 1998.

MINAYO, Maria Cecília Souza (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 732, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, Marco Antônio. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista Currículum**, Santa Cruz de Tenerife, v. 25, 2012.

MOREIRA, Marco Antônio.; MASINI, Elcie Salzano. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

PACHECO, José; PACHECO, Maria Fátima. **A Escola da Ponte sob múltiplos olhares: palavras de educadores, alunos e pais.** Porto Alegre: Penso, 2013.

PELLIZZARI, Adriana et al. Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel. Revista PEC, Curitiba. 2002.

PEREIRA, Antônio Batista. **Aprendendo ecologia através da educação ambiental.** Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1993.

VAIRO, Alexandre Cunha; REZENDE FILHO, Luiz Augusto. Concepções de alunos do ensino fundamental sobre ecossistemas de manguezal: o caso de um colégio público do Rio de Janeiro. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 3, n. 2, 2010.

## ABORDAGEM MAIS INTEGRATIVA E HOLÍSTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS MODELAGEM ESPACIAL UTILIZANDO ETNOMAPEAMENTO - EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DE MODELAGEM ESPACIAL

Data de aceite: 01/04/2021

### Simone Soraia Silva Sardeiro

Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, São Cristóvão, Brasil  
ORCID: 0000-0001-8698-3535

### Avelar Araujo Santos Junior

Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, João Pessoa, Brasil

**RESUMO:** Buscando novos meios utilizar o conceito tradicional de processo de aprendizado responsável pelo treinamento de indivíduos preocupados com problemas ambientais, pretende-se propor o uso de uma abordagem cuja intenção seja perceber as forças sociais e ambientais que moldam a vida no planeta de forma sistemática e integrativa. Como estudo de caso para comover essa reflexão pretende-se resgatar etnomapas dos índios Xokós e sistematizar modelando num sistema de informação espacial como ferramenta para educação ambiental. Foi utilizado o livro Etnomapeamento Xokó como fonte para estudo de caso. O Etnomapeamento da Terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro se deu em três etapas: Sensibilização e mobilização; Diagnóstico e etnomapeamento e Validação e proposição dos indicativos. Essa abordagem pode ser analisada através do livro, Etnomapeamento da Terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro do Povo Xokó. Através de

sensibilização e mobilização para construção do etnomapeamento foram discutidos as atuais condições socioambientais do território Xokó multidisciplinarmente. A proposta aqui é utilizar essa experiência como proposta de abordagem do aprender, ser e ensinar, e criar ambiente de aprendizagem que envolve um pensamento complexo que utiliza experiências, histórias, espiritualidade, cultura e valores aos ciclos naturais da natureza. Somos todos natureza e somos ciência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Abordagem ambiental, Conhecimento Indígena, SIG.

### AN INTEGRATED AND HOLISTIC APPROACH TO ENVIRONMENTAL EDUCATION THROUGH SPATIAL MODELING USING ETHNO MAPPING

**ABSTRACT:** It is proposed to use an approach whose intention is to perceive the social and environmental forces that shape life on the planet in a systematic and integrative way seeking a concept of learning process responsible for training individuals concerned with environmental problems. As a study case, to move this reflection, is intended to rescue the Xokós Indians ethnomapping and systematize modeling in a spatial information system as a tool for environmental education. The book "Etnomapeamento Xokó" was used as data source. The the Caiçara Indigenous Land / São Pedro Island ethno mapping took place in three stages: Moving; Diagnosing and ethnomapping and validation and proposition of the indicatives. This approach can be analyzed using the book through the current socio-environmental

conditions of the Xokó territory that were discussed multi-disciplinarily. The proposal here is to use this experience as a proposal to approach a way of learning, being and teaching, and to create a learning environment that involves a complex thinking that uses experiences, histories, spirituality, culture and values to the natural cycles of nature. We are all nature and we are science.

**KEYWORDS:** Environmental Approach, Indigenous Knowledge, GIS.

## INTRODUÇÃO

Quando se escuta o termo educação ambiental o que vem em mente é uma ideia romântica do que seria essa conscientização sobre o meio ambiente? Ou um olhar cético e crítico de como se aborda esse tema? Discutir educação ambiental hoje em dia intende em trabalhar de maneira mais eficaz na construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente. E para que isso aconteça, acredita-se numa abordagem de várias dimensões e por isso são considerados aspectos culturais, econômicos, étnicos, políticos, religiosos e sociais, muitas vezes esquecidos nas análises e enfrentamento das problemáticas ambientais.

O uso de variados atributos intende romper do antigo paradigma dos velhos e conhecidos sistemas de informações, onde o processo de aprendizado responsável pelo treinamento de indivíduos preocupados com problemas ambientais, vem de uma educação ambiental estereotipa, utilizando cartilhas pre-moldadas e não contextualizada na realidade local das questões socioambientais.

A interessante forma de não utilizar uma abordagem padronizada não respeitando individualidades que um lugar pode apresentar, trás varios conceitos de desenvolvimento divulgado pela ONU, Medidas para promover expressões culturais e criar no seu território um ambiente que incentive os indivíduos e grupos sociais à criar, produzir, divulgar, distribuir e ter acesso às suas próprias expressões culturais, prestando a devida atenção às circunstâncias e necessidades.

Uma vez que a natureza não se apresenta de forma homogênea e, sim, talvez ser composta por uma variedade muito diversificada de ecossistemas, logo as comunidades tradicionais estão inseridas num espaço de dimensões variadas, constituindo-se numa totalidade sistêmica, integrada por fatores materiais e não material.

Identificar os elementos que compõe o lugar, a porção do espaço geográfico dotada de significados particulares e relações humanas (Holzer, 1999), é um primeiro passo para promover educação ambiental. A modelagem espacial é uma técnica interessante para promover esse conhecimento de espaço complexo e heterogêneo, e como ferramenta para essa modelagem o etnomapeamento.

A Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas (PNGATI) trouxe o etnomapeamento:

*“configura na construção de uma carta geográfica com os locais importantes do*

*território indígena, o seu uso cultural, a distribuição espacial dos recursos naturais, a identificação de impactos ambientais e outras informações relevantes, salvaguardando o interesse, o olhar e a compreensão indígena.”*

Logo, contribui para ilustrar a situação da Terra Indígena Caiçara / Ilha de São Pedro construído de maneira participativa em 2014 por membros do povo Xokó. A ideia é refletir esse instrumento para a modelagem espacial dessa nova abordagem sobre educação ambiental através da construção de sistema de informação complexo sobre educação ambiental.

A realização do etnomapeamento pelos Xokós contribuiu para aumentar o conhecimento dos jovens sobre seu próprio território, através da relação entre gerações. O processo também levou os Xokó a refletirem sobre o passado, o presente e o futuro de seu território. A descrição do mapeamento de esboços por povos indígenas serviu para representar conhecimento sobre a paisagem.

Existem estudos sobre a nossa conexão com a natureza, e quando existe uma redução nessa consciência e existe também uma diminuição da capacidade de encontrar significado na vida ao nosso redor. Se queremos proteger nosso meio ambiente e a biodiversidade, se faz criando oportunidades para nos reconectar com a natureza.

## OBJETIVO

Etnomapeamento possui o papel estratégico para compreensão das características, limitações e transformações do projeto histórico da modernidade e na reorientação dos estilos de vida coletivo e individual. Em um contexto marcado pela contínua degradação do meio ambiente e de seu ecossistema, envolve um conjunto de atores do universo educativo em todos os seus níveis, estimulando o envolvimento dos diversos sistemas de conhecimento e sua elaboração numa perspectiva interdisciplinar ( Bavaresco, 2014).

Educadores ambientais carregam o papel de agente estratégico e decisivo na inserção da educação ambiental no cotidiano, e por isso a importância de pensamento crítico e cuidadoso frente à crise socioambiental dos dias atuais, tendo como horizonte a transformação de hábitos e práticas sociais, e a constituição de um ambiente de cidadania ambiental que os motivará para a questão da sustentabilidade em seu sentido mais amplo.

Acreditou-se utilização de uma modelagem ambiental elencando conceitos e dados quantitativos acreditou-se criar um modelo de aprendizagem que envolvesse indivíduos afetivamente e foi capaz de desenvolver sua lógica.

## METODOLOGIA

Foi utilizado o livro Etnomapeamento Xokó como fonte para estudo de caso. (Brasil, 2007)

O Etnomapeamento da Terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro se deu em três: 1) Sensibilização e mobilização; 2) Diagnóstico e etnomapeamento e 3) Validação e proposição dos indicativos de gestão. Os resultados do trabalho foram apresentados e discutidos no Seminário Pensando Gestão Ambiental e Territorial com Povos Indígenas no Nordeste.

Acredita-se que existam aproximadamente 450 Xokós na terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro.

A etapa da sensibilização e mobilização para construção do etnomapeamento se deu através de reuniões onde foram discutidos as atuais condições socioambientais do território Xokó, com assessoria da equipe técnica, composta multidisciplinarmente (diferente objetos de estudo por parte dos técnicos e metodologia diversa) de geógrafo, biólogo, cineasta e o próprio Xokó. Isso foi possível através da realização de oficinas para Xokós, nas quais se discutiu temas relativos à gestão ambiental e territorial da Terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro. Nessas oficinas foram trazidos temas da gestão ambiental e territorial, técnicas de registro audiovisual, mapeamento, e de validação do etnomapeamento e proposição de ações.

Foi levantado em consideração as temáticas sobre Impactos Ambientais e Memória e identidade, que construíram roteiros de pesquisa que foram desenvolvidos entre uma oficina e outra, de modo a complementar as informações produzidas nas caminhadas guiadas pelo território com anciãos e lideranças conhecedoras da história e do ambiente da terra indígena.

Observou-se também informações que se obteve através das caminhadas guiadas pelo território foram conduzidas por diferentes pessoas, nas mais diversificadas situações de suas rotinas diárias, acompanhando o trabalho no roçado ou na pescaria.

Trabalhou-se os pontos de retirada ilegal de madeira e caça predatória; áreas de mata de Caatinga preservada; lagoas secas e trechos do rio assoreados; pastos, roças e quintais familiares; antigas sedes das fazendas Belém, São Geraldo, Surubim e Marias Pretas; acessos e limites com o Assentamento de Reforma Agrária Vitória do São Francisco, com o Território Quilombola Mocambo, com a fazenda Canta Galo e outras pequenas e médias propriedades do entorno; locais de importância histórica como o cemitério dos caboclos, o forno do cal, o pasto do algodão e antigo arruado da Caiçara.

Os etnomapas funcionou para que fossem analisados as informações contidas em imagens de satélite comparadas com as informações levantadas no processo de construção dos etnomapas. Validando essa análise, os mapas temáticos elaborados para melhor compreensão da realidade ambiental do território indígena e as transformações ocorridas. As informações produzidas nas oficinas e caminhadas guiadas foram organizadas em um banco de dados num Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Os mapas e relatórios produzidos foram apresentados para a comunidade indígena a fim de verificar se as informações ali contidas refletiam a visão dos Xokó sobre o

território e de encaminhar as alterações julgadas necessárias pela coletividade no material apresentado.

## RESULTADOS

O uso de dados qualitativos (palavras ditas e registradas) mensurados em imagens descrita em padrões, formas, geometrias num mapa é uma poderosa ferramenta para reflexão sobre todos os agentes que interferem no equilíbrio socioambiental.

No projeto etnomapa dos índios Xokós pode-se identificar um padrão equivalente entre as informações nos etnomapas construídos e as imagens de satélite adquiridas para uso durante o processo. O processo de reconquista das antigas fazendas mostra a ordem em que foram reconquistadas pelo povo Xokó através de setas que indicam os movimentos e o ano em que aconteceram e essa informação conta também as transformações que a vegetação sofreu durante todo esse processo. E identifica-se também a maneira diferenciada dos Xokó de lidarem com a terra e que resultou na regeneração da vegetação.

Os vínculos dos Xokó com o território resultam em outras formas de utilização da terra para sua sobrevivência, ligadas a questões de bem viver e aspectos culturais e religiosos, diferentes da exploração das monoculturas em larga escala para obtenção de lucro. E como resultado disso, a Terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro hoje se encontra com a maior parte de sua área (81%) com a vegetação nativa em processos avançados de regeneração.

A sistematização das informações trazidas pelos índios trás a ideia que existe uma outra forma de aprendizagem que não a tradicional ocidental e que é poderosa para a preservação do meio ambiente que nos rodeia. Cabe iniciativas de entender e reproduzir como forma alternativa no ensino ambiental.

## CONCLUSÕES

Nesse momento, refletiu-se e chegou-se ao consenso que os resultados foram positivos da representação completa dos elementos que compõem o território dos índios Xokós. Os etnomapas elaborados durante o projeto abordam temas considerados de interesse pelos Xokó para a discussão da gestão ambiental e territorial.

O etnomapeamento dos Xokó abre muitas possibilidades neste sentido e, especialmente na busca de outros processos da educação indígena e a educação escolar indígena. A busca de alternativa num momento em que as condições de vida são cada vez mais alteradas, formar um retorno à natureza, como ambiente de conscientização, transformando essa busca como forma de pressão do poder público. Ferramentas como essa traz significativos estímulos para capacitar as pessoas e transformar suas necessidades para o modo de vida “natural”, é o que desenha uma estratégia de informação ao ambiente de educação. O ambiente moderno de educação e informação vem evoluindo e enriquecido

pelo uso da informação geográfica Sistemas é, sem dúvida, aplicação que pode destacar e restaurar a importância do meio ambiente na palco mundial, através de várias atividades. (FANARIOTIS, 2015)

## REFERÊNCIAS

Bavaresco, A.; Menezes, M. 2014. Entendendo a PNGATI: Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental Indígenas. – Brasília: GIZ/Projeto GATI/Funai.

Fanariotis, A.; & Pathanasiou, T. (2015). The use of geographic information systems (GIS) in environmental education and awareness: The case of hiking trails in the Island of Karpathos-Saria cluster. CEUR Workshop Proceedings, 1498, 333–340.

Brasil– Fundação Nacional do Índio. (2007). Educação Indígena. Etnomapeamento da Terra Indígena Caiçara/ Ilha de São Pedro do Povo Xokó. Etnomapeamento Caiçara/Ilha de São Pedro, 136(1), 23–42.

FUNAI – Fundação Nacional do Índio. Educação Indígena. 2008. Coletânea da Legislação Indigenista Brasileira. Brasília: CGDTI/Funai. Acessado setembro de 2018. <http://www.funai.gov.br/pngati>

Holzer, W. 1999. O lugar na Geografia Humanista. Revista Território. Rio de Janeiro. Ano IV, nº 7. p.67-78. Disponível em 21 de agosto de 2018: <[http://www.revistaterritorio.com.br/pdf/07\\_6\\_holzer.pdf](http://www.revistaterritorio.com.br/pdf/07_6_holzer.pdf)>

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

*Data de aceite: 01/04/2021*

*Data de submissão: 11/02/2021*

### **Albenia Maria de Andrade Fonseca**

Instituto Federal de Educação da Bahia  
Salvador – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/5836395230568799>

**RESUMO:** Esse trabalho consiste no desenvolvimento da disciplina de Pós-Graduação para alunos do mestrado e doutorado em Educação desenvolvida na Universidade Estadual da Bahia – UNEB / Salvador no Programa de Educação e Contemporaneidade. Consistiu da apresentação, análise e crítica de processos e experiências de educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Participaram três professores com abordagens diferenciadas sobre a educação ambiental. O Dr. Professor Avelar Mutim abordou principalmente como operar pedagogicamente, transformar as instituições e promover a articulação entre conhecimento, gestão e novas formas de governabilidade através da inserção da Educação Ambiental no sistema educacional. O Dr. Professor Eduardo Nunes enfocou a temática da favelização, as estatísticas alarmantes dessa forma de habitação (sub)humana de convivência e os problemas ambientais decorrentes. O Dr. Professor Jorge Tarqui destacou o ecossistema humano e a gestão de recursos para a territorialidade. A segunda parte do curso foi desenvolvida pelos alunos através de Seminários Ambientais onde

foram apresentadas sete experiências. Duas experiências no ensino do terceiro grau, UNEB e FTC; duas experiências em uma escola do Ensino Infantil e outra das Séries Iniciais, ambas localizadas nos subúrbios de Salvador: uma Horta como Resgate Cultural da Religião Brasileira de Matriz Afro em um Terreiro de Candomblé localizado em Paripe, também região suburbana; O Programa de Educação Ambiental em Gestão Participativa de Povos Tradicionais da Bahia e os Coletivos Educadores do Recôncavo Sul com a participação da Secretaria de Governo do Estado da Bahia e o trabalho de Design Sustentável e Responsabilidade Ambiental: Cooperativa dos Catadores de Canabrava/CAEC. A proposta pedagógica da Educação Ambiental analisou problemas a serem resolvidos no sistema educacional e alcançou seus objetivos conectando teoria e prática, ensino e pesquisa além de haver promovido esta experiência pedagógica que articulou diferentes saberes, modalidades de ensino e gestão ambiental.

**PALAVRAS – CHAVE:** Educação Ambiental, Desenvolvimento Sustentável, Prática Pedagógica, Práticas Ambientais, Integração Ensino Formal e Não Formal.

### **ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

**ABSTRACT:** This work consists of the development of the Post-Graduation course for students of the master's and doctorate in Education developed at the State University of Bahia - UNEB / Salvador in the Education and Contemporary Program. It consisted of the presentation, analysis and criticism of

environmental education processes and experiences for sustainable development. Three teachers participated with different approaches on environmental education. Dr. Professor Avelar Mutim addressed mainly how to operate pedagogically, transform institutions and promote the articulation between knowledge, management and new forms of governance through the insertion of Environmental Education in the educational system. Dr. Professor Eduardo Nunes focused on the theme of slum, the alarming statistics of this form of (sub) human living together and the resulting environmental problems. Dr. Professor Jorge Tarqui highlighted the human ecosystem and resource management for territoriality. The second part of the course was developed by the students through Environmental Seminars where seven experiences were presented. Two experiences in the teaching of the third degree, UNEB and FTC; two experiences in a nursery school and another in the Initial Series, both located in the suburbs of Salvador: a vegetable garden as a cultural rescue of the Brazilian, Afro-Brazilian religion in a Terreiro de Candomblé located in Paripe, also a suburban region; The Environmental Education Program in Participatory Management of Traditional Peoples of Bahia and the Educating Collective of Recôncavo Sul with the participation of the Government Secretariat of the State of Bahia and the work of Sustainable Design and Environmental Responsibility: Canabrava Collectors' Cooperative / CAEC. The pedagogical proposal of Environmental Education analyzed problems to be solved in the educational system and achieved its objectives by connecting theory and practice, teaching and research, in addition to promoting this pedagogical experience that articulated different knowledge, teaching modalities and environmental management.

**KEYWORDS:** Environmental Education, Sustainable Development, Pedagogical Practice, Environmental Practices, Integration of Formal and Non-Formal Education.

## 11 INTRODUÇÃO

A crise ambiental planetária e as condições de imensa parcela da população vivendo em condições sub humanas vem exigindo repensar urgentemente nosso modelo civilizatório vigente e encontrar meios alternativos que proponham novas modalidades de atuação frente essa problemática. Nesse intuito, buscou-se inserir o processo ensino-aprendizagem no contexto das articulações entre ensino, pesquisa e práticas ambientais.

Nesse contexto, esse trabalho propõe elaborar um relato comentado da prática educativa vivenciada na disciplina Educação Ambiental, Gestão e Desenvolvimento de Sociedades Sustentáveis ministrada na Universidade do Estado da Bahia/UNEB/ Salvador como disciplina inserida no Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade.

O processo educativo do trabalho pedagógico consistiu em oferecer alicerces epistemológicos, propor discussões de temas, desenvolver dinâmicas de grupo e divulgar experiências distintas de Educação Ambiental tanto no ensino formal, quanto no informal, não formal e na gestão.

Os objetivos que nortearam as atividades desenvolvidas foram os seguintes:

- Situar as bases epistemológicas da relação entre Ciências Ambientais e Edu-

cação como instrumentos para o Desenvolvimento Local/Territorial Sustentável;

- Apresentar e analisar criticamente os processos educativos relacionados com a Gestão Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável na Bahia e no Brasil;
- Produzir conhecimento científico tendo como referência de análise a relação Educação, Gestão e Desenvolvimento Sustentável.

A partir desses objetivos, esta exposição propõe introduzir a estruturação do curso conforme abordagem sequencial apresentada por três professores, assim como apresentar os Seminários Ambientais desenvolvidos pelos alunos sobre diferentes temáticas pesquisadas dando visibilidade a algumas experiências em educação ambiental.

## **2 | PROBLEMÁTICA AMBIENTAL NA CONDUÇÃO PEDAGÓGICA DO CURSO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DA UNEB**

A convergência da atuação dos professores consistiu no enfoque da Educação e Contemporaneidade contribuir para uma educação ambiental articuladora de novas formas de intervenção que contribua e participe da luta contra as desigualdades sociais.

Nesse contexto, a disciplina Educação Ambiental e Gestão para o Desenvolvimento de Sociedades Sustentáveis foi desenvolvida sob orientação de três professores que destacaram eixos temáticos específicos:

A contribuição das Ciências Ambientais e a Educação nos seus enunciados filosóficos, científicos, políticos, assim como diagnósticos educacionais com proposições atuais como referência para uma prática pedagógica articuladora da Educação Ambiental que a partir de pesquisas e diagnósticos educacionais possibilite refletir sobre como operar pedagogicamente, transformar as instituições de ensino e promover a articulação entre conhecimento, gestão e novas formas de governabilidade.

A problemática territorial e socioambiental internacional, nacional e local tendo como foco as favelas como habitabilidade sub humana e os territórios dos excluídos. Nessa abordagem, a importância da Educação Ambiental como pesquisa, conscientização e ato de intervenção política nos territórios. Em face ao contingente da população excluída no planeta refletir sobre a Educação Ambiental com a finalidade de propor uma educação mais inclusiva, contemplando dessa forma propostas emergentes de intervenções a partir da educação ambiental formal, informal e não formal apresentadas através de seminários organizados pelos discentes.

Terceiro ângulo da questão, considerar a importante contribuição da Teoria dos Sistemas como fundamento para conexão entre as ciências biológicas e sociais na evolução de estudos integrados que possibilitem contribuir com a compreensão do ecossistema humano.

## 3 I PRÁTICA PEDAGÓGICA DO CURSO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Ninguém liberta ninguém. Ninguém se liberta sozinho. Os homens se libertam em comunhão.

(Paulo Freire)

### 3.1 Fundamentos norteadores, metodológicos e cognitivos

A orientação e introdução ao curso pelo Prof. Dr. Avelar Mutim pautou-se em estratégias motivacionais potencializadoras para os conteúdos da disciplina respaldadas nos contos de origem mitológica sobre – O Minotauro –, no conto proferido por Gandhi sobre - O Menino que comia açúcar- e numa retrospectiva histórica sobre a contribuição das Ciências Ambientais e dos documentos que traduzem as concepções conceituais e norteadoras da Educação Ambiental.

Dando continuidade, através de estratégias educacionais, foi desenvolvida na sala de aula a dinâmica da Teia que desencadeou a participação através do diálogo quanto a pertinência, fundamentos e relações entre a dinâmica da vida e a Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável.

No tocante às questões educacionais específicas, o artigo sobre – A Educação como prática social contextualizada – que segundo Loureiro, argui o papel privilegiado da escola na preparação do indivíduo para compreender a relação com o mundo que o rodeia para em seguida torná-lo apto a contribuir intervindo nessa realidade, rompendo com os modelos vigentes e buscando legitimar a educação como direito de concretização da cidadania. Diagnostica a ausência da temática transversal na formação dos professores do ensino fundamental e médio constatando a gravidade da situação e destacando que “o ensino infantil, fundamental e médio constitui o pilar do ensino regular na definição de valores, comportamentos pessoais e atitudes coletivas”.

Ao diagnosticar a educação ambiental no ensino superior, revela o desconhecimento da Educação Ambiental (EA) nas Instituições de Ensino Superior, a ausência do conhecimento pedagógico dos princípios da EA para aplicação nas disciplinas e a falta de socialização e articulação desses conhecimentos e saberes produzidos. Considerados esses e outros aspectos institucionais e políticos ele propõe ampliar à formação acadêmica e científica a capacidade de leitura e interação com o ambiente para realização da cidadania responsável.

Outro artigo que contribuiu na análise das questões ambientais, enfoca a – Educação Ambiental e Gestão de Sociedades Sustentáveis- que de acordo com Mutim, retrata a articulação dos processos educativos formais e não formais como estratégia para o desenvolvimento sustentável. Através desse estudo o autor confere à educação ambiental a característica de articuladora dos processos educativos formais e não formais como espaços de aprendizagem e formação e propõe a compreensão do processo educacional como suporte para o intercâmbio e gestão de saberes.

Dedica uma ênfase especial ao papel da Universidade na investigação, organização e promoção desse novo saber gerado, considerando-o como “um pensamento revolucionário” que requer sistematização através do ensino, pesquisa e extensão, assim ainda, as características do processo emergente, postula que há de se compreender as novas tendências contemporâneas da governabilidade, a aprendizagem por participação e a dinâmica do processo, de forma a contribuir com a composição e definição da organização territorial representativa da identidade humano-ambiental rumo ao desenvolvimento local sustentável.

Em uma segunda momento das atividades a cargo do Prof. Dr. Eduardo Nunes adentrou-se pelas questões socioambientais dos territórios fundamentada nos artigos sobre Davis introduzindo políticas de órgãos internacionais, diagnósticos internacionais e nacionais sobre a problemática dos excluídos em habitabilidade sub-humanas. As questões referentes a abrangência da territorialidade local foram abordadas a partir de experiências de pesquisa do Professor, publicações recentes sobre a temática, além de destacar entraves burocráticos como obstáculos na operacionalização de intervenções necessárias de serem realizadas.

Outro artigo referendado, de Gadotti, sobre a - Educação para o Desenvolvimento Sustentável: O que precisamos aprender para salvar o planeta- destaca a polissemia do conceito de desenvolvimento sustentável, os documentos definidores das concepções de Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, menciona que para mudar o desenvolvimento implica em mudar as pessoas que podem mudar o desenvolvimento, implica em repensar o projeto de civilização e introduz a proposta de uma cultura de paz e uma cultura de sustentabilidade.

No terceiro momento, orientada pelo Prof. Dr. Jorge Tarqui, foi abordada a Teoria dos Sistemas e o Ecossistema Humano através de exposições com participação dialogada e da organização em círculo para debater a resenha com base no artigo.: O ecossistema humano como conceito organizador no manejo de ecossistemas. Esses autores tratam das conexões estabelecidas a partir do diálogo entre as ciências objetivando aprimorar os instrumentos para sistematização de indicadores representativos na configuração de modelos que se aproximem da realidade inerente ao ecossistema produzido pela vida humana, e que reflitam, diagnostiquem e planejem em função dessas necessidades em adequação aos recursos disponíveis possibilitando ao homem dar-se conta da sua própria territorialidade.

Os artigos sobre a educação ambiental, questões ambientais planetárias e o ecossistema humano foram traduzidos e debatidos sob forma de resenha crítica. Dentre os critérios avaliativos do curso foram contempladas as resenhas, o seminário e um paper apresentado no final do curso sobre a experiência educativa da disciplina ou o detalhamento da proposta do Seminário.

As resenhas sobre os artigos referendados, adotada como técnica didática e

a organização da turma em círculo para apresentação e discussão dos alunos foram critérios para participação democrática de todos. Essa prática educativa culminou com os comentários, debate sobre os conteúdos e integração entre professores e alunos.

A segunda etapa do curso constou dos Seminários Ambientais: Educação Ambiental e Gestão apresentados pelos alunos abordando experiências desenvolvidas na Região Metropolitana de Salvador e no Recôncavo Baiano.

### **3.2 A generalização das favelas**

O Relatório de outubro de 2003 promovido pelo Programa de Assentamentos das Nações Unidas (UN - HABITAT), citado por Davis, e que trata – O Desafio das Favelas- (The Challenge of Slums) contemplou um levantamento de trabalhos e informações estatísticas sobre as formas caóticas do conviver e habitar (des)humano com a generalização das favelas. Consta ainda em documento do Banco Mundial a identificação da favelização como “o problema mais importante e politicamente mais explosivo do próximo século”.

Essa publicação ressalta que paralelo aos relatórios da Mesa-Redonda Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e os perigos eminentes endossados pela Convenção da Biodiversidade com o aquecimento global ressoam como alerta as consequências advindas da catástrofe mundial da pobreza urbana. Naquele ano, o relatório publicou uma tabela baseada na coleta de dados e estimativas em diversas fontes onde o Brasil aparece após a China e a Índia ocupando o terceiro lugar com 36,6% da população urbana habitando nas favelas equivalendo ao total de 51.700 milhões de pessoas.

Essas questões relevantes sobre o planeta encontram pouquíssimos ecos e ressonâncias no setor educacional.

### **3.3 Contribuição da concepção sistêmica**

#### **O ecossistema humano**

O ecossistema, abordado a partir da Teoria dos Sistemas vem sendo revisitada e mantém-se atualizada na contemporaneidade, segundo reafirma o Prof. Dr. Jorge Tarqui, responsável por essa etapa do curso.

Estas teorias provêm das concepções do biólogo Bertalanffy, quando ele propõe um sistema aberto e a teoria geral dos sistemas estabelecendo o pensamento sistêmico como um movimento científico de primeira grandeza.

Os aspectos de maior destaque do trabalho implicam na busca de construção de uma ciência da vida que compreenda à complexidade da espécie humana e as possíveis contribuições que um modelo de ecossistema humano possa deslanchar para: a avaliação dos impactos sociais em planos de manejo de ecossistema; desenvolvimento de indicadores sociais para os ecossistemas humanos na gestão de recursos; modelo de ecossistema humano como base para monitorar recursos ambientais; uma localização da ciência

ecológica como ferramenta de ensino para gestores de ecossistemas; um convite aos cientistas que tratam do tema para aperfeiçoamento do modelo e um trabalho cooperativo.

Na concepção sistêmica os objetos são redes de relações, embutidos em redes maiores.

*“Por exemplo, quando vemos uma rede de relações entre folhas, ramos e tronco, chamamos a isso de “árvore”. Ao desenhar a figura de uma árvore, a maioria de nós não fará as raízes. No entanto, as raízes de uma árvore são, com frequência, tão notórias quanto as partes que vemos. Além disso numa floresta, as raízes de todas as árvores estão interligadas e formam uma densa rede subterrânea na qual não há fronteiras precisas entre uma árvore e outra”.*  
(Capra, 1999: 47-49).

## 4 | SEMINÁRIOS AMBIENTAIS

### Experiências de educação e gestão ambiental

Convém incluir uma indagação mencionada por Leonardo Boff quando trata da crise ecológica, como a perda da religião.

*Antes de qualquer esforço analítico deve-se formular inapelavelmente esta pergunta: como foi possível chegarmos à situação atual de estado de guerra declarado entre o homem e a natureza? Deve ter havido algum equívoco profundo, algum erro grave nas culturas, nas religiões, nas tradições espirituais e nos processos pedagógicos de socialização da humanidade que não conseguiram evitar o estado dramático atual!*

Nos sete seminários ambientais apresentados constam experiências no âmbito da educação formal, informal, não formal e da gestão ambiental. Incluiu-se dentre às experiências abordadas:

Projeto Viver UNEB: Horta e Paisagismo;

Projetos, Atividades Ambientais e de Pesquisa da Faculdade de Tecnologia e Ciência/FTC;

Horta como Resgate Cultural da Religião Brasileira de Matriz Afro em um Terreiro de Candomblé localizado em Paripe;

Horta Escolar Infantil em Coutos;

Programa de Educação Ambiental em Gestão Participativa de Povos Tradicionais da Bahia e os Coletivos Educadores do Recôncavo Sul;

Design Sustentável e Responsabilidade Ambiental: Cooperativa dos Catadores de Canabrava/CAEC;

Hortas Urbanas e Peri Urbanas: Experiência da Horta Escolar no Alto da Teresinha

Nos seminários referentes a instituições do ensino formal, podemos classificar com características um pouco diferenciadas as atividades promovidas no âmbito do ensino

1 BOFF, L. Apud Peça denunciatória: DREWERMANN, E., *Der Todliche Fortschritt*, Pustet, Regensburg, 1986.

do terceiro grau. No que se refere ao projeto da UNEB registrou-se a expectativa de transformação ambiental através da horta e do efeito paisagístico, e dentre as atividades já implantadas na FTC há um empenho e já certas conquistas na transformação de hábitos a partir da reciclagem, no intercâmbio de informações com outras unidades de ensino e também sobressai a preocupação com a saúde ambiental e a promoção de ambientes de convivência.

Baseado nessas experiências constata-se a busca e mesmo a transformação da escola ampliando sua participação no entorno, seja através de atividades como da prestação de serviços, transformação de atitudes e práticas de convivência, passando assim a exercer uma polarização convergente e assumindo gradativamente a transformação do ambiente interno ao tempo que amplia sua responsabilidade socioambiental.

Alguns aspectos comportamentais dos alunos que ressaltaram nas experiências das hortas escolares no Ensino Infantil na escola em Coutos e no Alto da Teresinha, ambas no Subúrbio Ferroviário de Salvador e que lograram êxito demarcam o contraponto do que Loureiro sabiamente adverte no seu artigo, quando menciona que “o ensino infantil, fundamental e médio constitui o pilar do ensino regular na definição de valores, comportamentos pessoais e atitudes coletivas”.

O que se verifica é uma mudança na relação com a escola transformada em seu significado e papel interventor e de transformações “quando o que era uma área improdutiva, sem valor na Escola em Coutos, é transformado numa horta que conta com o empreendedorismo de uma Professora que mobiliza a participação dos alunos e da comunidade, atrai divulgação, recursos, incentivos e parceria com órgãos do governo” e também, quando o que era um depósito de lixo e marginais na Escola no Alto da Teresinha passa a ser uma horta bem cuidada, elevando a autoestima e potencializando o efeito multiplicador da experiência como realização doméstica incrementada por uma professora e um aluno no Alto da Teresinha.”

Enfim, essas experiências demarcam a transformação da imagem escolar na comunidade como referencial simbólico territorial de transformação ambiental e intimamente vinculado a essa mudança a autoestima e relação de pertencimento dos alunos à escola extensiva à comunidade.

O seminário concernente a experiência da horta como resgate cultural enfatizada sob o aspecto não formal da educação ambiental e tratou sobre o compartilhamento dos saberes tradicionais da religião de matriz afro, objetivando resgatar e preservar a memória da cultura oral da religião brasileira, em um Terreiro de Candomblé, no Subúrbio Ferroviário de Paripe. Essa experiência trás no seu bojo, como fonte de conhecimento a relação entre o micro e o macrocosmo; a cura através das plantas; a promoção de mecanismos de renda e autoestima dos afrodescendentes. Nessa experiência, percebe-se entraves em face as dificuldades de financiamento e aos preconceitos historicamente estabelecidos que suponho hipoteticamente que restrinjam o diálogo e dificultem o conhecimento e discussão

sobre suas práticas e crenças.

A temática abordada sobre gestão ambiental contemplou duas experiências, uma no âmbito do território estadual e outra no âmbito da escala regional abordando o Programa de Educação Ambiental em Gestão Participativa de Povos Tradicionais buscando identificar iniciativas, movimentos e associações em prol do meio ambiente procurando suprir com o suporte adequado o incentivo dessas práticas. Inserido nessa experiência e com contribuição de assessores são identificadas novas possibilidades de fortalecimento, gestão e políticas em prol da preservação do meio ambiente no Estado da Bahia através da promoção dos povos tradicionais nos territórios de identidade.

Em seguida, a temática sobre Coletivos Educadores no Recôncavo Sul onde os trabalhos são desenvolvidos com a participação da Universidade do Estado, a área de inserção compreende territórios de identidade e propõem novas estratégias de fortalecimento do desenvolvimento local sustentável. Há uma sensibilização para participação dos movimentos, as pessoas envolvidas percorrem a cidade identificando a importância de equipamentos, necessidades de intervenção e práticas que precisam ser dizimadas ou fortalecidas e, a partir daí, discute-se nas reuniões propostas de planejamento e intervenção que representam uma contribuição como atuações na construção de novas formas de governabilidade participativa em prol de sociedades sustentáveis.

Em seguida, o seminário referente a educação ambiental informal sobre Design e Responsabilidade Ambiental acoplado à experiência da CAEC – Cooperativa de Catadores. Esta abordagem deu ênfase ao processo da reciclagem, sua importância, complexidade, flutuações do mercado até as características, benefícios e entraves do processo desde a coleta, transporte, tipologia dos resíduos, seleção dos materiais, destinação final, transformação, marketing e reinserção dos produtos no mercado.

Há muita divulgação sobre trabalhos através da mídia, entretanto, há poucos trabalhos que sistematizem os processos com a responsabilidade e competência socioambiental que se requer, e que analise os mesmos, como neste seminário, abrangendo a integralidade do processo desde sua origem até a destinação final e reinserção no mercado.

O aspecto de destaque da reciclagem corresponde a grande transformação inserido por um segmento da população totalmente excluída venha rapidamente ascendendo da posição de marginais para agentes ambientais de importância fundamental para as sociedades redefinindo a relação evolutiva de “lixo” para “resíduos” e contribuindo para ressignificação do termo reciclagem já associado à transformação de posturas, hábitos, habilidades e atitudes na relação interior do próprio indivíduo e sua relação com o planeta Terra.

A importância da religião surgiu em dois trabalhos apresentados, o da religião afro inserindo o saber agregado do micro ao macrocosmo como referência cosmológico de fé e crenças traduzidas no mito da criação onde cada Orixá tem seu território, sua planta, seu dia da semana, suas cores, todo um ecossistema próprio com uma conexão entre o micro e o macrocosmos. Também no trabalho sobre a horta da escola do Alto da Teresinha, que

teve sua origem nas sementes de girassol distribuída por um padre local quando realizou sermão narrando a Parábola do Semeador. Essa horta nasceu assim, a Professora pediu ao Diretor que deixasse um aluno indisciplinado ficar um tempo na sala dele. O Diretor ficou procurando uma forma de ocupar aquele aluno, então, lembrou-se que estava com ele as sementes de girassol que o padre havia distribuído na missa do domingo. Ele se dirigiu ao aluno e pediu que ele plantasse aquelas sementes. O aluno plantou e depois cuidou delas que floresceram e chamaram atenção porque sua beleza contrastava com aquela área era do lixo junto ao muro. A partir daí, aquele lugar foi limpo e passou a ser a horta escolar.

No artigo de Gadotti, ele menciona Paulo Freire (p.84) quando descreve que a pedagogia deveria começar por ensinar, sobretudo a ler o mundo que é o próprio universo, por que é ele o nosso primeiro educador. Essa primeira educação emocional que nos coloca diante do mistério do universo, na intimidade com ele, produzindo a emoção de nos sentirmos parte desse sagrado ser vivo e em evolução permanente.

Jacobi aborda que “a realidade atual exige uma reflexão cada vez menos linear, e isto se produz na inter-relação dos saberes e das práticas coletivas que criem identidades e valores comuns e ações solidárias diante da reapropriação da natureza, numa perspectiva que privilegia o diálogo entre saberes. “Em seguida, acrescenta a importância do papel do poder público vinculando conteúdos educacionais e meios de informação na luta contra a degradação socioambiental. Ele questiona também a falta de iniciativa do governo em promover políticas que promovam a inclusão social e salienta a possibilidade da criação de espaços alternativos de democracia participativa para uma participação plural.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação está em marcha na direção dos novos saberes propostos por Morim para o ensino quando propõe ensinar a condição humana, a identidade terrena, ensinar enfrentar as incertezas, a compreensão e a ética do gênero

Convém lembrar que a Física já traduziu a realidade quântica, a Teoria dos Sistemas já demonstrou que a vida é uma teia onde tudo está conectado, percebe-se então a necessidade de articular esses conhecimentos com as propostas do desenvolvimento sustentável para propagá-lo em outras áreas do conhecimento e na educação de um modo geral.

No entanto, a própria necessidade humana decorrente das questões ambientais da Terra e socioambientais da convivência humana e da pobreza, tem conduzido pessoas das mais diferentes áreas na construção de um novo saber ambiental, atuando em diversas modalidades, contextos e territórios conforme comprovação através dos trabalhos elaborados na disciplina.

Inserido nesse contexto e com base nesses trabalhos foi possível relacionar a gestão e educação ambiental como instrumentos para resolução dos problemas socioambientais rumo ao desenvolvimento local territorial sustentável.

Através dos seminários constatou-se a importância da gestão através do ato da vontade em intervir para transformar uma realidade local com reflexo sobre a cultura, as questões socioambientais e o território de identidade, de pertencimento dos seres. Isto ficou evidenciado nas gestões e atores envolvidos nos trabalhos ambientais apresentados desde os relacionados ao ensino superior, como também ao ensino fundamental referentes as práticas educativas na escola do Alto da Teresinha e na experiência da horta e dos produtos gerados no Terreiro de Candomblé em Paripe. O mesmo pode ser creditado aos trabalhos de Design dos produtos reciclados na Cooperativa dos Catadores; no Programa de Educação Ambiental para os Povos Tradicionais e nos Coletivos Educadores do Recôncavo Sul. A única exclusão referente à omissão da gestão correspondeu a horta localizada na escola em Coutos que teve como marca a capacidade empreendedora de uma professora da escola a qual se deve sua organização, desenvolvimento e manutenção atuando conjuntamente com os alunos, a comunidade e parcerias de órgãos governamentais.

Outro aspecto a destacar quando indagado o gestor da Escola no Alto da Teresinha sobre a questão do ensino da educação ambiental e ele responde que já há algum tempo que a Escola não tem professor dessa disciplina, ou seja, ele não faz uma vinculação da experiência da horta como trabalho de educação ambiental. Resta a pergunta como hipótese: Se ele não faz essa relação é por falta de conhecimento desse conhecimento ou por que à medida que esse conhecimento é incorporado, transcende a “educação ambiental” passando a se constituir numa prática de vida absorvida pelo conjunto dos atores envolvidos?

Em síntese, numa dimensão planetária há uma conexão entre os fenômenos e problemas ambientais, desde o aquecimento global, a ameaça da biodiversidade para o homem, para os seres da Terra, as condições socioambientais em que vivem os favelados, conforme as explicitações do Davis quando tratou da Favelização do Planeta. Há, contudo, um processo sendo articulado em diversas áreas do conhecimento, em marcha silenciosa, onde existem muitos semeadores que cultivam as sementes onde habita o potencial da esperança, como aquelas do girassol que deram origem a horta escolar no Alto da Teresinha.

Conforme o relato do desenvolvimento dos trabalhos comprova-se que foram atingidos os objetivos da disciplina desde os aspectos conceituais e processuais. Outro aspecto a destacar na experiência consiste em comprovar como as pessoas encarregadas de gerir o poder ou processos e/ou atividades “fazem a diferença” nas mais diversas instâncias contribuindo ou não, com práticas alternativas de transformação do contexto educacional, socioambiental e planetário.

Um marco diferencial da metodologia do curso consistiu em propor duas etapas distintas, a da orientação pedagógica dos professores e o relato de práticas pedagógicas e de pesquisas pelos alunos. A metodologia do curso propôs um diferencial marcante quanto ao aspecto de compartilhamento na quebra de hierarquia do saber entre mestres

e aprendizes devido aos aspectos motivacionais conduzidos através de dinâmicas pelo Professor Avelar Mutim e também em decorrência da proposta metodológica.

Esse tipo de experiência pedagógica propõe também identificar mecanismos articuladores e processadores dessa nova gestão do saber no mundo contemporâneo. Destaca também a possibilidade da universidade atuar ampliando a participação da população na gestão territorial, na difusão do conhecimento científico e na formação de agentes para participar da promoção do desenvolvimento local sustentável.

As experiências promissoras colaboram para integrar ensino e pesquisa; teoria e prática; divulgação de saberes no âmbito formal, informal e não formal da educação ambiental, além de incorporar questões relacionadas a gestão ambiental. Penso que essa experiência ilustra o que Gadotti reivindica, quando propõe que a educação precisa deixar de ser parte do problema do desenvolvimento para que se transforme numa aliada em busca da solução do desenvolvimento de sociedades sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

BOFF, L. **Ecologia: Grito dos pobres, Grito da Terra**. São Paulo: Ática, 2000.

BRANDIMARTE, A. L. G. E. **O Ecossistema humano - parte I; O ecossistema humano como um conceito organizador no manejo de ecossistemas** In: Gary E. Machlis and Jean E. McKendry. G. E. Machlis; J. E. Force; W. R. Burch Jr. *The Human Ecosystem as an Organizing Concept in Ecosystem Restoration*. *Social & Natural Resources* 10(4): 347-367, 1997.

CAPRA, F. **A Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos**. São Paulo: Cortez, 1999.

DAVIS, M. **Planeta Favela**. São Paulo: Boitempo, 2006.

DIAS, G. **Educação Ambiental – Princípios e Práticas**. Gaia, 4ª. ed., 1992

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GADOTTI, M. **Educação para o Desenvolvimento Sustentável: O que precisamos aprender para salvar o planeta**. *Revista da FAEEBA, Salvador*, v.16, n. 28, 2007.

JACOBI, P. **Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade**. São Paulo: Fundação Carlos Chagas. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189-205, março/ 2003

LOUREIRO, Carlos F. B. A educação ambiental como prática social contextualizada. (org.) **Cidadania e Meio Ambiente**. Centro de Recursos Humanos/CRA. Salvador, 2003.

MORIN, E. **Os Sete saberes necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

MUTIM, A. L. B. **Educação ambiental e Gestão de Sociedades Sustentáveis: análise da articulação de processos educativos formais e não formais como estratégia para gestão do desenvolvimento local sustentável**. *Revista da FAEEBA, Salvador*, v.16, n. 28, 2007.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**KRISTIAN ANDRADE PAZ DE LA TORRE** - Engenheiro ambiental e sanitário pela PUC-Rio desde janeiro de 2014 e mestre em Processos e Meio Ambiente, pelo Departamento de Engenharia Química e de Materiais da mesma instituição e com fomento pelo CNPq, desde junho de 2018. Trabalhou como analista na empresa MRO Logistics, como estagiário nas empresas Vale, Tecgraf, Alta Geotecnia Ambiental e Portfolio Asset Management; como pesquisador de Iniciação Científica na PUC-Rio com fomento pelo CNPq e como monitor na PUC-Rio e no Sistema pH de Ensino, além de ter atuado como professor particular. Atualmente, cursa doutorado em Processos e Meio Ambiente pelo Departamento de Engenharia Química e de Materiais da PUC-Rio, com fomento, em um primeiro instante, pela CAPES e, posterior e atualmente, pelo CNPq; estando agora na fase de elaboração da tese.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abordagem ambiental 185

Ação antrópica 112

Agrotóxicos 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 151, 152, 153

Amostragem 1, 2, 4, 6

Autos de infração 102, 106, 107, 108, 109, 110

Avaliação de danos 1, 2, 3

### B

Bioacumulação 41, 82

Bioindicador 81, 83

### C

Cádmio 34, 36, 37, 38, 43, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 85

Campinarana 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172

Chorume 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57

Citotoxicidade 65, 68

Cobertura florestal 19, 20, 23, 27, 28

Cogumelos 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17

Conhecimento indígena 185

Cultivo 1, 2, 8, 9, 10, 15, 16, 17

### D

Degradação do solo 34

Desenvolvimento sustentável 127, 144, 147, 148, 150, 155, 156, 191, 193, 194, 195, 200, 202

Deslocamento miscível 49, 50, 54

Desmatamento 19, 20, 21, 23, 28, 30, 31, 32, 120, 126, 129, 143, 151, 152, 153

Doença ocupacional 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

### E

Ecossistemas 21, 30, 40, 42, 51, 65, 66, 68, 80, 82, 83, 87, 88, 91, 104, 115, 145, 174, 176, 178, 179, 180, 181, 182, 184, 186, 195, 196, 197, 202

Educação ambiental 71, 124, 127, 143, 158, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 172, 184, 185, 186, 187, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202

Efeitos deletérios 41, 44, 45

Elemento traço 41, 81

Ensino de biologia 174

Ensino de ciências 158, 160, 162, 182, 183

## F

Fármacos 66, 86, 87, 88, 90, 91, 92

Floresta de manguezais 81

## G

Gases 49, 50, 51, 93, 94, 135

Genotoxicidade 65, 66, 68, 69

Gestão ambiental 78, 79, 102, 106, 127, 143, 148, 151, 155, 156, 188, 189, 191, 193, 197, 199, 202

Gestão socioambiental 141, 142, 144, 145, 154

## H

Histórias em quadrinhos 158, 159, 161, 162

História socioambiental 141

## I

Impacto ambiental 34, 39, 92, 143, 167

Impactos 31, 34, 35, 39, 66, 70, 71, 72, 78, 88, 90, 106, 110, 112, 113, 115, 116, 118, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 133, 149, 161, 166, 168, 169, 171, 187, 188, 196

Integração ensino formal e não formal 191

## L

Lixo 30, 34, 35, 51, 53, 57, 76, 78, 83, 119, 159, 161, 198, 199, 200

## M

Matrizes aquáticas 64, 66, 69, 70, 86, 87, 91

Meio ambiente 9, 29, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 43, 46, 61, 69, 70, 71, 72, 76, 89, 91, 94, 101, 102, 105, 106, 110, 116, 120, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 164, 165, 182, 185, 186, 187, 189, 190, 199, 202, 203

Meio ambiente do trabalho 134, 135, 137, 138

Metodologias alternativas de ensino 174, 175, 176, 180, 182

Milho 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9

Monitoramento terrestre 20

Mutagenicidade 65, 66, 68

## O

Ostras de mangue 81

## P

Percepção de moradores 112, 113, 128

Política socioambiental 141, 144, 148, 152, 153

Poluentes 66, 67, 80, 82, 93, 94, 95, 96, 100

Poluição do ar 72, 93, 94, 97, 99, 101

Prática pedagógica 166, 174, 191, 193, 194

Práticas ambientais 155, 191, 192

## R

Recurso pedagógico 163

Recursos hídricos 32, 40, 42, 71, 90, 92, 125, 143, 149

Responsabilidade civil objetiva do empregador 137, 139

## S

*Shiitake* 8, 9, 17

SIG 185, 188

## T

Tratamento de esgoto 61, 87, 90, 91

Turismo na Serra Gaúcha 112

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

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

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

[@atenaeditora](#) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, INTERDISCIPLINARIDADE E CIÊNCIAS AMBIENTAIS

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

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

[@arenaeditora](#) 

[www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br) 