

ANAIS DO  
**3º SIMPÓSIO  
INTERDISCIPLINAR  
DE CIÊNCIA  
AMBIENTAL**

*De 25 a 27 de outubro de 2021*

A interdisciplinaridade no  
enfrentamento à crise planetária.

Organização::



PROCAMUSP

©2022 IEE-USP

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Simpósio Interdisciplinar de Ciência Ambiental. (3: 2022: São Paulo.)  
III Simpósio Interdisciplinar de Ciência Ambiental. Anais. SICAM.  
Interdisciplinaridade no enfrentamento à crise planetária. [recurso  
eletrônico] / organizadores Silvia Sayuri Mandai.[et al.] – São Paulo: IEE-  
USP, 2022.  
851p

ISSN 2358-274X

1. Ciência ambiental. 2. Proteção ambiental. 3. Governança.  
4. Interdisciplinaridade. 5. Sustentabilidade. I. Mandai, Silvia Sayuri, org..  
II. Título.

Elaborado por Maria Penha da Silva Oliveira CRB-8/6961



# III SICAM

SIMPÓSIO  
INTERDISCIPLINAR DE  
CIÊNCIA AMBIENTAL

## PROMOÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo



## COMISSÃO ORGANIZADORA DO III SICAM

Ágata Brito  
Alana Belei  
Alyne Affonso  
Anelise Gomes da Silva  
Beatriz Milz  
Camila Jorge Haddad  
Carlos César Leonardi  
Caroline Pereira dos Santos  
Gabriela Canindé Rodrigues Silva  
Henrique Ryosuke Tateishi  
Jeferson Brás Lima  
Laize Sampaio Chagas e Silva  
Lorena Gebara  
Luiza Muccillo Bica de Barcellos  
Lyvia Amado de Oliveira  
Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli  
Rafael Walter Albuquerque  
Sílvia Sayuri Mandai  
Vitória Milanez Scrich

## EDITORAÇÃO

Alana Belei  
Camila Jorge Haddad  
Henrique Ryosuke Tateishi  
Rafael Walter Albuquerque  
Sílvia Sayuri Mandai

## AUTORES E AUTORAS DAS APRESENTAÇÕES ORAIS

Adalgiza Fornaro  
Admo Ramos Silva Júnior  
Ádria Kanome Mori Soares  
Adriana da Silva Santos  
Allan Pretti Ogura  
Alyne Almeida Affonso  
Amasa Ferreira Carvalho  
Amiel Araujo Soares Santos  
Ana Clara Costa Andrade  
Anderson Moreira Pinto  
André Luiz Pereira Spinieli  
André Themoteo  
Andrea Lampis  
Andres Caseiro Guilhem  
Anelise Gomes da Silva  
Ariadne Dall'acqua Ayres  
Betina Ortiz Bruel  
Brenda Honório Mazzeu Silveira  
Bruno Fernandes  
Camila Miranda Michelin  
Carine Gama  
Carlos César Leonardi  
Carlos Henrique Grohmann  
Carolina Kimura  
Celia Regina de Gouveia Souza  
Celso Cachola  
Cintia Palheta Balieiro  
Daniel Luís Mascia Vieira  
Daniel Zacharias  
Darlene Gomes Baêta  
Débora Melo Alves  
Deise Maria Bourscheidt  
Drielli Peyerl  
Edmilson Moutinho dos Santos  
Ednilson Gomes de Souza Junior  
Emílio Moran  
Evandro Albiach Branco  
Evandro Mateus Moretto  
Fábio dos Santos Massena  
Felipe Jukemura  
Fernanda da Rocha Brando Fernandez  
Fernando Ferreira  
Fernando Postali  
Gabriele Benfatti  
Guilherme Antonio da Silva  
Gustavo Arcoverde  
Henrique Bottura Paiva  
Hirdan Katarina de Medeiros Costa  
Ian Felipe Nascimento  
Igor Ruiz Atake  
Jacqueline Zanin Lima  
Janaína Lima  
Jaqueline Nichi  
Jeferson Brás Lima  
Jocilene Barros  
Joel Barbujianni Sígolo  
José Alberto Quintanilha  
Joseph Harari  
Josiane Silva  
Joysinett Moraes da Silva  
Juliana Mara Nespolo  
Juliane Borralho de Andrade  
Julio Ricardo Caetano Tymus  
Letícia de Paula Souza  
Lorena Souza Miranda  
Luana Santos de Souza  
Lucas Pedrosa Soares  
Lucas Teixeira Leite de Souza  
Luciana Spinelli Araujo  
Luene Pessoa Vicente  
Luis Guilherme Larizzatti Zacharias  
Luis Henrique da Rocha Paim Garcia  
Luiz Eduardo Vicente  
Lyvia Amado de Oliveira  
Málíka Simis Pilnik  
Manuel Eduardo Ferreira  
Marcelo Dottori  
Marcelo Hiromiti Matsumoto  
Marcelo Rezende Calça Soeira  
Marcos Vinícius Santos de Freitas  
Maria Eliane Blaskesi Silveira  
Matheus Noronha  
Matheus Valentim  
Maycon Yuri Nascimento Costa  
Moara Almeida Canova Teixeira  
Nadia Rosário de Oliveira

Nara Perobelli de Moraes  
Nathalia Bassoli Minari  
Neiva Cristina Araújo  
Paula Birocchi  
Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli  
Pedro Roberto Jacobi  
Rafael Walter Albuquerque  
Renata Ferraz de Toledo  
Renata Gonçalves Aguiar  
Ricardo César da Silva Guabiroba  
Ricardo Macedo Corrêa e Castro  
Riomar Jorge  
Ronaldo Haroldo N. de Menezes  
Rosemeire de Souza

Samuel Hora Yang  
Sandro Yamamoto  
Sara Line Silveira Araujo  
Silvia Sayuri Mandai  
Silvio Crestana  
Taíssa Caroline Silva Rodrigues  
Talita Narciso  
Tarik Argentim  
atiana Peixoto Gonçalves  
Tatiana Pineda Portella  
Tiago Cortez  
Valéria Guimarães Silvestre Rodrigues  
Vanessa Victor da Cruz de Souza  
Vivian Blaso

## **AUTORES E AUTORAS DOS VÍDEO-PÔSTERES**

Amanda Rodrigues de Souza  
Andréa Cardoso Ventura  
Andrea de Oliveira Cardoso  
Andrea Lampis  
Anita Drumond  
Belmiro Saburo Shimada  
Bruno Eduardo B. R. Torres  
Caio Fernandes Matsuoka  
Célio Bermann  
Daniela Higgin Amaral  
Edmilson Moutinho  
Eloy Fassi Casagrande Jr  
Fernando Ramos Martins  
Gabriela Maria Melo Carvalho  
Guilherme Dias Pereira  
Henrique Toby  
Hirdan Katarina  
Jamile Oliveira Santos  
Jaqueline Lopes Polvani  
João Victor Santana  
José Célio Silveira Andrade  
José Ronaldo Mendonça Fassheber  
Julia Conti Barbosa  
Karen Kristensen Medaglia Motta  
Karina Cavalheiro Barbosa

Kelly Angelim  
Leonardo Callori Kefalás  
Luca Araujo de Oliveira Leite  
Lucas Teixeira Leite de Souza  
Ludmilla Francisca Duarte  
Luis Fernando do Rego  
Luis Gustavo Bet  
Luiza Fernandes Tamas  
Luiza Lisbôa  
Luiza Vigne Bennedetti  
Marcos Tavares de Arruda Filho  
Marina de Oliveira  
Matheus Rebelo  
Mayara dos Santos Costa  
Milton Francisco dos Santos Junior  
Natália Cancela Moreira Leite  
Nathália Mamede  
Nilton Évora do Rosário  
Pamella Ramylle Quadros Santos  
Pedro Henrique Campello Torres  
Pedro Roberto Jacobi  
Roberto Martins Agra  
Rodrigo Ramirez Frederico  
Sigrid de Aquino Neiva  
Silvia Stuchi Cruz

Simone de Castro Vianna  
Sônia Regina Paulino  
Suzana Más Rosa

Talita Daniela da Silva  
Thiago Alexsandro Novaes das Virgens

### **COMISSÃO CIENTÍFICA (AVALIADORES E AVALIADORAS)**

Amanda Ribeiro  
Armindo Teodosio  
Artur de Souza Moret  
Bruna Pavani  
Carla D'Aquino  
Carlos Henrique Grohmann  
Carolina Doria  
Caroline Cichoski  
Daniel Rondinelli Roquetti  
Daniela Pinto Gomes  
Edilson Pizzato  
Eduardo Caldas  
Elói Melo Filho  
Erico Pagoto  
Evandro Albiach Branco  
Felipe Mendonça Pimenta  
Fernanda Pires D. Cardoso Guedes  
José Guilherme Franchi  
Julianna Colonna  
Laiz Forti Thomas  
Luciana Travassos  
Luciana Ziglio  
Marcelo Dottori  
Marcos Tonelli  
Maria Lucia Gomide

Mariana Gutierres  
Natalia Dias Tadeu  
Neiva Araujo  
Pedro Torres  
Raíssa Mussara  
Renan Braga Ribeiro  
Ricardo de Camargo  
Sandra Momm  
Silvia Helena Zanirato  
Simone Athayde  
Sonia Seger Mercedes  
Thelmo Filho  
Valeria Guimarães Silvestre Rodrigues  
Vivian Blaso  
Zenaida Lauda-Rodriguez

*O conteúdo dos anais são de responsabilidade de  
seus respectivos autores e autoras.*

## AGRADECIMENTOS

A Comissão Organizadora do III SICAM agradece a todos e todas que dedicaram seu tempo e contribuíram direta e indiretamente para que o evento fosse realizado. Ficamos muito felizes com a ampla participação e êxito do evento.

Em especial, agradecemos:

Aos autores e autoras dos trabalhos submetidos ao III SICAM, sem os quais as trocas de conhecimento e experiências não seriam possíveis.

Aos debatedores e debatedoras, relatores e relatoras, avaliadores e avaliadoras, bem como coordenadores e coordenadoras dos GTs do III SICAM, os quais enriqueceram fortemente os debates socioambientais.

À Claudia Adriana Oliveira e ao Ricardo Ferreira Santos pela tradução para LIBRAS, que aumentou a acessibilidade do III SICAM.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, por meio do PROEX - Programa de Excelência Acadêmica, que foi fundamental para o financiamento da plataforma virtual Zoom e do serviço de tradução de LIBRAS do III SICAM.

Ao Roberto Zilles e Direção do IEE, pelo apoio no evento.

À Coordenação do PROCAM, em especial, o professor Paulo Sinisgalli, que nos deu o suporte necessário, no convite aos participantes externos, no acompanhamento da programação e no incentivo à Comissão Organizadora.

À Fernanda Junqueira da Seção Técnica de Informática, que nos possibilitou o uso da infraestrutura do IEE e nos orientou sobre a parte técnica de transmissão do evento.

À Inês Iwashita do Setor de Comunicação, que nos ajudou na divulgação do evento e na emissão e envio dos certificados.

À Renata Utsunomiya e Raíssa Greco pelo trabalho atento e cuidadoso de facilitação e registro do conteúdo das mesas em formato gráfico.

À toda Comissão Organizadora, que não poupou esforços para a realização do evento, reunindo-se semanalmente para que tudo ocorresse da melhor maneira.

*O esforço e dedicação coletivos foram fundamentais na construção de três dias intensos de troca, aprendizagem e divulgação científica, apesar dos desafios impostos pela distância. Seguimos, com o desejo de nos (re)encontrarmos no IV SICAM.*



## DEDICATÓRIA

À professora Neli Aparecida de Mello Théry (em memória), que deixou um legado inspirador de força e engajamento frente a injustiças socioambientais. Um exemplo de ser humano, mulher, pesquisadora e professora.

Aos cientistas, que têm sofrido com o corte de financiamento às pesquisas, mas que vêm lutando para reduzir as injustiças socioambientais e contra notícias falsas.

Aos povos indígenas e comunidades tradicionais e locais, que há tanto tempo têm lutado pela sociobiodiversidade brasileira e que têm sofrido intensos ataques e ameaças nos últimos tempos.

Vocês são inspiração de luta e engajamento.

INFORMAÇÕES  
SOBRE O EVENTO

## APRESENTAÇÃO

O Simpósio Interdisciplinar de Ciência Ambiental (SICAM) é um evento organizado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (PROCAM/IEE/USP). Em sua terceira edição, o SICAM ocorreu nos dias 25, 26 e 27 de outubro de 2021, em formato totalmente remoto.

Devido ao êxito de edições anteriores, nos anos de 2013 e 2016, a reunião anual de Planejamento do PROCAM de 2021 despertou o interesse de discentes e docentes para a retomada do SICAM, visando a aumentar a integração entre os pesquisadores e pesquisadoras do programa. A partir disso, alunos, professores e funcionários somaram esforços para a realização do III SICAM.

Neste ano de 2021, o III SICAM teve como temática central a Interdisciplinaridade no enfrentamento à crise planetária, visto que a interdisciplinaridade, que marca o perfil de pesquisas em Ciência Ambiental, auxilia o enfrentamento às diferentes crises que o planeta perpassa, sendo necessário olhar para esse contexto de maneira sistêmica e integrada, possibilitando ações planejadas. Assim, o principal objetivo do III SICAM foi promover a integração das diferentes temáticas de pesquisas do PROCAM, assim como instigar um diálogo interdisciplinar entre diversos profissionais que atuam na área de Ciência Ambiental.

No contexto da pandemia, a terceira edição do SICAM ocorreu virtualmente, buscando a participação segura e ampla no evento, utilizando as plataformas do Zoom e do Youtube.

As discussões giraram em torno de três eixos temáticos, com base nas linhas de pesquisa do PROCAM:

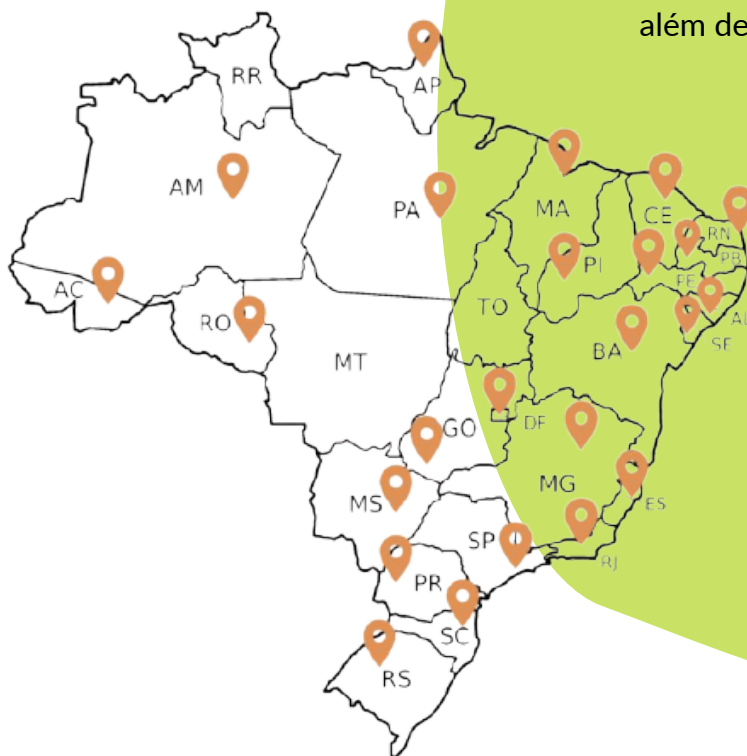
- 1- Conservação, Impactos e Planejamento Ambiental
- 2- Governança, Políticas Ambientais e Sustentabilidade
- 3- Geotecnologias e Ciência Ambiental

Ao longo do III SICAM, contamos com 409 inscritos, entre pessoas alunas, pesquisadoras, docentes de diversos programas de pós-graduação brasileiros, além da população em geral.

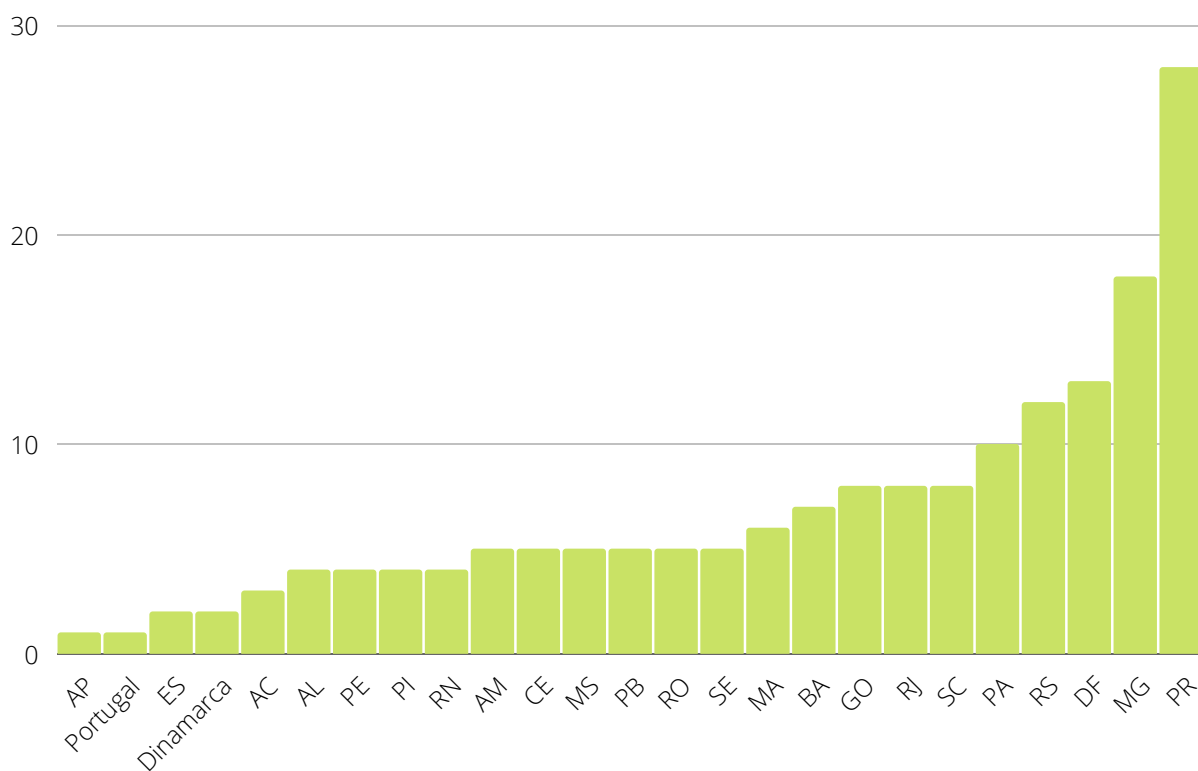
Foram participantes de 23 estados brasileiros mais o Distrito Federal e de outros três países: Dinamarca, França e Portugal. No Brasil, quase 50% dos inscritos eram do estado de São Paulo, sendo que os outros estados com mais registros foram Paraná, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Pará, além do Distrito Federal.

**409 Inscritos**

de 23 estados + Distrito Federal  
além de inscrições de Portugal,  
Dinamarca e França.



**Inscritos III SICAM de fora de São Paulo/PROCAM**



A maior parte das atividades do III SICAM contou com a tradução para a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), permitindo maior acessibilidade aos participantes. Ainda, foi feita facilitação gráfica das mesas redondas, de modo a contribuir com a compreensão do conteúdo para o público em geral.

Ao longo dos Anais do III SICAM, trazemos um relato sobre as três Mesas Redondas, Mesa de Encerramento e dez Grupos de Trabalho (GTs), bem como apresentamos os resumos expandidos dos 70 trabalhos aprovados para apresentação oral ou por vídeo-pôster durante o evento.

Esperamos que apreciem a leitura e que os trabalhos instiguem boas reflexões e debates na temática socioambiental!

Comissão Organizadora do III SICAM



## MESAS REDONDAS

Ao longo dos três dias de evento, foram três mesas redondas no início de cada dia, além de uma mesa de encerramento, todas com palestrantes e mediadores, que ampliaram e aprofundaram as discussões em Ciência Ambiental em torno dos eixos temáticos do III SICAM.

No dia 25, ocorreu a Mesa 1, sobre **Conservação, Impactos e Planejamento Ambiental**. Esta contou com a liderança indígena Ailton Krenak e com as professoras Carla Morsello e Cristina Adams, que destacaram a importância em se entender as relações entre o ser humano e a natureza no estabelecimento e escolha de medidas de conservação ambiental. Também foi discutida a importância das Áreas Protegidas, em especial, das Terras Indígenas na conservação e preservação da sociobiodiversidade brasileira.

No dia seguinte (26), tivemos a participação das professoras Mônica Porto e Ana Paula Fracalanza e do professor Luiz Carlos Beduschi Filho na Mesa 2. As debatedoras discutiram sobre a relevância da **Governança e das Políticas Ambientais** da água como bem comum e de seus serviços ecossistêmicos para as diversas populações humanas. Por exemplo, a segurança hídrica é fundamental para as seguranças agrícola, humana, socioeconômica e ecológica.

A Mesa 3, sobre **Geotecnologias e Ciência Ambiental** (27), contou com as contribuições da Andreia Pinto, Thelma Krug e Carlos Grohmann, os quais discutiram sobre a aplicação de geotecnologias e modelagem na mitigação das Mudanças Climáticas. Foram apresentados estudos das vulnerabilidades climáticas e métodos de combate a desmatamentos ilegais, sendo que tais desmatamentos são responsáveis por boa parte da emissão de gases poluentes no Brasil.

Já na Mesa de encerramento, a liderança indígena Munduruku, Alessandra Korap, e o professor Daniel de Andrade Fonseca enfatizaram a importância dos múltiplos saberes nas Políticas Ambientais, Educação Ambiental e no enfrentamento às crises e injustiças socioambientais.

Todas as Mesas foram gravadas e podem ser encontradas no canal do Youtube do evento, ou pelos links abaixo.

**25/10** - <https://youtu.be/0ErMSzGbGWM>

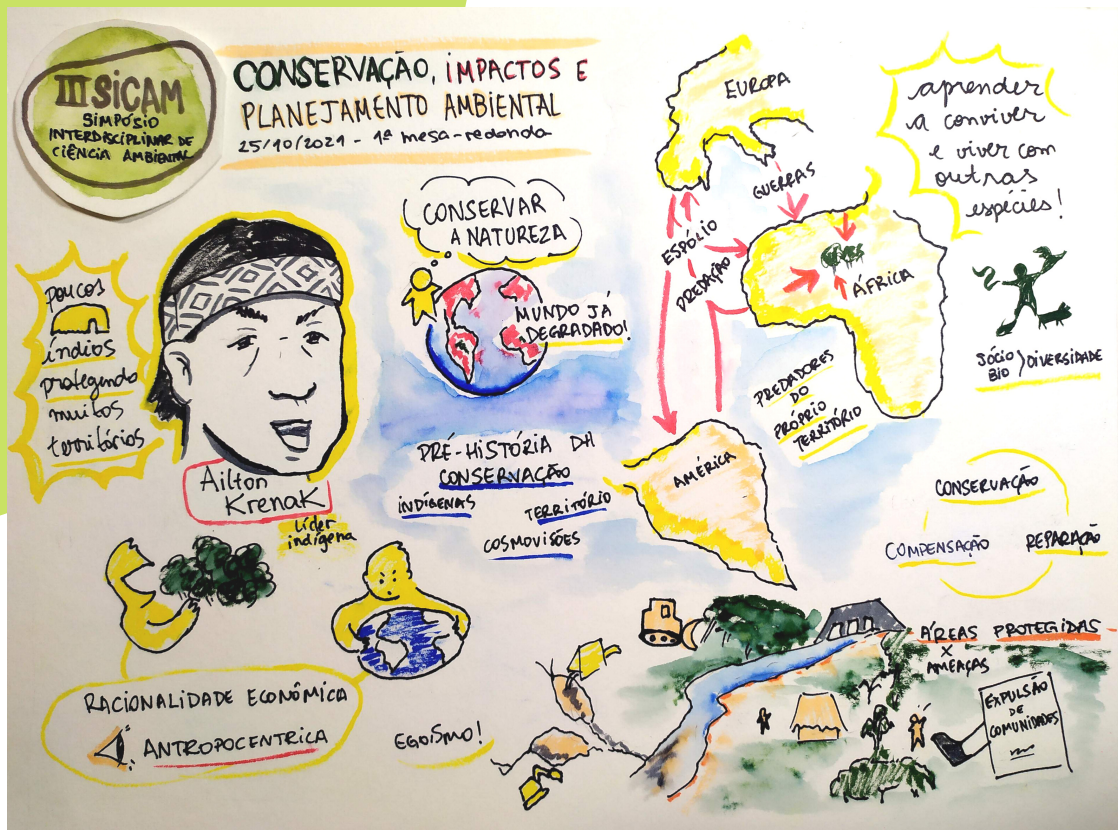
**26/10** - [https://youtu.be/23CZ4I7vo\\_w](https://youtu.be/23CZ4I7vo_w)

**27/10** - <https://youtu.be/NikKGIw1-vg>

Os painéis de facilitação gráfica, elaborados por Renata Utsunomiya e Raíssa Greco, estão disponíveis nas páginas a seguir.

# Painéis de Facilitação Gráfica

## 1a Mesa Redonda



# Painéis de Facilitação Gráfica

## 2a Mesa Redonda







**GOVERNANÇA,  
POLÍTICAS AMBIENTAIS  
E SUSTENTABILIDADE**  
2ª MESA REDONDA

AGRICULTURA  
USA 63% DA ÁGUA DOCE  
PARA 2050 - AUMENTO DE **50%**  
A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E DEMANDA  
CRESCENTE DE ÁGUA (ONU)

COMO COMBINAR  
AMBIENTAL SOCIAL  
E ECONÔMICO

USOS MAIS EFICIENTES DE  
RECURSOS NATURAIS  
E ECONÔMICOS



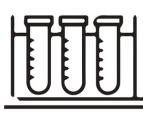
"PASSAR DE OLHAR A NATUREZA COMO UM  
ESTOQUE PARA NOVA VISÃO, QUE TENHA NO  
CONHECIMENTO DA NATUREZA, UMA  
PLATAFORMA PARA SEGUIR ADIANTE"

(FAO-ONU)

- INTEGRAR MANEJO INTEGRAL DA PAISAGEM  
COM PROCESSOS E PLANEJAMENTO TERRITORIAL
- PAPEL DAS COMUNIDADES INDÍGENAS
- EQUILIBRAR NUTRIÇÃO DOS MEIOS  
COM CRIAÇÃO DE NOVAS OPORTUNIDADES

MENOS DE **1%**  
DO PIB É INVESTIDO

EM CIÊNCIA,  
PESQUISA E  
INOVAÇÃO



**Painéis de Facilitação Gráfica**  
3ª Mesa Redonda

27/10/2021  
14h. 3ª mesa  
redonda:



**MUDANÇAS CLIMÁTICAS,  
GEOTECNOLOGIAS  
e MODELAGEM**

com:  
Andreia Pinto  
Thelma Krug  
mediação  
Carlos Grohmann





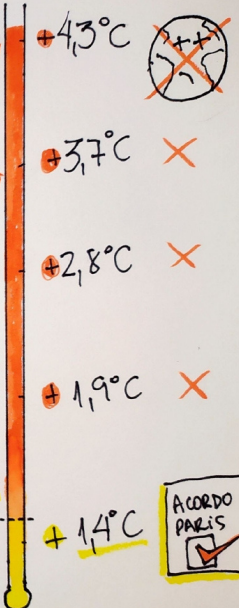
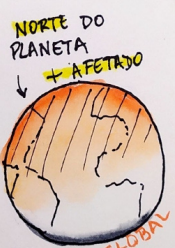
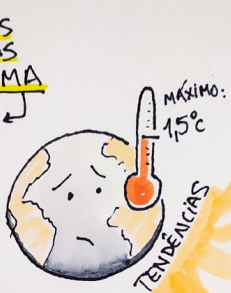
THELMA KRUG

IPCC - PAINEL INTERNACIONAL DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS  
27/10/21 - 3ª MESA REDONDA:

MUDANÇAS CLIMÁTICAS. GEOTECNOLOGIAS e MODELAGEM

CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS sobre o CLIMA  
CORDO de PARIS

LIMITAR O TEMPERATURA DO PLANETA A 1,5°C



2019 RECORDE DE EMISSÕES!  
CO2

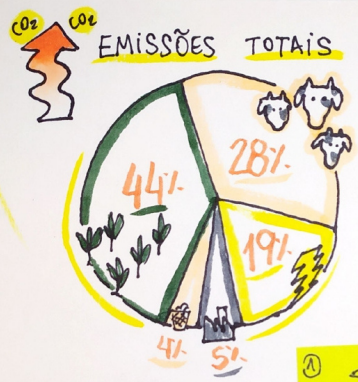
TODAS TENDÊNCIAS: ZERO EMISSÕES CO2 ATÉ 2050



ANDRÉIA PINTO IMAZON

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS. GEOTECNOLOGIAS e MODELAGEM



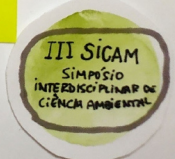
REMOÇÕES PRIMÁRIA -> 59%  
SECUNDÁRIA -> 40%



MONITORAMENTO COLABORATIVO DO DESMATAMENTO



PARAGOMINAS (PA) COMO MUNICÍPIO PILOTO



ALESSANDRA  
MUNDURUKU



povos indígenas  
 são resistentes  
 há mais de 512  
 anos

---

proteger  
 nossos locais  
 sagrados

---

nunca desistimos,  
 somos resistentes  
 e persistentes  
 pelo nosso território

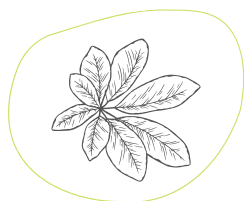
---

Protocolo de  
 consulta e  
 autodemarcação

## GRUPOS DE TRABALHO (GTs)

Além das Mesas Redondas, o III SICAM contou com 10 GTs, onde foram apresentados os trabalhos científicos submetidos. Ao todo, foram 70 trabalhos aprovados, após a avaliação da Comissão Científica. Durante as apresentações, contamos com a contribuição dos coordenadores, debatedores e relatores em cada GT. Os coordenadores e debatedores fizeram perguntas e contribuições aos trabalhos apresentados. Por outro lado, os relatores ficaram responsáveis por compilar os pontos principais de cada discussão e por expô-los na Plenária Geral a todo público do evento, de modo a trazer maior integração dos temas apresentados entre os GTs.

A seguir, trazemos uma breve descrição do que foi discutido em cada GT.



### **EIXO 1. CONSERVAÇÃO, IMPACTOS E PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

**GT 1 - Áreas Protegidas, Patrimônio Cultural, Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais:** discutiu trabalhos com foco em áreas naturais protegidas, povos indígenas e comunidades tradicionais, abarcando a interlocução entre o conhecimento das culturas tradicionais e o científico.

**GT 2 - Alternativas de uso dos recursos naturais e Economia do Meio Ambiente:** contemplou pesquisas relacionadas à governança dos processos de extração, produção, distribuição e uso de recursos naturais

**GT 3 - Transição energética e Mudanças Climáticas:** dialogou com questões relativas à transição energética para uma economia de baixo carbono e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

**GT 4 - Grandes projetos de infraestrutura e impactos socioambientais:** discutiu a gestão dos impactos socioambientais diretos, indiretos e cumulativos de grandes projetos de infraestrutura, como empreendimentos energéticos, rodovias e mineração.



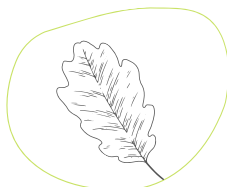
## EIXO 2. GOVERNANÇA, POLÍTICAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE

**GT 5 - Governança, Políticas Públicas e Direito Ambiental:** tratou de pesquisas em governança ambiental, como a formulação, difusão, implementação, avaliação e financiamento de políticas ambientais; gestão de políticas públicas em múltiplas escalas geográficas e níveis; prioridade de agenda em decisões concernentes às relações sociais e ambientais; e a relação entre ambiente e sociedade como elementos interdependentes no processo de governança ambiental.

**GT 6 - Consumo e Resíduos:** envolveu questões relativas ao ciclo de produção, consumo e descarte de resíduos sólidos e pesquisas a respeito do manejo adequado de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem, reúso e monitoramento de tais processos.

**GT 7 - Desafios do desenvolvimento sustentável pós Covid-19 no Brasil e América Latina:** dialogou sobre os desafios pós pandemia no Brasil e América Latina, abarcando uma crise sanitária que explicitou ainda mais os paradigmas socioambientais. O debate perpassou por temas como Agenda 2030, objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), espaços educadores e regenerativos e justiça ambiental.

**GT 8 - Mudanças Climáticas, vulnerabilidade e riscos socioambientais:** buscou ampliar o diálogo e a pesquisa sobre o entendimento acerca dos desafios sociais, políticos, econômicos e ambientais das mudanças climáticas, bem como trabalhar com temas como políticas públicas, governança, perspectivas interdisciplinares, análise dos impactos das mudanças climáticas e alternativas de mitigação, adaptação e resiliência.



## EIXO 3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS, GEOTECNOLOGIAS E MODELAGEM

**GT 9 - Modelagens em Mudanças Climáticas:** buscou compreender como as Mudanças Climáticas podem afetar as diversas dimensões ecossistêmica, socioambiental, política e econômica, tendo como ferramenta a modelagem para elaborar previsões sobre o clima e suas mudanças. O GT também abordou como as técnicas de modelagem podem

auxiliar na resolução dos diversos problemas ambientais nas zonas costeiras, manguezais e áreas oceânicas, sejam eles de ordem antrópica ou desequilíbrios de origem natural.

**GT 10 - Geotecnologias e Modelagens em Ciência Ambiental:** discutiu como as diferentes geotecnologias, como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto e Sistema Global de Navegação por Satélite, contribuem para os debates em Ciência.

No total, o III SICAM contou com 11 coordenadores, 11 debatedores e 10 relatores, os quais estão discriminados a seguir.

### **COORDENADORES**

GT 1 - Sueli Araujo

GT 2 - Paulo Antonio A. Sinisgalli

GT 3 - Drielli Peyerl

GT 4 - Evandro Mateus Moretto

GT 5 - Eduardo Caldas

GT 6 - Sylmara Lopes Gonçalves Dias

GT 7 - Pedro Jacobi

GT 8 - Pedro Torres

GT 9 - Joseph Harari e Pedro Cortes

GT 10 - Joel Barbujiani Sigolo

### **DEBATEDORES**

GT 1 - Neiva Araujo

GT 2 - Rafael Chaves

GT 3 - Nathalia Capellini

GT 4 - Daniel Rondinelli Roquetti

GT 5 - Eduardo Caldas

GT 6 - Luciana Ziglio

GT 7 - Leandro L. Giatti

GT 8 - Fabiana Barbi

GT 9 - Joseph Harari e Pedro Cortes

GT 10 - Joel Barbujiani Sigolo

### **RELATORES**

GT 1 - Neiva Araujo

GT 2 - Anelise Gomes da Silva

GT 3 - Mariana Oliveira Barbosa

GT 4 - Sergio Mantovani Paiva Pulice

GT 5 - Julianna Colonna

GT 6 - Isabela Ribeiro Borges de Carvalho

GT 7 - Pedro Jacobi

GT 8 - Marcos Tavares

GT 9 - Igor Ruiz Atake

GT 10 - Mario Marcelino

Todas as Mesas Redondas e Plenárias, assim como as cerimônias de abertura e encerramento do III SICAM estão registradas no canal do Youtube do evento.

A Programação completa do evento e os links de acessos às gravações estão disponíveis nas tabelas a seguir.

PROGRAMAÇÃO 25/10/2021

Atividade	Horário	Descrição
Cafezinho com Vídeo - Pôster	13:00 - 13:50	Exibição de teasers dos vídeos - pôsteres
Cerimônia de Abertura	14:00 - 14:30	<p><b>Participantes</b>                      Alynne Afonso: Representante Discente e Membro da Comissão Organizadora III SICAM                      Roberto Zilles: Diretor do Instituto de Energia e Ambiente                      Paulo Sinisgalli: Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental</p>
Mesa Redonda: Conservação, Impactos e Planejamento Ambiental	14:30- 15:30	<p><b>Mediadora:</b> Cristina Adams  <b>Palestrantes:</b> Carla Morsello e Ailton Krenak  <b>Link da gravação:</b>  <a href="https://youtu.be/0ErMSzGbGWM">https://youtu.be/0ErMSzGbGWM</a></p>
Apresentações Oraís de Trabalhos	15:40 - 17:00	<p>GT 1                      Coordenadora: Sueli Furlan                      Debatedor(a): Neiva Araujo                      Relator(a): Aléx Soria Alves de Farias                      GT 2                      Coordenador: Paulo Sinisgalli                      Debatedor(a): Rafael Chaves                      Relator(a): Anelise Gomes da Silva                      GT 3                      Coordenadora: Drielli Peyerl                      Debatedor(a): Nathalia Capellini                      Relator(a): Mariana Oliveira Barbosa                      GT 4                      Coordenador: Evandro Moretto                      Debatedores: Daniel Rondinelli Roquetti                      Relator(a): Sergio Mantovani Paiva</p>
1ª Plenária Geral	17:10- 18:00	<p>Apresentação das principais discussões do dia pelos relatores dos GTs 1, 2, 3 e 4.  <b>Link da gravação:</b>  <a href="https://youtu.be/vlvglbypc7k">https://youtu.be/vlvglbypc7k</a></p>

PROGRAMAÇÃO 26/10/2021

Atividade	Horário	Descrição
Cafezinho com Vídeo - Pôster	13:00 - 13:50	Exibição de teasers dos vídeo - pôsteres enviados a todos os GTs
Mesa Redonda: Governança, Políticas Ambientais e Sustentabilidade	14:00- 15:00	<p><b>Mediadora:</b> Ana Paula Fracalanza  <b>Palestrantes:</b> Luiz Carlos Beduschi e Mônica Porto  <b>Link da gravação:</b>  <a href="https://youtu.be/23CZ4I7vo_w">https://youtu.be/23CZ4I7vo_w</a></p>
Apresentações Orais de Trabalhos	15:10 - 17:25	<p>GT 5            Coordenador e Debatedor: Eduardo Caldas            Relator(a): Julianna Colonna            GT 6            Coordenadora: Sylmara Dias            Debatedor(a): Luciana Ziglio            Relator(a): Isabela Ribeiro Borges de Carvalho            GT 7            Coordenador: Pedro Jacobi            Debatedor(a): Leandro L. Giatti            Relator(a): Kaue L. dos Santos            GT 8            Coordenador: Pedro Torres            Debatedor(a): Fabiana Barbi            Relator(a): Marcos Tavares</p>
2ª Plenária Geral	17:30- 18:20	<p>Apresentação das principais discussões do dia pelos relatores dos GTs 5, 6, 7 e 8.  <b>Link da gravação:</b>  <a href="https://youtu.be/c0FQN9vJp4M">https://youtu.be/c0FQN9vJp4M</a></p>



PROGRAMAÇÃO 27/10/2021

Atividade	Horário	Descrição
Cafezinho com Vídeo - Pôster	13:00 - 13:50	Exibição de teasers dos vídeo - pôsteres enviados a todos os GTs
Mesa Redonda: Mudanças climáticas, geotecnologias e modelagem.	14:00- 15:00	<b>Mediador:</b> Carlos Grohmann <b>Palestrantes:</b> Andreia Pinto e Thelma Krug <b>Link da gravação:</b> <a href="https://youtu.be/NikKGIw1-vg">https://youtu.be/NikKGIw1-vg</a>
Apresentações Oraís de Trabalhos	15:10 - 17:00	GT 9 Coordenadores e Debatedores: Pedro Cortes e Joseph Harari Relator: Igor Ruiz Atake GT 10 Coordenador e Debatedor: Joel Sigolo Relator(a): Mario Marcelino
3ª Plenária Geral	17:05- 17:30	Apresentação das principais discussões do dia pelos relatores dos GTs 9 e 10. <b>Link da gravação:</b> <a href="https://youtu.be/koogeBIERpU">https://youtu.be/koogeBIERpU</a>
Cerimônia de Encerramento	17:30 - 18:00	Homenagem a Professora <b>Neli Aparecida de Mello-Théry</b> (em memória).
	18:00 - 18:50	<b>Mesa de Encerramento</b> Participantes: Alessandra Munduruku e Daniel Fonseca de Andrade
	18:50 - 19:00	Fechamento do evento pela Comissão organizadora.

# PREFÁCIO

O Simpósio Interdisciplinar de Ciência Ambiental (SICAM) representa uma atividade relevante dentro do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (PROCAM/IEE/USP). O SICAM consegue congrega discentes, docentes do programa e pesquisadores de outras instituições, no sentido de promover um rico debate sobre temas socioambientais atuais, com caráter interdisciplinar, fundamental para a universidade.

Esta é uma iniciativa essencialmente promovida e organizada pelos alunos do programa, com apoio da coordenação e professores credenciados, refletindo a maturidade, autonomia e atuação necessária a uma atividade deste porte. Este foi o grande desafio colocado aos alunos, desde a realização da sua primeira versão. E o resultado é sempre positivo, muito acima do esperado.

Este simpósio possibilitou o diálogo sobre temas relevantes, apresentados nas mesas redondas, como Conservação, Impactos e Planejamento Ambiental; Governança, Políticas Ambientais e Sustentabilidade; Mudanças climáticas, geotecnologias e modelagem, com participação de expositores convidados e professores do programa. Possibilitou também, através dos diversos grupos de trabalhos, com seus temas transversais, ampliar a visão sobre aspectos importantes das Ciências Ambientais. Cabe ainda destacar que nas plenárias gerais, foram apresentados os resumos dos principais debates, ocorridos no grupos de trabalhos, representando uma síntese importante para o fechamento do dia e o andamento do simpósio.

Houve um grande número de trabalhos inscritos e, dos que foram selecionados e apresentados, foi observada a contribuição de pesquisadores de diferentes partes do Brasil, e até do exterior, mostrando a importância do evento. Cabe ainda ressaltar a participação de alunos e egressos, e também a contribuição dos professores do programa nos GTs, ressaltando o envolvimento efetivo de todos para o sucesso do evento.

Um dos pontos altos do simpósio foi a importante homenagem dada à Profa. Neli de Mello-Terry. A professora teve uma trajetória acadêmica, fundamental tanto dentro do programa, e para além deste, associada à questão planejamento territorial, com foco na Amazônia Nesta seção, tivemos a grata satisfação da presença do Prof. Herve Terry, que foi parceiro de trabalho e marido da professora homenageada. Foi um momento de grande emoção e de reconhecimento da sua contribuição para a pesquisa interdisciplinar e na formação de alunos com este perfil.

Entendemos que a mensagem final do evento foi: a importância de se pensar a questão ambiental de forma mais integrada e interdisciplinar, na busca de soluções para os problemas atuais. Entendemos que a formação dos alunos do Pós-graduação em Ciência Ambiental, a partir deste evento, está cada vez mais consolidada. E ficamos muito agradecidos por isso.

Paulo Sinisgalli e Cristina Adams  
Coordenação do PROCAM



# RESUMOS APROVADOS

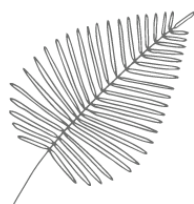
## SUMÁRIO

GT 1 - Áreas Protegidas, Patrimônio Cultural, Povos Indígenas e Comunidades Tradicionais.....	30
CANDIDATOS PELA VIDA: MORTES INDÍGENAS ESTIMULAM A PARTICIPAÇÃO POLÍTICA DE POVOS NATIVOS?.....	31
CENÁRIO ENERGÉTICO NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL BARRA DO UNA, PERÚIBE/SP .....	45
DOCUMENTOS METODOLÓGICOS PARA ELABORAÇÃO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: UMA ANÁLISE CLIMÁTICA .....	58
RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA E ECOLÓGICA DO AMBIENTE PELO OLHAR DE COMUNIDADES TRADICIONAIS .....	74
PLANOS DE GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL DE TERRAS INDÍGENAS NO ESTADO DO ACRE.....	84
GT 2 - Alternativas de uso dos recursos naturais e Economia do Meio Ambiente .....	94
A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE AURELINO LEAL-BA .....	95
VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS CULTURAIS PROVIDOS PELO PARQUE ESTADUAL ILHA ANCHIETA - SP .....	106
DESIGUALDADE E IMPACTO DO CONSUMO SOBRE A EXTRAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS.....	122
ENSAIOS DE GERMINAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS EXPOSTAS AO CÁDMIO .....	133
DA ECONOMIA DA FLORESTA EM PÉ PARA A PECUÁRIA EXTENSIVA: VALORAÇÃO DO IMPACTO NOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS.....	147
GT 3 - Transição energética e Mudanças Climáticas.....	159
HIDROGÊNIO VERDE DA BIOMASSA PARA VEÍCULOS LEVES NO BRASIL: UMA ANÁLISE POR MEIO DA PERSPECTIVA MULTINÍVEL.....	160
TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS PARA O CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO ENTRE 2020 E 2030 .....	167
A VIDA SOCIAL DA ENERGIA NO BRASIL 1970-2020.....	177
VEÍCULO 100% ELÉTRICO BRASILEIRO PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA .....	189
GT 4 - Grandes projetos de infraestrutura e impactos socioambientais.....	194
O AIIB NA ORDEM FINANCEIRA INTERNACIONAL: ANÁLISE COMPARATIVA OS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL DOS PROJETOS DO AIIB E DO BANCO MUNDIAL NA ÍNDIA (2017-2020) .....	195
CAPITAL ESTRANGEIRO E GERAÇÃO DE ENERGIA NA AMAZÔNIA: CONSIDERAÇÕES SOBRE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCHs) .....	214

TÉCNICAS DE INFRAESTRUTURA NA CONSTRUÇÃO DA REPRESA GUARAPIRANGA E SEU IMPACTO NO TERRITÓRIO.....	223
PANORAMA DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS: OS EFEITOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RUÍDOS PROVENIENTES DA PRODUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA - OUTUBRO/2021 .....	238
MODELO DE ANÁLISE PARA OS IMPACTOS CUMULATIVOS DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS EM CASCATA.....	248
MAPEAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS A SEREM A IMPACTADAS PELA ATIVIDADE DE FRATURAMENTO HIDRÁULICO NA BACIA DO PARANÁ.....	263
GOVERNANÇA DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL PARA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO BASEADO EM EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS.....	276
GT 5 - Governança, Políticas Públicas e Direito Ambiental .....	291
ANÁLISE DO CBIO COMO PASSO INICIAL AO DESENVOLVIMENTO DE BECCS NO BRASIL .....	292
MAPEAMENTO DE COLETIVOS AMBIENTAIS URBANOS DA UNIÃO DAS HORTAS COMUNITÁRIAS DE SÃO PAULO E DA SAMPA + RURAL.....	305
POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE: A SUBORDINAÇÃO DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO LITORAL DO PARANÁ .....	315
MECANISMOS DE INSTITUCIONALIZAÇÃO DE PAUTAS E A PASSAGEM DE IDEIAS AO CENÁRIO DE FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS: ALIANÇA ENTRE ATORES E CASOS NA ÁREA AMBIENTAL.....	328
CIÊNCIA PÓS-NORMAL E A GOVERNANÇA DOS COMUNS DE ELINOR OSTROM UM DIÁLOGO POSSÍVEL NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS? .....	341
CIDADES E SUSTENTABILIDADE: DESAFIOS E MECANISMOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE ESPAÇOS URBANOS SAUDÁVEIS E SUSTENTÁVEIS NA AGENDA 2030.....	353
POLÍTICA DE PAGAMENTO POR SERVIÇO AMBIENTAL NO BRASIL: O CASO DA LEI Nº 14.119, DE 13 DE JANEIRO DE 2021 E SEUS INTERESSES RELACIONADOS .....	364
POLÍTICAS AMBIENTAIS NA PROVÍNCIA DO PARANÁ (1854-1865).....	375
CASOS DE LITIGÂNCIA CLIMÁTICA NA AMÉRICA AMAZÔNICA: O MOVIMENTO DAS JUVENTUDES .....	386
GÊNERO E JUSTIÇA ENERGÉTICA NA MINERAÇÃO DO CARVÃO EM SANTA CATARINA .....	396
CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS: INSTRUMENTOS DA POLÍTICA AMBIENTAL .....	408

AS CONDIÇÕES DE TRABALHO DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19 EM BELÉM-PA .....	427
ÁGUA COMO PATRIMÔNIO NATURAL CAMINHO JURÍDICO PARA PRESERVAR O MEIO AMBIENTE E OS DIREITOS HUMANOS SOBRE CONSTRUÇÃO DE HIDRELÉTRICAS NO BRASIL.....	438
GT 6 – Consumo e Resíduos e GT 7 – Desafios do desenvolvimento sustentável pós COVID-19 no Brasil e na América Latina .....	459
20 ANOS DE PESQUISAS SOBRE COLETA SELETIVA NO BRASIL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	460
SOLUÇÕES NO USO DE QUÍMICOS NA AGRICULTURA .....	470
A CONSTRUÇÃO DE INTERVENÇÕES EDUCADORAS SOCIOAMBIENTAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA: EXPERIÊNCIAS E APRENDIZADOS COM AS OFICINAS DE MOBILIZAÇÃO POPULAR DO RAÍZES DE TUPI .....	478
GESTÃO DE PARQUES MUNICIPAIS NO BRASIL DURANTE A COVID-19: UMA ABORDAGEM À LUZ DA JUSTIÇA AMBIENTAL - III SICAM – OUTUBRO/2021.....	492
PROBLEMAS CAUSADOS PELO USO DE QUÍMICOS NA AGRICULTURA.....	503
SUSTENTABILIDADE E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PEIXES PARA A OBTENÇÃO DE FARINHA .....	510
GENTRIFICAÇÃO VERDE: EXPLORANDO O CONCEITO PARA O CASO BRASILEIRO .....	525
ESTUDO COMPARATIVO DO IMPACTO AMBIENTAL DOS PROJETOS DE DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, NO CONTEXTO BAIXADA SANTISTA. ....	537
GT 8 - Mudanças Climáticas, vulnerabilidade e riscos socioambientais.....	553
RISCO CLIMÁTICO E IMPACTOS NO ECOSISTEMA CULTURAL AMAZÔNICO...	554
DESASTRE EM SÃO FRANCISCO XAVIER: O QUE LEVOU À INTERRUPTÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM 2008. ....	566
AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO PARA A REGIÃO DA BAIXADA MARANHENSE, FRENTE AOS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....	579
VARIABILIDADE E INTENSIDADE DA CHUVA EM UMA ÁREA DE FLORESTA NA AMAZÔNIA NOS ANOS DE 1999 A 2020 .....	586
A PERSPECTIVA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS SOBRE A PROTEÇÃO AMBIENTAL NA CAMPANHA DA ONU "CONSTRUINDO CIDADES RESILIENTES – MINHA CIDADE ESTÁ SE PREPARANDO” .....	603
POLÍTICAS AMBIENTAIS E GOVERNANÇA CLIMÁTICA: PERSPECTIVAS DOS SISTEMA DE TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....	620
VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS E AS SECAS NA AMAZÔNIA: O CASO DO ESTADO DO AMAZONAS.....	632

ECONOMIAS VERDE, AMBIENTAL E ECOLÓGICA COMO FERRAMENTAS DE PROMOÇÃO DO CONCEITO DE JUSTIÇA CLIMÁTICA.....	647
ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO RIO GRANDE (REPRESA BILLINGS) DURANTE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NO ABC PAULISTA NO PERÍODO DE 2000-2020 .....	654
INFRAESTRUTURA VERDE E GENTRIFICAÇÃO ECOLÓGICA: UM ESTUDO DE CASO DO PARQUE LINEAR RIO VERDE .....	670
UMA REFLEXÃO CONCEITUAL DAS CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA PÓS-NORMAL E DE SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS NA GESTÃO AMBIENTAL.....	684
A (IN) SUSTENTABILIDADE NOSSA DE CADA DIA: SERVIÇOS, COMUNS URBANOS E FERRAMENTAS DIGITAIS VOLTADOS PARA A MOBILIDADE NA CIDADE .....	698
GT 9 - Modelagens em Mudanças Climáticas .....	714
EMPREGO DE INTERPOLAÇÃO PARA ESPACIALIZAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS NO ESTADO DO MARANHÃO.....	715
ANÁLISE DAS VARIAÇÕES HIDRODINÂMICAS SAZONAIS ASSOCIADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA BAIXADA SANTISTA (SP, BRASIL) .....	723
DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO STFM: UM NOVO MODELO DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO PARA A COSTA BRASILEIRA.....	736
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA DESEMBOCADURA DO RIO ACARAÚ, NA BAÍA DE ITAGUÁ, UBATUBA-SP .....	752
ESTIMATIVA DO TEMPO DE RESIDÊNCIA NO CANAL PRINCIPAL DO ESTUÁRIO DE CANANÉIA-IGUAPE ATRAVÉS DA MODELAGEM NUMÉRICA .....	764
GT 10 - Geotecnologias e Ciência Ambiental.....	782
USO DE DEEP LEARNING PARA DETECÇÃO DE <i>CECROPIA</i> SP. EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA AMAZÔNIA IMAGEADA POR DRONE.....	783
APLICAÇÃO DE ANAGLIFOS NO LEVANTAMENTO DE VOÇOROCAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PALMITAL - MINAS GERAIS, BRASIL.....	799
CONVERSÃO URBANA: ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO CRESCIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE RIO VERDE (GO).....	811
DESENVOLVENDO UM MÉTODO DE DETECÇÃO DE FLORESTAS DE IGAPÓ DA VOLTA GRANDE DO XINGU NAS DÉCADAS DE 1990 E 2000 A PARTIR DE RADARES DE ABERTURA SINTÉTICA.....	823
ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO ENTRE OS ANOS 2000 E 2017 NA VOLTA GRANDE DO XINGU, PARÁ.....	837



GT1 - Áreas protegidas,  
patrimônio cultural, povos  
indígenas e comunidades  
tradicionais.



## CANDIDATOS PELA VIDA: MORTES INDÍGENAS ESTIMULAM A PARTICIPAÇÃO POLÍTICA DE POVOS NATIVOS?

Matheus Valentim<sup>1</sup>; Fernando Postal<sup>2</sup>

1 – Matheus Valentim de Barros. Universidade de Copenhague. [mavalentim.b@gmail.com](mailto:mavalentim.b@gmail.com)

2 – Fernando Slaibe Postal. Universidade de São Paulo. [postal@usp.br](mailto:postal@usp.br)

**RESUMO:** A literatura das ciências sociais aponta para o fato que a participação política e as condições de saúde de minorias são variáveis próximas. Seja porque empecilhos na saúde pública estimulam maior atividade política das minorias ou porque representantes locais podem ajudar em quadros específicos, o relacionamento as duas variáveis não é novidade. Este trabalho pretende apresentar essas variáveis e, principalmente, explorar sua relação quantitativa para uma minoria um tanto ainda inexplorada: os povos indígenas brasileiros. Através de um modelo Probit, foi possível constatar que municípios onde indígenas registram maior mortalidade tiveram maior probabilidade de ter e de eleger candidatos indígenas nas eleições subsequentes.

**Palavras-Chave:** Povos indígenas brasileiros, Saúde Indígena, Participação Política, Eleições

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16701826>

**ABSTRACT:** Social Sciences literature points to the fact that minorities' political participation and health are much closer than one would expect: one constantly affects the other. Whether it is because health issues push, among with other difficulties, to a stronger and more active political effort, whether because political representatives can help diminish disease threatening a specific minority, these two variables have a strong relationship. This paper aims to explore such relationship for a quite unexplored minority: the Brazilian Indigenous People. We used a Probit model to find that worse health conditions, measured through municipal-level and district-level rates, have increased the probability of indigenous people running for an office in municipal elections.

**Keywords:** Brazilian Indigenous peoples, Indigenous health, Political participation, Elections

**Introdução:** A saúde e a participação política dos indígenas brasileiros são duas facetas essenciais da vivência indígena atual. Além de complexas por si só, a relação entre essas duas variáveis pode ajudar a entender o recente fenômeno político da participação eleitoral indígena no Brasil.

A situação política dos povos indígenas oscilou bruscamente no século XX. Até a metade do século, eles eram tratados como politicamente incapazes e não gozavam de direitos políticos bem estabelecidos. Não podiam votar, se candidatar ou abrir inquéritos na justiça. O assimilacionismo era dominante e os indígenas deveriam ser inseridos na sociedade (MELLO, 2019). Houve uma intensificação do contato entre as comunidades indígenas e os centros de decisão política do país através das variadas mobilizações na década de 70. Promovidas por distintas etnias e aproximadas pelo anseio de maior poder de decisão nas condições da vivência indígena em geral, as manifestações propiciaram a participação de representantes indígenas na Assembleia Constituinte. Nasceram conquistas constitucionais, plenos direitos políticos e todo um aparato institucional e cultural que permitiu a existência de candidaturas políticas em escala nos períodos subsequentes (BICALHO, 2008).

Desde então, os indígenas têm se direcionado cada vez mais à participação política partidária e eleitoral. Não se formaram partidos indígenas, mas candidatos individuais. Eles seguem o padrão latino-americano (RICE, 2006) sendo mais associados proporcionalmente com partidos de esquerda, se candidatam para cargos locais como vereadores e deputados pelos custos políticos e financeiros (CODATO et al., 2016) e estão espacialmente concentrados, tanto em tamanho como em eficiência, nas regiões Norte e Centro-Oeste. A maioria vem de municípios inseridos em DSEIs: em 41% dos municípios que tiveram candidatos indígenas, todos os candidatos vieram de uma área de DSEI. O perfil completo pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1: Perfil dos candidatos indígenas.

Variável	Eleição 2016	Eleição 2020
Total de candidatos	1715	2216
Profissão mais comum	Agricultor	Agricultor
Candidatos com Ensino Médio completo (%)	0,57	0,64
Candidatas Mulheres (%)	0,28	0,33
Municípios com candidatos vindos de DSEIs	0,55	0,61

Fonte: TSE. Elaboração própria

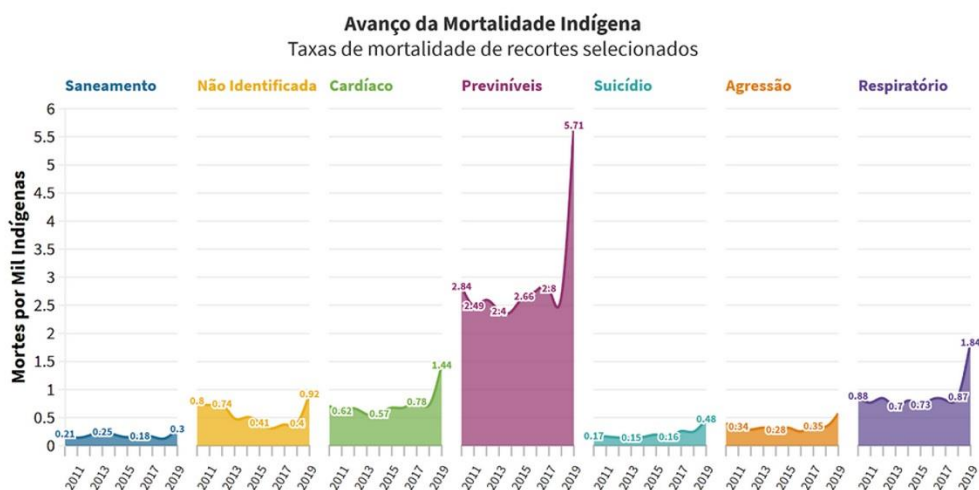
Além disso, muitos são parte de redes de contato mútuo que envolvem lideranças de indígenas aldeados, ONGs e partidos políticos investidos na melhoria da condição de vida indígena. A conectividade entre atores relevantes é uma das marcas dos candidatos indígenas brasileiros. Isso aproxima as vivências e demandas das aldeias com as prefeituras e instituições governamentais responsáveis. Outro ponto de contato entre a vivência na aldeia e o meio político é a relação continuada entre candidatos e as suas aldeias de origem, mesmo depois de eleitos (CODATO et al, 2016). Muitos candidatos emergem das dificuldades vivenciadas nas aldeias: essas dificuldades são inclusive apontadas como um dos fatores que explicam a recente tendência de maior participação nos processos eleitorais: Smiljanic (2008) atesta que o crescente número de

candidatos indígenas pode estar relacionada com o desgastes locais entre indígenas e variados grupos como agricultores e garimpeiros.

Um dos maiores empecilhos na vivência indígena é provavelmente o acesso à saúde. A saúde indígena já sofreu com múltiplas amostras de omissão do Estado brasileiro, desde quando era parte da SPI, novamente com as arbitrariedades e crimes da ditadura (ALARCON, 2018; CNV, 2014) e mais tarde com as denúncias de corrupção da FUNASA (FERNANDES, 2010). Hoje, a pasta é de responsabilidade da SESAI, conta com um sistema de saúde voltado para atender a população indígena e com os DSEIs. Esses são Distritos Sanitários Especiais Indígenas, áreas especiais de proximidade sócio-cultural e epidemiológica entre as aldeias que transpõe limites municipais e estaduais marcadas para acompanhar a saúde indígena. Indígenas que habitam aldeamentos estão inseridos em um DSEI e lá têm acesso a diferentes instâncias de atendimento, dependendo da complexidade do problema. Tem-se ainda os conselhos locais de saúde indígena (CLSI), assembleias onde prefeitos e vereadores discutem as maiores necessidades da saúde dos povos que ali habitam, criando um novo meio de conexão entre a atmosfera política-partidária e a aldeia.

Além da estrutura, a saúde indígena é marcada pelo perfil de sua mortalidade. Tem-se um elevado número de óbitos não especificados (ilustrado no gráfico 1); uma ampla diversidade distrital-regional, tanto pelo quadro epidemiológico, quanto pela calamidade do nível de mortalidade (FERREIRA et al, 2011; MELCHIOR et al., 2002); e principalmente, uma persistência da mortalidade geral ao longo da década e de mortes por complicações preveníveis. Marca exposta no gráfico 1, que ilustra os níveis constantes desde 2010. Entre as seis principais causas de morte de todo o período, quatro delas estão relacionadas a problemas respiratórios e sanitários, considerados evitáveis

Gráfico 1: Avanço da mortalidade indígena, com recorte por causa do óbito. 2010-2019.



Fonte: SESAI. Elaboração própria.

Há uma clara disparidade entre a saúde de indígenas e a de não-indígenas no país. Diarreia, tuberculose (consideradas óbitos evitáveis) e suicídio estão entre as principais enfermidades enfrentadas pelos nativos brasileiros. Há ainda complicações devido às condições de habitação de indígenas e devido à omissão de entidades responsáveis. São exemplos os domicílios com piores adequações sanitárias que promovem mais casos de diarreia aguda (distúrbio cujas complicações não seriam facilmente combatidas devido à baixa cobertura vacinal); a tuberculose que é mais facilmente propagada entre indígenas por traços culturais de coabitação; e o suicídio que pode se propagar por pressões familiares, facilidade (inclusive entre menores de idade) para acesso à álcool e tabaco e condições sócio-ambientais instáveis. (ESCOBAR, 2015; FERREIRA et al., 2011; MACHADO et al., 2014).

Ao mesmo tempo que as condições de saúde poderiam entrar como uma das dificuldades da vivência indígena de Smiljanic (2008) e assim estimular a participação política, Rice (2006) em estudo que buscava explicar a formação de partidos indígenas latino-americanos não menciona dificuldades na vivência indígena como variável relevante. Tamanho da população, proximidade geográfica entre os povos, e a relevância política dos distritos ou regiões nas quais se concentram a população indígena são as variáveis mais importantes na explicação do fenômeno.

É possível notar a correlação entre piores condições de saúde com maior candidatura e com maior eleição de indígenas pelos dados. A tabela 2, onde só se

usa municípios já inseridos em DSEIs para evitar vieses, mostra que variados recortes da mortalidade indígena são consideravelmente mais elevados no grupo de municípios que tiveram candidatos indígenas. O mesmo se repete no recorte de 2017 a 2020. Falta de cobertura de saneamento básico, outra dificuldade, também é mais elevada em municípios com candidatos. A população também é mais elevada em municípios com candidatos, indo na direção do apresentado por Rice (2006).

Tabela 2: Estatísticas descritivas de 2013 a 2016 de municípios inseridos em DSEIs que tiveram e que não tiveram candidatos indígenas.

Variável	Não teve candidatos	Teve candidato	Diferença de média	P-valor
N	488	820	-	-
<b>Participação Municipal nos óbitos do DSEI (%)</b>				
Óbitos totais	5.4	12.7	-7.2	0.00
Óbitos por agressão	3.6	11.1	-7.4	0.00
Óbitos por respiratório	5.7	12.4	-6.7	0.00
Óbitos por cardio-vasculares	4.8	12.7	-7.8	0.00
Óbitos por suicídio	4.6	11.5	-6.8	0.00
Óbitos sem especificação	6.1	12.0	-5.9	0.00
Óbitos por doenças preveníveis	5.5	12.7	-7.2	0.00
<b>Infraestrutura e Demografia</b>				
Polo-base/Aldeia (Do Distrito)	.086	.085	.001	0.71
Etnias (Do Distrito)	22.70	21.74	.95	156
Pib per Capita Municipal	19.76	17.56	2.20	0.0053
População Indígena Do Distrito	20831	29266	-8434	0.00
Sem Acesso à Esgoto	.6084	.6607	-.0522	0.0019

Desmatamento de 2010-2018	17155.41	12091.1	506422	0.0347
	8		7	

Fonte: SESAI, MapBiomas, ANA, IBGE. Elaboração própria.

Apesar dos poucos trabalhos sobre o tema não chegarem a uma conclusão, é importante notar que os indígenas brasileiros não necessariamente seguem as mesmas motivações dos latino-americanos, logo as condições de saúde podem ser uma variável importante. Em meio ao cenário de aprendizado sobre o recente fenômeno da participação política indígena, o objetivo do presente trabalho é investigar se o descaso com a saúde indígena cristalizado na elevada mortalidade é internalizado pelos indígenas como um estímulo à participação política, seja pela eleição ou pela candidatura.

**Material e Métodos:** Foram utilizadas duas bases de dados a nível municipal dos 331 municípios inseridos em DSEIs, uma para 2016 e outra para 2020. Optou-se por um recorte somente de municípios que estão inseridos em DSEIs para comparar municípios que já registram óbitos indígenas, evitando assim quaisquer vieses. Ambas as bases englobam as mesmas variáveis, que estão tanto direta quanto indiretamente relacionadas com saúde e participação política. Algumas restrições nos dados forçaram contornos nas métricas: a indisponibilidade de dados sobre a população indígena residente em cada município foi o principal empecilho.

Entre as variáveis, as principais são a mortalidade indígena e o número de vereadores indígenas candidatos e de eleitos.

Como não se tem acesso à mortalidade indígena municipal, aproximou-se a mortalidade por duas variáveis:

- 1) “Peso municipal” nos óbitos distritais: total de óbitos indígenas de um município sobre o total de óbitos de um dado distrito indígena.
- 2) Mortalidade distrital de onde o município está inserido: total de mortes no distrito sobre o total da população indígena do distrito.

Ambas as métricas de mortalidade não usaram somente os anos das eleições: para evitar algum viés recente, foi feita uma média simples dos últimos três anos antes das eleições. Por causa da ausência de dados confiáveis, mortes devido a crise do novo coronavírus não foram usadas para a eleição de 2020: para estas eleições foram usadas mortes somente até Dezembro de 2019.

As variáveis sobre participação política são as binárias “ter candidato indígena” e “eleger candidato indígena”. Têm valor 1 na primeira os municípios que tiveram qualquer candidato que se autodenominou “Indígena”. Têm valor 1 na segunda os municípios que elegeram (independente se por Quórum Partidário ou não) qualquer candidato que se autodenominou “Indígena”.

Foram também utilizados controles de nível municipal para lidar com a grande heterogeneidade de municípios presentes nos dados: PIB municipal de anos anteriores ao estudado, média histórica de aprovação de partidos de esquerda no município (média simples da eleição dos partidos PT, PSOL, PSTU, PCB e PC do B nas últimas 4 eleições), acesso a saneamento básico (estatística simples de cobertura de 2013 proveniente do “Atlas Esgotos” da ANA), taxa de desmatamento (soma de toda a variação líquida de desmatamento ocorrida no período de 2010 a 2018, proveniente da iniciativa MapBiomas) e histórico agro produtor do município (anos em que o PIB agrícola municipal foi maior que a metade do PIB total do município). Para a taxa de desmatamento, torna-se importante especificar que a variação líquida foi considerada como taxas de alteração “Florestas” para “Agropecuária” deduzida da alteração de “Agropecuária” para “Florestas”. Os dados partidos selecionados assim o foram por serem próximos da esquerda aos quais os indígenas latino-americanos tem proximidade segundo Rice (2006) e por serem os partidos aos quais os indígenas nacionais mais estão vinculados, segundo os dados do TSE.

Para além de controlar heterogeneidades entre os municípios, alguns controles como o acesso a saneamento básico pode afetar diretamente a variável independente de interesse, a mortalidade, e, por isso, foi incluído mesmo estando um tanto defasado. Outros, como o desmatamento, além de impactar possivelmente a mortalidade, poderia interferir na participação política devido à



importância da cobertura florestal para muitos povos nativos, e, logo, também foi incluso.

O método de identificação de possíveis relações entre a mortalidade e as eleições de candidatos indígenas foi o modelo Probit. Foram rodados quatro modelos para 2016 e quatro modelos para 2020. Dois dos modelos usam o “peso municipal” e outros dois usam a mortalidade do distrito para aproximar a mortalidade. Dentre os que usam “peso municipal”, um tem a ocorrência de candidatos como variável dependente e o outro tem a ocorrência de eleitos. O mesmo se repete para os modelos que usam a mortalidade do distrito.

Tem-se:

$$P(y=1 | X_i)$$

Onde o  $y$  é o evento de interesse do modelo e  $X_i$  é o vetor de características de cada observação capaz de interferir na probabilidade  $P(y=1)$ . O evento  $y = 1$  é por vezes a existência de uma candidatura indígena e nos outros casos a existência de uma eleição de candidato indígena,  $X_i$  é o vetor de variável a nível municipal explicitado.

Resultados: Os modelos para a eleição de 2016 deram resultados significativos e positivos para o que se aproximou de uma taxa municipal de mortalidade, o chamado “peso municipal”. Isso indica que municípios que registraram um número maior de mortes em relação ao total de mortes de seu distrito tiveram maior probabilidade de ter e eleger candidatos indígenas, reforçando as expectativas deste trabalho. Esses resultados podem ser vistos na tabela 3. A outra métrica de mortalidade utilizada, a de nível distrital, não se mostrou significativa no recorte desse ano.

Os modelos da eleição de 2020 repetiram a significância na mortalidade medida pelo “peso municipal” e também foram significantes quanto a mortalidade distrital, o que pode ser visto na tabela 4. Novamente, municípios que registraram um número maior de mortes, seja pela métrica municipal, ou pela análise distrital, registraram também uma maior probabilidade de ter candidatos indígenas e de eleger candidatos indígenas.

Em 2016, as variáveis de controle significativas foram a média de aprovação dos chamados “partidos de esquerda” e a população indígena residente no distrito. Em 2020, nos modelos em que foi usado o “peso municipal”, população, desmatamento e PIB per capita foram significativos. Nos modelos em que foram usadas a mortalidade distrital, o PIB per capita e a dummy da região Norte foram significativos, o que pode ser visto na tabela 4.

Tabela 3: Efeito do “peso municipal” na probabilidade de se ter e eleger candidatos indígenas.

Variável	Município ter candidatos indígenas	Município eleger candidatos indígenas
Participação municipal nas mortes do Distrito	2.482254*** (.6620041)	4.080817*** (.7415)
População indígena aldeada	.0000231*** (4.79e-06)	.0000281*** (5.65e-06)
Anos sendo município agroprodutor	-.0038172 (.0264023)	.0729486* (.0323435)
Pib per capita	-.0015865 (.0068238)	-.0138494 (.0103413)
Aprovação média de partidos de esquerda	1.755292* (.7962318)	3.057198*** (.8256929)
Desmatamento	-1.29e-06 (5.86e-06)	-.0000178 (.0000102)
Porcentagem sem Esgoto Tratado	.2851761 (.3089466)	-.2001557 (.3579332)
Região Norte	.2224765 (.2646624)	-.1165837 (.3231051)
Região Nordeste	.0341501 (.2791381)	.4963332 (.3245857)
Região Centro-Oeste	-.0932078 (.2775589)	-.6238798 (.3817779)
Região Sudeste	.4409526 (.3201351)	.4500018 (.3989819)

\* indica significância a 5%, \*\* indica significância a 1%, \*\*\* indica significância a 0,1%.  
Desvios-padrão entre parênteses.

Tabela 4: Efeito da mortalidade distrital na probabilidade de se ter e eleger candidatos indígenas.

Variável	Município teve candidatos indígenas	Município elegeu candidatos indígenas
Taxa de Mortalidade recente do DSEI	.105927 * (.0496515)	.1189577 * (.0521233)
População indígena aldeada	4.50e-06 (4.80e-06)	4.73e-06 (4.64e-06)
Anos sendo município agroprodutor	.023058 (.0270863)	.022583 (.0290226)
Pib per capita	-.0162824 * (.006679)	-.0284255 ** (.0095177)
Aprovação média de partidos de esquerda	.8047497 (.7620706)	1.183698 (.7079916)
Desmatamento	-2.96e-07 (5.97e-06)	-.0000163 (9.21e-06)
Porcentagem sem Esgoto Tratado	.2838606 (.3046554)	.526939 (.3200858)
Região Norte	.6756363 ** (.2621381)	.0313401 (.2775499)
Região Nordeste	.4615752 (.2794354)	.1108926 (.2942581)
Região Centro-Oeste	.3228763 (.2527209)	.0578029 (.2917421)
Região Sudeste	-.3725421 (.3282955)	.1469997 (.3682164)

\* indica significância a 5%, \*\* indica significância a 1%, \*\*\* indica significância a 0,1%.  
Desvios-padrão entre parênteses.

**Discussão:** Os modelos Probit mostraram como parece haver uma forte relação entre piores condições de saúde na aldeia e a participação e eleição de candidatos indígenas. Em outras palavras, municípios brasileiros que registram maior mortalidade de indígenas, tem maior probabilidade de ter e de eleger candidatos indígenas.

Essa maior probabilidade de participação indígena provavelmente tem relação com a motivação dos indígenas de enfrentar as elevadas taxas de óbitos preveníveis, o descaso de autoridades e a omissão institucional com a saúde indígena. A maior proximidade existente entre o meio político-eleitoral e a vida na

aldeia provavelmente atua como um facilitador da candidatura: ao mesmo tempo que o estímulo pela mudança existe, há vários canais que possibilitem a ação. Outro fator importante é o atestado contato que os candidatos têm com as aldeias indígenas. Como foi mostrado, quase metade dos municípios que tiveram candidatos indígenas (40%,) tem todos seus candidatos nascidos em municípios inseridos em DSEIs. Muitos inclusive mantêm relações com as aldeias, como atestado por Smiljanic (2018).

Pode-se confrontar todos esses fatores ao fato que outras variáveis, que também podem retratar ou capturar piores condições de saúde, nem sempre foram apontadas nos modelos como significativas para maior probabilidade de candidatos e de eleitos. Foi o caso da ausência de saneamento básico e de maiores PIB per capita: ambos apontados como fatores que diminuem a probabilidade de ter candidatos em 2020. Ao mesmo tempo, o maior desmatamento, claro fator negativo (que também pode capturar piores condições de saúde), foi apontado como fator que aumenta a probabilidade do município ter e eleger candidatos indígenas em 2020.

Apesar dessa possível discussão, a mortalidade, objetivo de estudo desse trabalho, não apresenta nenhuma ambiguidade e em 7 dos 8 modelos se apresentou como fator que aumenta a probabilidade do município ter e eleger candidatos indígenas.

**Conclusão:** Além dos modelos e da inferência estatística feita, o trabalho faz um importante papel na caracterização e descrição de um tema tão negligenciado. Os perfis de mortalidade e da política indígena, junto com as estatísticas descritivas atribuem valores e dão profundidade quantitativa rara para a literatura.

A principal contribuição do trabalho é se debruçar quantitativamente sobre quais fatores estimulam um fenômeno recente na política nacional e nesse processo ter resultados consistentes para uma mesma variável, medida de diferentes maneiras e em distintos cenários.

Apesar disso, deve-se considerar que este trabalho é limitado em certos aspectos. Primeiro, pela dificuldade de se retirar o viés da especificidade da

cultura política de municípios tão diversos; segundo pela ausência de dados sobre a pandemia do novo coronavírus, que certamente acrescentou uma nova dinâmica às eleições de 2020; por fim pela dificuldade de casamento com outras bases de dados ou pelo fato de alguns conjuntos de dados, como a população indígena municipal, simplesmente não existirem de maneira atualizada.

Como um todo, responde-se aos objetivos traçados, reverbera-se partes da literatura, contribui-se com um lado quantitativo um tanto quanto inédito na produção sobre a temática indígena brasileira e cria-se um horizonte de questionamentos sobre o porquê da natureza dos resultados obtidos. Espera-se que os dados e resultados aqui demonstrados possam servir de inspiração e até de auxílio para que se continue pesquisando e propondo novos caminhos para se ajudar os variados e ricos povos nativos desse país.

#### Referências:

- ALARCON, Daniela. Povos indígenas foram vítimas de genocídio na Ditadura Militar. **Revista Adusp**, São Paulo, SP, v. 62, n. 2, p. 29-37, nov./2018. Disponível em: <https://www.adusp.org.br/files/revistas/62/02.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020
- BERMAN, David R.; SALANT, Tanisj.. Minority Representation, Resistance, and Public Policy: The Navajos and the Counties. **Publius: The Journal of Federalism**, Arizona, v. 28, n. 4, p. 83-104, out./1998.
- BICALHO, P. S. D. S. PROTAGONISMO INDÍGENA NO BRASIL:: Movimento, Cidadania e Direitos. **Tese (Doutorado em História)**, Departamento de História, Universidade de Brasília, 2010.
- CARABETTA, João; DAHIS, Ricardo; ISRAEL, Fred; SCOVINO, Fernanda (2020) Base dos Dados: Repositório de Dados Abertos em <https://basedosdados.org>.
- CODATO, Adriano; LOBATO, Tiemi; CASTRO, Andréa Oliveira. "VAMOS LUTAR PARENTES!": As candidaturas indígenas nas eleições de 2014 no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, SP, v. 32, n. 93, p. 1-24, fev./2017.
- DIAS, J. C. *et al.* **COMISSÃO NACIONAL DA VERDADE: RELATÓRIO** Volume I. 1. ed. Brasília: [s.n.], 2014. p. 1-976.
- ESCOBAR, A. L. *et al.* Diarrhea and health inequity among Indigenous children in Brazil: results from the First National Survey of Indigenous People's Health and Nutrition. **BMC Public Health**, Londres, Inglaterra, v. 15, n. 191, p. 1-11, fev./2015. Disponível em: <https://bmcpublikealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-015-1534-7>. Acesso em: 28 mai. 2020.

FERREIRA, M. E. V; MATSUO, Tiemi; SOUZA, R. K. T. D. Aspectos demográficos e mortalidade de populações indígenas do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 27, n. 12, p. 2327-2339, dez./2011.

MACHADO, I. R. *et al.* **SUICÍDIO ADOLESCENTE EM POVOS INDÍGENAS: 3 estudos**. 1. ed. São Paulo, SP: arte brasil editora, 2014. p. 1-221.

MADRID, Raúl L.. Indigenous Parties and Democracy in Latin America. **Latin American Politics and Society**, Miami, EUA, v. 47, n. 4, p. 161-179, dez./2008.

MALTA, D. C. *et al.* Lista de causas de mortes evitáveis por intervenções do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 16, n. 4, p. 233-244, jun./2007.

MARINHO, G. L. *et al.* Mortalidade infantil de indígenas e não indígenas nas microrregiões do Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 1, p. 57-63, jul./2017. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-71672019000100057&lng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672019000100057&lng=pt). Acesso em: 3 mai. 2020.

MELCHIOR, S. C. *et al.* Avaliação da Mortalidade de Grupos Indígenas do Norte do Paraná - 1990 a 1999. **Informe Epidemiológico do SUS**, Londrina, Paraná, v. 11, n. 2, p. 61-68, abr./2002.

MELLO, Germana. O DIREITO INDIGENISTA SOB O VIÉS DO INTEGRACIONISMO: UMA ANÁLISE A PARTIR DA VALORIZAÇÃO DA CISHETERONORMATIVIDADE COMO MODELO CIVILIZATÓRIO. **InSURgência**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 227-253, dez./2019. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/insurgencia.v5i1.28920>. Acesso em: 1 out. 2020.

PEDROSAI, L. D. C. D. O; SARINHOS, Silvia W.; ORDONHAI, M. D. A. R. Óbitos neonatais: por que e como informar?. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, PE, v. 5, n. 4, p. 411-418, dez./2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-38292005000400004> . Acesso em: 30 nov. 2020.

Projeto MapBiomias - Coleção 4 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em Novembro de 2020 através do link: <https://mapbiomas.org/estatisticas>

SMILJANIC, Maria Inês ; BABIRESKI, F. R. ; SANTOS, João Vitor Fontanelli ; FURBRINGER, N. P. ; CARVALHO, Luis Fernando . Da Aldeia à Câmara Municipal: Candidatos indígenas nas eleições de 2008. In: Maria Inês Smiljanic; José Pimenta; Stephen Grant Baines. (Org.). **Faces da Indianidade**. 1ed. Curitiba: Nexo, 2009, v. , p. 285-286.

# CENÁRIO ENERGÉTICO NA RESERVA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL BARRA DO UNA, PERUÍBE/SP

Caseiro Guilhem, Andres<sup>1</sup>; Gonçalves Peixoto, Tatiana<sup>2</sup>

1 – Andres Caseiro Guilhem. Universidade Federal do ABC. [andres.guilhem@ufabc.edu.br](mailto:andres.guilhem@ufabc.edu.br)

2 – Tatiana Peixoto Gonçalves. Universidade Federal do ABC. [tatiana.peixoto@ufabc.edu.br](mailto:tatiana.peixoto@ufabc.edu.br)

**RESUMO:** Este artigo teve por objetivo descrever o cenário energético na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Barra do Una, sendo esta uma das setes unidades de conservação da categoria Reserva de Desenvolvimento Sustentável presente no Estado de São Paulo. Nossa análise de indicadores de economia e de energia para o período de 2018 foi baseada na coleta de dados na plataforma do Geoseade. Utilizamos o método de quebra natural para construção do mapa coroplético de modo a servir como base de comparação com os dados disponíveis na literatura sobre perfil de consumidor energético da Barra do Una. Os resultados apontaram que este território vem sendo prejudicado no abastecimento energético devido à interrupção de serviços e à falta de dados públicos disponíveis que representem a situação energética desta comunidade. Conclui-se assim a importância de novos estudos que complementem a divulgação de dados e indicadores de energia para diferentes segmentos da sociedade.

**Palavras-Chave:** Reserva de Desenvolvimento Sustentável; RDS Barra do Una; energia elétrica.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16733029>

**ABSTRACT:** This paper aimed to describe the energy scenario in the Barra do Una Sustainable Development Reserve, which is one of the seven nature conservation units of this category in the State of São Paulo. Our analysis of economy and energy indicators for the 2018 period was based on data collection on the Geoseade platform. We used the natural break method to construct the choropleth map in order to serve as a basis for comparison with the data available in the literature on energy consumer profile of Barra do Una. The results pointed out that this territory has been hampered in energy supply due to service interruptions and the lack of available public data representing the energy situation of this community. This concludes the importance of new studies that complement the dissemination of energy data and indicators for different segments of society.

**Keywords:** Sustainable Development Reserve; SDR Barra do Una; electric energy.

**INTRODUÇÃO:** As Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) são unidades de conservação da natureza instituídas pela Lei 9.985/2000, conhecida como Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Elas surgem como uma proposta para regulamentar o uso da terra por parte de populações tradicionais inseridas em áreas de alto nível de preservação ambiental e, ao mesmo tempo, conservar a natureza (BRASIL, 2000).

No Brasil existem 39 RDS, sendo: 17 no Estado do Amazonas, sete em São Paulo, cinco no Pará, quatro no Espírito Santo, duas em Minas Gerais e uma nos estados do Amapá, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Santa Catarina (CNUC, 2021).

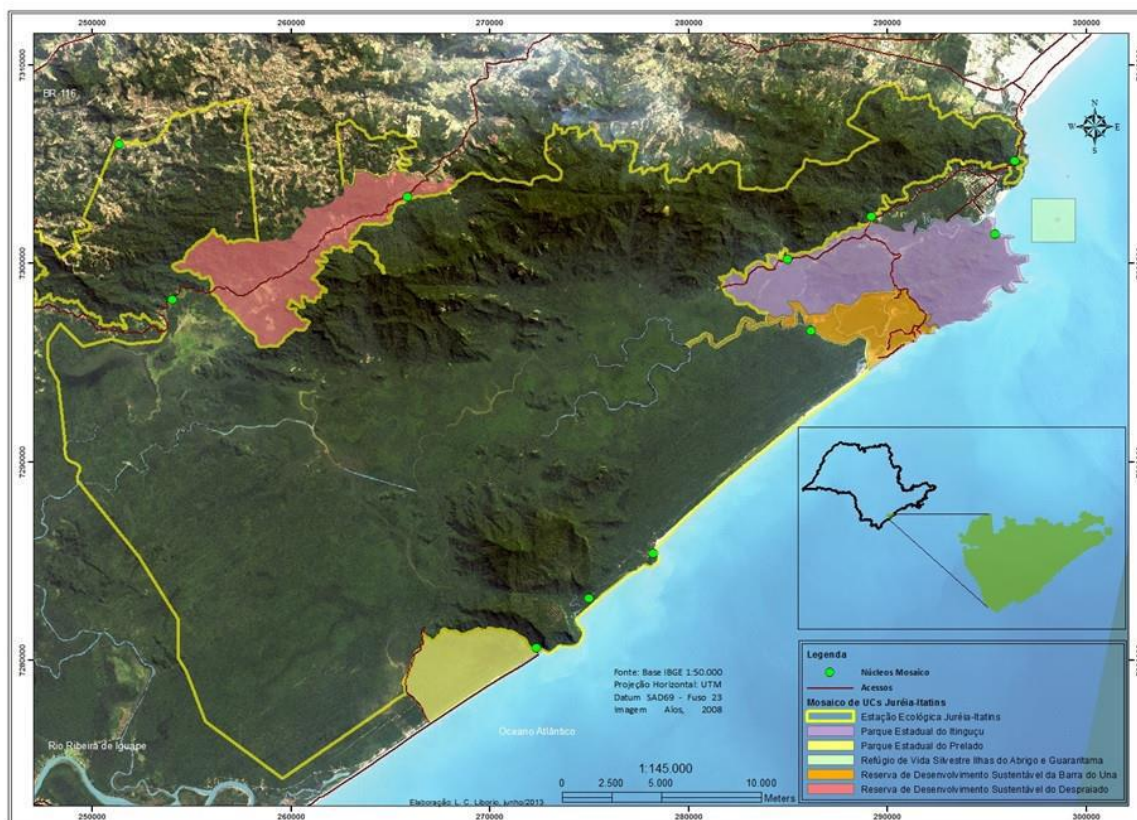
No Estado de São Paulo, as RDS localizam-se próximas ao litoral do estado, no Vale do Ribeira e no litoral sul. Nesta região encontra-se uma das áreas de Mata Atlântica mais preservadas do país (SANCHEZ, 2016). Dada sua devida importância, a Organização das Nações Unidas (ONU) classifica este bioma como uma zona crítica de biodiversidade, sendo crucial para a conservação (REZENDE *et. al.*, 2018).



Foi na faixa litorânea do Estado de São Paulo onde se deram alguns dos primeiros assentamentos populacionais do Brasil e abriga descendentes dos primeiros colonos europeus que vieram se instalar no Brasil e se miscigenaram com índios e negros (CHACPE, 2014). Parte desta população deu origem ao povo caiçara, que desenvolve atividades econômicas voltadas à pesca, agricultura de subsistência e a extração de recursos naturais. Desenvolveram atividades em conformidade com a realidade de sua época e em comunhão com a natureza (MEDEIROS, 2018).

A Vila Barra do Una, no litoral sul, foi formada por caiçaras há mais de 100 anos. Ainda hoje guarda traços do modo de vida e da cultura deste povo (PETROBRÁS, 2018). Fica localizada em meio ao Mosaico de Unidades de Conservação Juréia-Itatins (Fig.1) e foi elevada à categoria de RDS justamente por abrigar um povoado caracterizado pela sua cultura tradicional e inserido num ambiente natural.

Figura 1 - Localização da área de estudo: Reserva de Desenvolvimento Sustentável da Barra do Una (em laranja) inserida no Mosaico de Unidades de Conservação Juréia-Itatins, São Paulo.



Fonte: MARTINS (2015).

Atualmente, os habitantes desta vila vêm passando por dificuldades para manter sua subsistência, já que as condições para a pesca mudaram significativamente na região: existe maior competição (entre os pescadores) por peixes nos mares e, complementarmente, as pessoas mais jovens vem perdendo o interesse pelo trabalho de pescador.

A economia da vila tem forte relação com o seu potencial turístico. Ela atrai o interesse de muitos turistas que procuram tranquilidade e refúgio em um ambiente pacato, praiano, natural e até mesmo selvagem. Sendo assim, os atuais moradores da vila investem seus esforços em atividades de camping e de restauração de modo a atender esta demanda turística. No entanto, devido à falta de infra-estrutura, notadamente a de energia elétrica, os moradores deixam de poder trabalhar adequadamente, oferecer um serviço de qualidade e, além disso, chegam a sofrer prejuízos dada à perda de alimentos em consequência de um

acionamento adequado, o qual depende de eletricidade para funcionar, como freezers e geladeiras (PARADIS, 2015).

A ONU, ao determinar seus Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) para 2030, inclui na sua pauta a garantia de acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos (i.e., objetivo 7); o desenvolvimento de comunidades sustentáveis (i.e., objetivo 11) e a conservação da natureza e uso sustentável dos recursos naturais (i.e., objetivo 15). Deste modo, dentro desta temática de energia, desenvolvimento e sustentabilidade, este artigo se propõe a elucidar a presente situação da Vila Barra do Una no que concerne, em especial, seu cenário energético visando seu desenvolvimento e, ao mesmo tempo, sua sustentabilidade.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo primeiramente contemplou a Revisão bibliográfica em revistas especializadas de energia, busca de assuntos por temas como segurança energética, pobreza versus privação de energia, conflitos do acesso à energia em unidades de conservação e estudos de geoprocessamento aplicados a áreas com demanda energética. Também foram feitas buscas em banco de teses de mestrados e doutorado para a temática de comunidades vulneráveis e unidades de conservação. A tabela 1, abaixo, reúne as bases de dados e suas respectivas informações geográficas, bem como a fonte consultada, que serviram de referências para o presente diagnóstico.

Tabela 1: Quadro-resumo com os dados de entrada

Base de dados	Referência/ Fonte	Ano de coleta	Escala	Datum	Projeção
Ambiental: Mapa RDS Barra do Una	IBGE	2017	1:600000	EPSG 4674 SIRGAS 2000	SIRGAS 2000 UTM 23 S- EPSG31983
Social: IPRS	Assembleia Legislativa do Estado de SP; Fundação	2018	1:50000	EPSG 4674 SIRGAS 2000	SIRGAS 2000 UTM 23 S- EPSG31983

	Sistema Estadual de Análise de dados Seade				
Econômico: PIB Municipal	Fundação Sistema Estadual de Análise de dados	2018	1:50000	EPSG 4674 SIRGAS 2000	SIRGAS 2000 UTM 23 S- EPSG31983
Distribuidora	Aneel	2020	1:50000	EPSG 4674 SIRGAS 2000	SIRGAS 2000 UTM 23 S- EPSG31983
Linhas de transmissão	Empresa de pesquisa Energética (EPE); Operador Nacional do Sistema Elétrico (NOS); Fundação Seade	01/2019	1:50000	EPSG 4674 SIRGAS 2000	SIRGAS 2000 UTM 23 S- EPSG31983
Geração distribuída	Aneel	nd	1:50000	EPSG 4674 SIRGAS 2000	SIRGAS 2000 UTM 23 S- EPSG31983

Fonte: GUILHEM; GONÇALVES (2021)

A partir dos dados adquiridos na tabela 1, foi realizado o tratamento destes em ambiente de geoprocessamento pelo software QGIS versão 3.10. Tal procedimento visou a elaboração de mapas temáticos de renda e consumo na região da Barra do Una e entorno. Para isso, aplicou-se o método de quebras naturais e de mapas coropléticos para facilitar a visualização das informações espacializadas.

Para construção dos mapas, primeiramente foi necessário extrair a feição da RDS Barra do Una de todas as informações presentes na base Unidade de Conservação do Estado de SP -UC, Em seguida, foram escolhidas as informações

vetoriais (Geoseade) que pudessem compor o tema sustentabilidade. Para a área social, escolheu-se o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS). Para caracterizar a questão econômica utilizamos o índice de qualidade de vida nos municípios e os indicadores escolhidos para o estudo foram o consumo de energia elétrica residencial por ligação (MWh)-(código IBGE-cee) e soma do Rendimento do trabalho formal (código IBGE esc3) e aposentadorias dividido pela População de 15 anos e mais (R\$ dez. 2018).

Para realizar a análise dos dados, elaborou-se o mapa coroplético, o qual tem o objetivo de demonstrar os valores médios dos índices dos dados coletados. A maneira escolhida para classificar o dado foi a quebra natural onde os valores apresentados se baseiam no conceito de variância dos índices, para que existisse uma variância mínima entre os indicadores e a variância fosse máxima entre o número de as classes escolhidas.

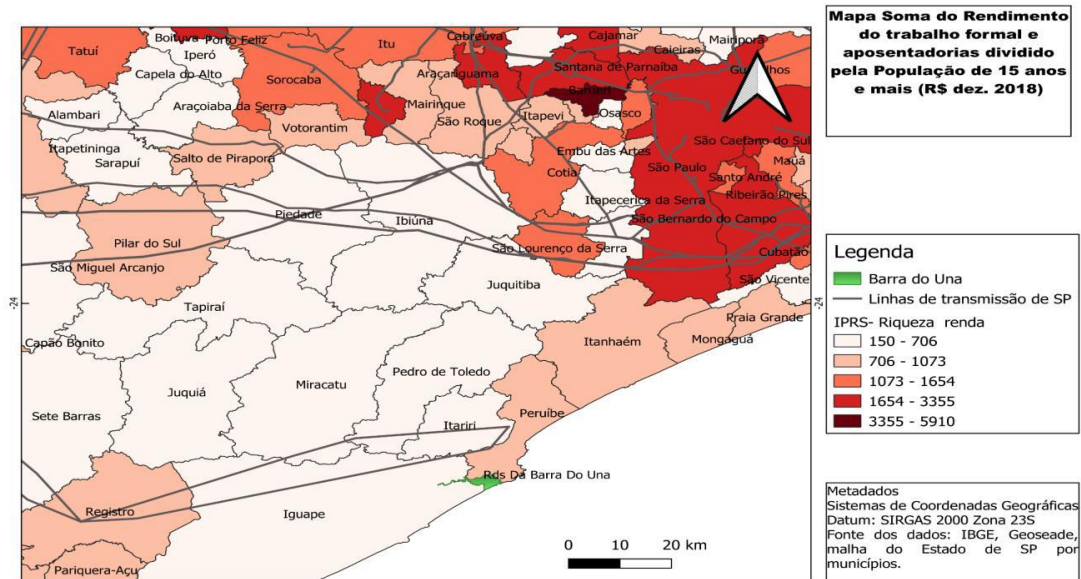
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O diagnóstico de energia elétrica para áreas remotas no Brasil é prejudicado pela ausência de dados setorizados e disponíveis em plataformas públicas. Assim como se faz em outras análises econômicas ou sociais, como a do PIB e IDH, as quais, em muitos casos, são conduzidas em âmbito distrital ou até mesmo por bairro, os dados sobre consumo de energia elétrica também poderiam ser disponibilizados de tal maneira. Desta forma, promover-se-ia uma visão mais detalhada sobre as diferentes zonas dentro de um mesmo perímetro territorial, como, por exemplo, um município. O caso da Barra do Una trata-se de uma disparidade socioeconômica, a exemplo da urbano-rural, na qual as municipalidades que possuem ambas as zonas em seu território devem tratar seus diagnósticos de forma separada, haja vista que se tratam de realidades distintas. Pela experiência deste trabalho, observou-se que a disponibilidade dos dados energéticos nos sites da ANEEL ou de outra agência se dão por município, comprometendo, assim, o diagnóstico setorial. Ressalta-se, outrossim, que foram estabelecidos contatos com a companhia concessionária, a qual não se colocou na condição de prestar informações de cunho operacional para fins científicos por

meios de seus canais de comunicação com público. Foi inicialmente estabelecida comunicação por telefone comercial e, seguido da resposta negativa, buscaram-se colaboradores da empresa nas redes sociais, como o LinkedIn e Whatsapp. Dois funcionários da Elektro foram contatados, sendo um deles do setor de planejamento de Peruíbe. Apesar disso, nenhuma resposta foi ainda dada. Tal esforço em se obter dados que subsidiem uma análise criteriosa sobre uma localidade do município, tal como a Barra do Una, mostra o quão dispendioso e difícil é obter os dados para diagnóstico.

Pensando nas agendas governamentais de sustentabilidade, o impacto desta falta de informação implica em um prejuízo sério para as comunidades isoladas, tais como a zona rural e as reservas de desenvolvimento sustentável, como a Barra do Una. Os planos de expansão do setor elétrico, tais como os planos decenais, contemplam em seus textos a perspectiva socioambiental (HOFMANN; JUNIOR, 2018). O Plano Decenal de Expansão de Energia para 2024, por exemplo, define como contribuição mais importante da análise socioambiental integrada a seleção dos temas prioritários para a gestão ambiental. Entre os temas prioritários, estão: populações indígenas, áreas protegidas, biodiversidade aquática e vegetação nativa (HOFMANN; JUNIOR, 2018).

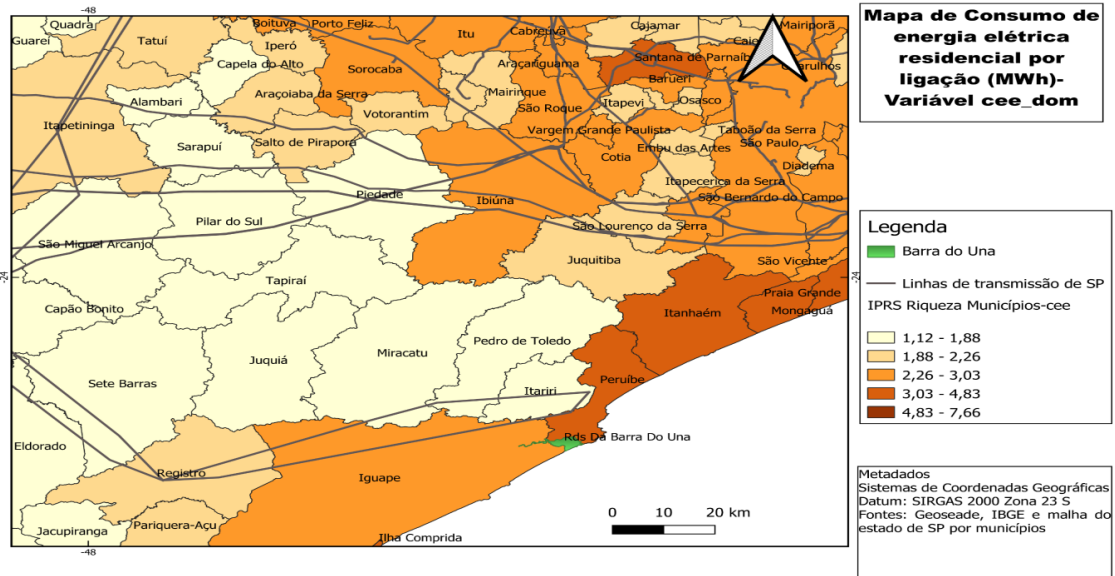
No entanto, para se alcançar a expansão do fornecimento de energia para essas comunidades, as empresas do setor elétrico esbarram na condição econômica de seus moradores, a qual muitas vezes não oferece vantagens financeiras para estas instituições empresariais. Fica, então, o dilema do desenvolvimento sustentável quando um país subdesenvolvido como o Brasil não dispõe de recursos suficientes para suprir as demandas de todas suas camadas sociais. Os mapas das figuras 2 e 3, gerados a partir de bases oficiais, ilustram muito bem a negligência do governo e das concessionárias em relação a áreas de baixo consumo e rendimento pequeno pelo trabalho da população. Como pode ser observado, a Barra do Una se insere num contexto entre o mínimo, R\$ 150,00, e algo em torno de R\$ 1073,00.

Figura 2: Mapa de Rendimento do trabalho formal e aposentadoria divididos pela população acima de 15 anos de idade



Fonte: GUILHEM; GONÇALVES (2021)

Figura 3: Mapa de Rendimento do trabalho formal e aposentadoria divididos pela população acima de 15 anos de idade



Fonte: GUILHEM; GONÇALVES (2021)

Muitos trabalhos como o de Ferreira (2015) que levantam a questão do desenvolvimento da Barra do Una destacando o turismo como a força motriz da economia da vila. Em função dos atrativos naturais, os moradores adaptam seus

terrenos para campings, alugam suas casas, se dedicam às reformas e manutenção dessas instalações voltadas para o acomodamento dos turistas e formam bares e restaurantes para estes visitantes. Todavia, não somente há a necessidade para abastecer essa demanda turística, como também para manter a qualidade do sistema elétrico da vila para questões básicas, como moradia e saúde. Dada a falta de infraestrutura, moradores e turistas devem procurar atendimento médico a 24 Km de distância, passando por uma estrada de difícil mobilidade, a qual leva até o centro de Peruíbe. Este trajeto acarreta em mais de 1h de viagem até o destino final.

Os meios de comunicação também estão em situação precária, pois, além de não haver sinal estável de celular na área, os telefones públicos funcionam a base de bateria, os quais não garantem um funcionamento contínuo, uma vez que a energia da bateria é finita e não há estoque ou manutenção regulares para elas.

Os moradores da região relatam que chegam a ficar até 6 dias sem energia elétrica na vila (GUILHEM; GONÇALVES, 2021). Haja vista que o valor do DEC de 7,57 h e FEC de 4,5 h para o município de Peruíbe (NEOENERGIA, 2019). Pode-se imaginar que se houvesse um valor disponível unicamente para a RDS certamente ele seria muito elevado e ultrapassaria os limites mínimos para um fornecimento satisfatório de energia. Não somente o DEC, mas, para se ter uma idéia da ausência de dados, os indicadores DIC e FIC, que são comumente informados nas faturas de energia elétrica de cada consumidor, neste caso não foram disponibilizados nem mesmo nas contas de luz dos moradores da Barra do Una (GUILHEM; GONÇALVES, 2021).

Considerando o exposto deste estudo, uma proposta de melhoria para o cenário energético atual da vila é o aproveitamento da energia solar por meio de painéis fotovoltaicos. Ela se apresenta como um complemento a considerar para o sistema elétrico atual e até mesmo como uma alternativa a este, tornando-se uma fonte independente e autônoma para a vila. Desta maneira, a população não dependeria exclusivamente dos serviços da concessionária de energia no que tange à manutenção da rede visando o fornecimento contínuo de energia e, sobretudo, nos momentos críticos, quando falta energia. Dados os índices de



incidência de luz solar (KRISHNAN, 2016), tem-se fótons suficientes para alimentar as placas e manter o sistema funcionando permanentemente, tanto à noite quanto em dias nublados ou chuvosos. No entanto, a periodicidade da manutenção deve ser discutida pelas entidades administrativas, como o conselho deliberativo da RDS e a Fundação Florestal do Estado de São Paulo, órgão gestor da unidade de conservação.

**CONCLUSÃO:** A partir da investigação dos dados para levantar um diagnóstico para a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Barra do Una, constatou-se que existe um entrave em relação ao acesso à informação e que é necessário atender à população com energia elétrica para que se cumpram os objetivos tanto de uma RDS, que é o de assegurar e promover o desenvolvimento do modo de vida das populações tradicionais, quanto os objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU. Este entrave pode ser observado nos mapas deste trabalho, já que nem mesmo o traçado da linha de transmissão que passa pela vila está contemplado nas bases do sistema elétrico.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem aos professores Dr. Vitor V. Vasconcelos, Dr. Joel David M. Trujillo e Dra. Angela T. Fushita da Universidade Federal do ABC pelo auxílio e colaboração no desenvolvimento do trabalho

#### **REFERÊNCIAS:**

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 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.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm) . Acesso em: março de 2021

CHACPE, Juliana Fernandes. **Territórios quilombolas e unidades de conservação de proteção integral: desafios da conciliação na Administração Federal.** 2014. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB\\_3a64e54be8bea975c92dd0d6a244d41c/Description](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNB_3a64e54be8bea975c92dd0d6a244d41c/Description). Acesso em: 02 abr. 2021. CNUC – Cadastro Nacional de Unidades

de Conservação. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs.html> Acesso em: 14/04/2021

FERREIRA, Paulo Tácio Aires. **Do passado que insiste em persistir: conflitos e possibilidades para um desenvolvimento do turismo de base comunitária na Vila de Barra do Una em Peruíbe (SP)**. 2015. Dissertação. Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH)-Universidade de São Paulo, 2015.

GUILHEM, Andres Caseiro; GONÇALVES, Tatiana Peixoto. **Trabalho de Conclusão da Disciplina Energia, Desenvolvimento e Sustentabilidade**. 2021. 10 f. Curso de Energia, Cecs, Universidade Federal do ABC, Santo André, 2021.

HOFFMANN, Alessandra Schwertner; CARDOSO JUNIOR, Ricardo Abranches Felix. **Avaliação ambiental estratégica no setor elétrico brasileiro: um estudo de potencialidade**. *Sistemas & Gestão*, Niterói- RJ, v. 13, n. 4, p. 433-445, 12 dez. 2018. Laikos Servicos Ltda. <http://dx.doi.org/10.20985/1980-5160.2018.v13n4.1315>.

KRISHNAN, R.. **Energy security through a framework of country risks and vulnerabilities**. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, U.K, v. 11, n. 1, p. 32-37, 2 jan. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15567249.2011.563260>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15567249.2011.563260?journalCode=uesb20>. Acesso em: 15 abr. 2021

MARTINS, Rogério. **Conservação de onça-parda (Puma concolor) e de onça-pintada (Panthera onca) no Mosaico da Juréia-Itatins**. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos (ECOMAR), Universidade Santa Cecília, Santos, São Paulo, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Limites-da-Estacao-Ecologica-de-Jureia-Itatins-EEJI-area-maior-e-das-unidades\\_fig2\\_345635229](https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Limites-da-Estacao-Ecologica-de-Jureia-Itatins-EEJI-area-maior-e-das-unidades_fig2_345635229). Acesso em: 03 mar 2021.

MEDEIROS, Rodolfo Pereira. **Acesso a energia em comunidades tradicionais. Estudo de Caso do Quilombo Ivaporunduva (Eldorado- SP)**. 2019. 190 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Energia, Instituto de Energia e Meio Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-25032020-103041/pt-br.php>. Acesso em: 18 abr. 2021.

NEOENERGIA (Rio de Janeiro). Ministério de Minas e Energia. **Relatório de Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Neoenergia, 2019. 85 p. Disponível em: [https://ungc-production.s3.us-west-2.amazonaws.com/attachments/cop\\_2020/485782/original/relatorio-de-sustentabilidade-neoenergia-2019.pdf?1588871897](https://ungc-production.s3.us-west-2.amazonaws.com/attachments/cop_2020/485782/original/relatorio-de-sustentabilidade-neoenergia-2019.pdf?1588871897). Acesso em: 10 abr. 2021.

PARADIS, Eric Serra. **Estudo De Implantação De Um Sistema De Produção De Energia Solar Na Comunidade Santa Marta**. 2015. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014655.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

PETROBRÁS (Brasil) (org.). **Estudo de Usos Socioeconômicos de Manguezais da APA Marinha Litoral Centro e da RDS Barra do Una: relatório final de caracterização dos usos socioeconômicos por levantamento de dados primários**. 07. ed. São Paulo: Petrobrás, 2018. 232 p. Disponível em: [https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Relt.finalCampo APAMLC\\_Rev01-signed.pdf](https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Relt.finalCampo APAMLC_Rev01-signed.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.

REZENDE, C. L. *et al.* **From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. Perspectives in Ecology and Conservation**, Rio De Janeiro. 16, n. 4, p. 208-214, Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064418301317> Acesso em: 1 out. 2018.

SANCHES, R. A. **Caiçaras e o Mosaico de Unidades de Conservação Jureia-Itatins: desafios para a gestão. Juréia-Itatins**, Santos, UNISANTA Bioscience v.5 n° 1 p.1-11. 2016. Disponível em : <https://periodicos.unisanta.br/index.php/bio/article/view/627/683>. Acesso: 10.abr.2021

# DOCUMENTOS METODOLÓGICOS PARA ELABORAÇÃO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: UMA ANÁLISE CLIMÁTICA

Nathalia Bassoli Minari

Centro Brasil no Clima - [nathalia.minari@centrobrasilnoclima.org](mailto:nathalia.minari@centrobrasilnoclima.org)

**RESUMO:** Problemáticas de mudanças do clima e perda de diversidade biológica devem ser tratadas conjuntamente. O Brasil possui a maior biodiversidade do planeta, ao mesmo tempo em que se destaca por emitir Gases de Efeito Estufa em decorrência, principalmente, de atividades relacionadas ao uso e transformação do solo. As Unidades de Conservação desempenham um papel importante na proteção e conservação da biodiversidade, bem como na mitigação e adaptação do clima. Este estudo analisou as abordagens de clima e sua relação com a perspectiva da biodiversidade em 17 documentos metodológicos para o planejamento e gestão de UC. Embora resultados relacionados à perspectiva climática tenham sido encontrados, os instrumentos não fornecem orientação para lidar com a mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Conseqüentemente, também não houve menções que relacionassem a questão climática e a perda de diversidade biológica. Nesse sentido, aponta para a necessidade de atualização de tais instrumentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Unidades de conservação, mudanças climáticas, biodiversidade, roteiro metodológico, plano de manejo.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16766872>

**ABSTRACT:** Climate change and biological diversity loss problems must be dealt with jointly. Brazil has the greatest biodiversity on the planet, at the same time it stands out for Greenhouse Gases emission as a result, mainly, of activities related to land use and transformation. Protected Areas play an important role in protecting and conserving biodiversity, as well as for climate mitigation and adaptation. This study analyzed the climate approaches and their relationship with the biodiversity perspective of 17 methodological guidelines for planning and managing Protected Areas. Although climate results were found, instruments providing orientation to address climate change mitigation and adaptation were not. Consequently, there were no mentions relating climate change and the biological diversity loss. In this sense, it points to the necessity of updating such instruments.

**KEYWORDS:** Protected areas, climate change, biodiversity, methodological guide, management plan.

**INTRODUÇÃO:** Com concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> mais altas em 2019 do que em qualquer outro momento em 2 milhões de anos, observa-se um rápido aquecimento da temperatura da superfície global do planeta (IPCC, 2021). O aumento desenfreado de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) por fontes antrópicas tem causado uma intensificação do aquecimento global, de forma que padrões recentes de temperatura tem se mostrado os mais altos da história humana (IPCC, 2021). A mudança climática, induzida pelo homem, tem afetado todas as regiões do globo e assim continuará, uma vez que, ainda que cenários otimistas sejam alcançados, estima-se a continuidade da elevação da temperatura da superfície terrestre até meados do presente século (IPCC 2021).

Além de desestabilizar o equilíbrio energético dos sistemas climáticos da Terra, tais alterações tendem a agravar a problemática de perda de biodiversidade, sendo as mudanças do clima um importante estressor em ecossistemas terrestres, de água doce e oceânico, especialmente em cenários de alto aquecimento (IPCC, 2014). A busca de espécies por ambientes com condições ideais poderá não acontecer em tempo suficiente, de acordo com suas

características de locomoção ou da ocorrência de barreiras naturais, reduzindo suas chances de sobrevivência, ameaçando sua existência (IPCC, 2014).

A necessidade de alinhamento entre as questões de biodiversidade e mudanças climáticas, aparece em metas e acordos internacionais firmados, pela Convenção da Diversidade Biológica (Metas de Aichi) e da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (Acordo de Paris) (UN, 2010; UN, 2015). Além disso, marcos federais como a Política Nacional da Biodiversidade, e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima também indicam (BRASIL, 2002; BRASIL, 2016a).

Por sua vez, a Política Nacional sobre Mudança do Clima destaca a necessidade de fortalecimento de remoções de GEE por sumidouros através da preservação, consolidação e expansão de áreas protegidas, especialmente em biomas Patrimônio Nacional, enquanto o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas prevê, entre outras coisas, a avaliação de tendências da conservação da diversidade biológica diante dos impactos das mudanças climáticas (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2009).

#### **UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: BIODIVERSIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS:**

Unidades de Conservação (UC) são espaços territoriais que contém características naturais relevantes, e se submetem a um regime especial de administração para proteção ou conservação ambiental, conforme o uso que se faz de seu território, podendo ser diferenciadas em: de Proteção Integral ou de Uso Sustentável, (BRASIL, 2000). A conservação de, ao menos, 30% de remanescentes de vegetação nativa, e conseqüentemente de seus elementos da paisagem e de habitat, mostra-se como condição mínima para salvaguardar a diversidade biológica (ROMPRÉ et al., 2010; METZGER, 2010). Nesse sentido, as áreas protegidas exercem um relevante papel de proteção e conservação da biodiversidade, pois tendem minimizar pressões antrópicas diversas.

Além disso, as áreas protegidas destacam-se por ser uma das estratégias de gestão mais eficazes para evitar a conversão de usos da terra, armazenando e prevenindo a perda de carbono presente na vegetação e solos, além de apresentarem um importante papel na captura de dióxido de carbono da

atmosfera e na redução de impactos à eventos extremos clima (DUDLEY et al., 2010). Para funcionarem como um mecanismo de resposta às mudanças climáticas, é fundamental que necessidades de mitigação e adaptação das respectivas áreas protegidas estejam contidas em Planos de Manejo (DUDLEY et al., 2010).

O Plano de Manejo é entendido como um documento técnico que delimita a área da UC, sua zona de amortecimento e corredores ecológicos, e se estabelecem o zoneamento e as regras de uso do território e manejo de seus recursos naturais (BRASIL, 2000). Sua elaboração deve ocorrer no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação, pelo órgão gestor ou pelo proprietário, em caso de ser uma área protegida privada (BRASIL, 2000).

**MEGADIVERSIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL:** Os biomas brasileiros reúnem a maior biodiversidade do planeta, abrigando entre 10 e 20% de todas as espécies registradas do mundo e 30% daquelas de florestas tropicais (LEWINSOHN, 2005). O número exato de espécies existentes no país é desconhecido, dada a ausência de estudos sobre determinadas localidades: Forzza et al. (2010) indicam a ocorrência de 170 a 210 mil espécies distribuídas ao longo dos diversos ambientes, enquanto Lewinsohn e Prado (2005) estimam a existência de cerca de 1,8 milhão de espécies, tendo sido conhecidas apenas 10% destas.

O país ganha evidência, também, por apresentar um padrão de emissão de GEE distinto daquele observado globalmente, sendo o setor de uso e transformação do solo o principal emissor de gases causadores das mudanças climáticas (44% das emissões de brasileiras em 2019), especialmente devido à desmatamentos (ALBUQUERQUE et al., 2020). Por outro lado, ainda que não de forma balanceada, o setor mostra-se relevante à mitigação climática, atuando como sumidouro para o sistema através da captura de carbono de áreas protegidas e do crescimento florestal secundário (ALBUQUERQUE et al., 2020).

A vulnerabilidade da biodiversidade do Brasil frente às mudanças climáticas ainda é uma área pouco explorada, apenas 1,4% das publicações científicas publicadas foram escritas por autores brasileiros (SIQUEIRA et al.,

2009). Assim como observado para o contexto global, no país, estudos que relacionem as temáticas têm, predominantemente, direcionado esforços aos ambientes terrestres (SIQUEIRA et al., 2009).

Pesquisas apontam para o impactos das mudanças climáticas sob espécies da flora do Cerrado (SIQUEIRA & PETERSON 2003; TERRIBILE et al., 2012; SIMON et al., 2013; FRANCO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2020) e da Mata Atlântica (COLOMBO, 2007; COLOMBO & JOLY, 2010); e da fauna dos respectivos biomas, do Cerrado (DINIZ-FILHO et al., 2009; LOYOLA et al., 2012; BORGES et al., 2019; HIDASI-NETO et al., 2019; BORGES & LOYOLA, 2020) e Mata Atlântica (LEMES et al., 2014; LOYOLA et al., 2014). Também, foram realizados estudos a fim de compreender como as mudanças climáticas podem afetar as UC e a biodiversidade do Brasil (FRANÇOS, 2019a; 2019b).

**UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E PLANOS DE MANEJO NO BRASIL:** Ao longo da década 2000 o Brasil foi responsável por criar 74% de todas as áreas protegidas do mundo (JENKINS & JOPPA, 2009). Atualmente, existem 2.500 UC em território brasileiro, gerenciadas por diferentes esferas administrativas, as quais protegem aproximadamente 18% do território continental e 26% de suas áreas marinhas, com desigual distribuição entre os biomas (CNUC, 2021). Apenas 19% das UC brasileiras (492) possuem Plano de Manejo, com predominância para áreas protegidas de proteção integral (303), de esfera administrativa estadual (257), e localizadas no bioma Mata Atlântica (283) (CNUC, 2021).

Documentos metodológicos orientadores à elaboração de instrumentos de planejamento e gestão de UC, especialmente de Plano de Manejo, vem sendo implementados por instituições, nacionais e subnacionais, gestoras de áreas protegidas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Roteiros Metodológicos para planejamento e gestão de Unidades de Conservação

Esfera	Instituição elaboradora	Ano	Nome
Federal	IBAMA	2001	Roteiro Metodológico para Gestão de Área de Proteção Ambiental
Federal	IBAMA	2002	Roteiro Metodológico de Planejamento Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica



Federal	IBAMA	2004	Roteiro metodológico para elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural
Federal	ICMBio	2009	Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais
Federal	ICMBio	2011	Roteiro Metodológico de Planejamento – Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica
Federal	ICMBio	2015	Roteiro Metodológico para elaboração de Plano de Manejo para RPPN
Federal	ICMBio	2017	Diretrizes, normas e procedimentos para a elaboração de Plano de Manejo Participativo de UC Federal das categorias Reserva Extrativista e Reserva de Desenvolvimento Sustentável.
Federal	ICMBio	2018	Roteiro Metodológico para elaboração e revisão de Planos de Manejo das Unidades de Conservação Federais
Estadual	Secretaria de Estado de Meio Ambiente -SEMA	2009	Roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo das Unidades de Conservação Estaduais do Pará
Estadual	Instituto Ambiental do Paraná - IAP	2009	Roteiro Estadual de Planejamento em RPPN
Estadual	Instituto Estadual do Ambiente/RJ - INEA	2010	Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo - Parques Estaduais, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas
Estadual	Instituto Estadual do Ambiente/RJ - INEA	2012	Roteiro metodológico estadual para plano de manejo de RPPN
Estadual	Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul - IMASUL	2015	Roteiro Metodológico para Elaboração dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação Estaduais de Mato Grosso do Sul
Estadual	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente/SP - SIMA	2018	Roteiro metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo
Estadual	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente/SP - SIMA	2020	Roteiro Metodológico – Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo
Municipal	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Curitiba - SMMA	2013	Reserva Particular do Patrimônio Natural Municipal em Curitiba - Roteiro para criação e elaboração do Plano de Manejo e Conservação
Distrito Federal	Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal -IMARH	2013	Roteiro metodológico para elaboração de Planos de Manejo para as Unidades de Conservação do Distrito Federal

Organização: a autora

Tendo em vista, portanto, que: i) há uma consonância de preocupação das problemáticas de biodiversidade e clima em acordos internacionais que o Brasil é signatário e em Políticas e Planos nacionais, ii) as UC, além de terem sua diversidade biológica afetadas pelas mudanças do clima, são relevantes à mitigação e adaptação climática e, iii) há necessidade de que tais questões estejam presentes em Planos de Manejo, analisou-se de que forma se apresenta a articulação das problemáticas nos respectivos roteiros metodológicos de planejamento e gestão de Unidades de Conservação indicados.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** A metodologia adotada considerou a identificação dos termos “clima” e “mudanças climáticas” e sua associação à mitigação, adaptação e biodiversidade. Os resultados encontrados foram categorizados conforme sua similaridade de conteúdo.

**A QUESTÃO CLIMÁTICA EM ROTEIROS METODOLÓGICOS PARA ELABORAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE UC:** A perspectiva do clima esteve presente em grande parte dos roteiros metodológicos analisados (14 deles). A ausência de resultados para a busca proposta se deu em dois documentos voltados às Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (SMMA, 2013; ICMBio, 2015), e um à Reserva Extrativista e Reserva de Desenvolvimento Sustentável (ICMBio, 2017).

A abordagem climática observada tratou, em maior parte, da caracterização física/abiótica da UC e sua área de abrangência, em especial de: padrões climáticos (IBAMA, 2001; SEMA/PA, 2009; IAP, 2009); regime de precipitação, temperaturas, (IBAMA, 2002; IBAMA, 2004; ICMBio 2009; ICMBio, 2011; INEA, 2010; INEA, 2012; SIMA/SP, 2018; SIMA/SP, 2020; IMARH/DF, 2013); evapotranspiração e radiação solar (IBAMA, 2002; IBAMA 2004; ICMBio, 2011; INEA, 2010); regimes de ventos e umidade terrestre (IBAMA, 2002; IBAMA, 2004; ICMBio 2009; ICMBio, 2011; INEA, 2010; INEA, 2012; IMARH/DF, 2013) e de ventos e correntes de deriva para áreas marinhas com dependência de marés meteorológicas (IBAMA, 2002; ICMBio, 2011; INEA, 2010); duração e ocorrência

de estações chuvosa e seca (IBAMA, 2004; INEA, 2012); além da indicação de comparação entre registros de estações meteorológicas da UC e outras próximas, quando existirem (IBAMA, 2002; ICMBio, 2011; INEA, 2010);

Nota-se, também, a presença de indicações para descrever a ocorrência de eventos climáticos: representativos, locais e regionais, como geadas, neve e tornados (IBAMA, 2004; INEA, 2012); catastróficos de origem natural, como enchentes, ciclones/furacões, períodos de seca e outros similares capazes de prejudicar a estabilidade ambiental da região (IAP, 2009); além daqueles extremos (SIMA/SP, 2018; SIMA/SP, 2020). Além disso, o IMARH/DF, (2013) orienta a indicação de meses com variáveis extremas e seus riscos para a UC, como de incêndio devido à baixa umidade relativa.

Alguns dos documentos mostrou articulação com atividades econômicas, especialmente através do: reconhecimento de áreas com potencial paisagístico e atributos climáticos para atividades de turismo ambiental (IBAMA, 2001); de variações climáticas (período de enchentes, secas) relacionadas à produção agrícola e extrativista (doenças, incêndios e outras), e cultural (como festividades e feiras agropecuárias) (SEMA/PA, 2009);

Dois roteiros metodológicos apresentaram considerações sobre a elaboração de informações espaciais. ICMBio (2011) indica para a UC, sua zona de amortecimento e contexto regional, a apresentação de mapas de classificação climática segundo Köppen, e de temperatura e precipitação, podendo ser incluídos outros dados climáticos importantes, como direção dos ventos, encontros de massas atmosféricas, localização das estações climatológicas). SIMA (2020) aponta que a legenda de mapas deve considerar: gradação de cores quentes para temperatura e de cores frias para pluviosidade.

Dentre os documentos analisados, alguns deles indicaram olhares à atributos climáticos relacionados a questões abrangentes. IMASUL/MS (2015) orienta para a identificação de valores chave para o manejo da UC relacionados ao clima, enquanto ICMBio (2018) indica a necessidade de se considerar um enfoque ecossistêmico e de serviços de regulação como valor fundamental, dentre eles o de clima.

Por fim, o único roteiro metodológico que fez menção explícita à problemática das mudanças climáticas e a importância das UC neste contexto foi o IMASUL (2015), o qual reconheceu tais áreas protegidas como principal solução para enfrentar as alterações do clima, por meio de seu potencial de armazenamento de carbono e de mitigação de impactos em tempos de enchentes e secas.

**DISCUSSÃO:** A análise realizada mostrou que os roteiros metodológicos para elaboração de instrumento de planejamento e gestão de UC têm realizado tal abordagem, principalmente, sob a perspectiva meteorológica, com indicação de pontos que devem ser abordados na caracterização da área protegida. Em menor incidência, aparecem questões relacionadas à eventos climáticos, atividades econômicas, apresentação de informações espaciais e relacionado à outras questões abrangentes. Ainda que tais observações sejam relevantes e necessárias ao entendimento da perspectiva do clima da UC, em nenhum dos instrumentos, mesmo no IMASUL (2015), foram observadas orientações metodológicas sobre a abordagem das perspectivas de mitigação e adaptação climática, bem como sobre a relação da problemática com a perda de biodiversidade.

Os instrumentos metodológicos do IBAMA e ICMBio se mostraram como importantes bases à elaboração de roteiros de Planos de Manejo de UC subnacionais, em especial para o contexto analisado. Neste sentido, há uma expectativa para que o enfoque ecossistêmico e de serviços de regulação, inclusive climático, identificado em ICMBio (2018), passe a ser adotado em atualizações dos respectivos roteiros para elaboração de Plano de Manejo das demais esferas de gestão. Contudo, cabe destacar que, ainda que haja o respectivo avanço na abordagem, o documento do ICMBio não detalha como tratar a questão do ponto de vista climático.

Ainda com relação aos roteiros metodológicos subnacionais analisados, observa-se uma predominância deles sob UC localizadas em territórios da Mata Atlântica (7), Cerrado (3), Amazônia (1) e Pantanal (1), sendo que alguns dos

estados envolvem mais de um bioma. Françaço (2019b) aponta que embora a tendência de redução de biodiversidade em decorrência das mudanças climáticas tenha sido observada nas UCs de todos os biomas, exceto do Pampa, as maiores perdas de espécies por deslocamento estão na região central brasileira, especialmente no Cerrado e no Pantanal.

Nesse sentido, possíveis medidas que poderiam ser abordadas em instrumentos metodológicos orientadores à elaboração de Plano de Manejo, especialmente naqueles que se remetem à UC dos biomas citados, são: definir indicadores capazes de monitorar os impactos das mudanças climáticas sob espécies, populações, comunidades e biomas; definir metodologias de elaboração de mapas de impacto, vulnerabilidade e adaptação para os biomas brasileiros; revisar prioridades de conservação e estabelecimento de corredores ecológicos, considerando-se impactos das mudanças climáticas na biodiversidade (CANHOS et al., 2008).

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Este artigo apontou para a necessidade de atualização dos roteiros metodológicos para elaboração de Plano de Manejo de UC, de forma a considerarem a abordagem de perspectivas de mitigação, avaliação de impactos e adaptação às mudanças climáticas em áreas protegidas, em especial para conservação de sua diversidade biológica. Nesse sentido, seria desejável o desenvolvimento de indicadores de monitoramento e avaliação de estratégias, considerando experiências adquiridas por profissionais que tem trabalhado no aperfeiçoamento da elaboração de tais roteiros metodológicos analisados, bem como na própria elaboração de Planos de Manejo de UC.

Por fim, é de extrema relevância destacar que, embora a pesquisa tenha indicado uma carência de orientação metodológica em roteiros para elaboração e revisão de instrumentos de planejamento e gestão de UC e Planos de Manejo, seria necessário uma nova e extensa pesquisa para constatar se há, também, inexistência de abordagem dos aspectos das mudanças climáticas e seus impactos sob a biodiversidade nos diversos Planos de Manejo já elaborados.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, I.; ALENCAR, A.; ANGELO, C.; AZEVEDO, T.; BARCELLOS, F.; COLUNA, I.; COSTA JUNIOR, C.; CREMER, M.; PIATTO, M.; POTENZA, R.; QUINTANA, G.; SHIMBO, J.; TSAI, D.; ZIMBRES, B. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil 1970-2019**, 2020. Disponível em <[https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG\\_8/SEEG8\\_DOC\\_ANALITICO\\_SINTESE\\_1990-2019.pdf](https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG_8/SEEG8_DOC_ANALITICO_SINTESE_1990-2019.pdf)>. Acesso: 10 agosto 2021.

BORGES, F.J.A.; RIBEIRO, B.R.; LOPES, L.E.; LOYOLA, R. Bird vulnerability to climate and land use changes in the Brazilian Cerrado. **Biological Conservation**, n. 236, p. 347–355, 2019.

BORGES, F.J.A.; LOYOLA, R. Climate and land-use change refugia for Brazilian Cerrado birds. **Perspectives in Ecology and Conservation** n°. 18, p. 109–115, 2020.

BRASIL. **Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000**. Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Acesso: 10 ago de 2021.

BRASIL. **Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002**. Política Nacional da Biodiversidade. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4339.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm)>. Acesso em 10 de agosto de 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12187.htm)>. Acesso: 10 de agosto de 2021.

BRASIL. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) – Estratégias Setoriais e Temáticas**, 2016a. Disponível em <[https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80182/LIVRO\\_PNA\\_Plano%20Nacional\\_V2\\_copy\\_copy.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80182/LIVRO_PNA_Plano%20Nacional_V2_copy_copy.pdf)>. Acesso: 10 de agosto de 2021

BRASIL. **Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas**, 2006b. Disponível em <[https://antigo.mma.gov.br/estruturas/205/arquivos/planonacionaareasprotegi das\\_205.pdf](https://antigo.mma.gov.br/estruturas/205/arquivos/planonacionaareasprotegi das_205.pdf)>. Acesso: 10 de agosto de 2021

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M.A. **Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CANHOS, V.P.; SIQUEIRA, M.F.; MARINO, AL. CANHOS, D.A.L. Análise da vulnerabilidade da biodiversidade brasileira frente às mudanças climáticas globais. **Parcerias Estratégicas**, Brasília/DF, n°.27, 2008.

CARDINALE, B.J.; DUFFY, J.E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D.U.; PERRINGS, C.; VENAIL, P.; NARWANI, A.; MACE, G. M.; TILMAN, D.; WARDLE, D.A.; KINZIG, A.P.; DAILY, G.C.; LOREAU, M.; GRACE, J.B.; LARIGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA,

D.S.; NAEEM, S. Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature**, jun, v. 486, p. 59-67. 2012.

CNUC. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**, 2021. Disponível em <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYjBiYzFiMWMtZTNkMS00ODk0LWI1OGltMDQ0NmUzNTQ4NzE4IiwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9>>. Acesso: 10 de agosto de 2021

COLOMBO, A. F. **Consequências potenciais das mudanças climáticas globais para espécies arbóreas da Mata Atlântica**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, 2007.

COLOMBO, A.F.; CARLOS, J. Brazilian Atlantic Forest lato sensu: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change. **Braz J Biol**, v. 70 (3), p. 697-708, 2010.

DINIZ-FILHO, J.A.F.; DE OLIVEIRA, G.; BINI, L.M.; LOYOLA, R.D. NABOUT, J.C.; RANGE, T.F.L.V.B. Biogeografia da conservação e mudanças climáticas no cerrado brasileiro. **Natureza e Conservação**, v. 7 (2), p. 8-18, 2009.

DUDLEY, N.; STOLTON, S.; BELOKUROV, A.; KRUEGER, L.; LOPOUKHINE, N.; MACKINNON, K.; SANDWITH, T.; SEKHRAN, N. **Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change**, IUCNWCPA, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA, 2010.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F.; BICUDO, C. E. M.; CANHOS, D. A. L.; CARVALHO JR, A. A.; COSTA, A.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMAN, L. G.; LUGHADHA, E. N.; MAIA, L C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIN, M. P.; COELHO, M. A. Nadruz; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, S.; SOUZA JR.; V. C.; STEHMANN, R.; SYLVESTRE, L. S.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, E. D. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: A. Jakobsson Estúdio; Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FRANCO, A.C; ROSSATTO, D.R.; SILVA, L.C.R.; FERREIRA, C.S. Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO2 levels and climate warming. **Theor. Exp. Plant Physiol** n.26, p.19–38, 2014.

FRANÇOSO, R. **Efeitos da mudança do clima sobre a biodiversidade. Produto 1. Vulnerabilidade da biodiversidade brasileira às mudanças Climáticas**, 2019a. Disponível em <[https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/artigos-de-monitoramento/copy\\_of\\_efeitos-da-mudanca-do-clima-sobre-a-biodiversidade-fundo-clima/relatorio\\_1\\_vulnerabilidade\\_da\\_biodiversidade\\_brasileira\\_as\\_mudancas\\_climaticas.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/monitoramento/artigos-de-monitoramento/copy_of_efeitos-da-mudanca-do-clima-sobre-a-biodiversidade-fundo-clima/relatorio_1_vulnerabilidade_da_biodiversidade_brasileira_as_mudancas_climaticas.pdf)>. Acesso: 10 agosto 2021.

FRANÇOSO, R. **Efeitos da mudança do clima sobre a biodiversidade. Produto 2. Unidades de conservação sob exposição de mudanças climáticas**, 2019b. Disponível em <<https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que>>

[fazemos/monitoramento/relatorio\\_2\\_unidades\\_de\\_conservacao\\_sob\\_exposicao\\_d\\_e\\_mudancas\\_climaticas.pdf](#)>. Acesso: 10 agosto 2021.

HIDASI-NETO, J.; JONER, D.C.; RESENDE, F.; MONTEIRO, L.M.; FALEIRO, F.V.; LOYOLA, R.D.; CIANCIARUSO, M.V. Climate change will drive mammal species loss and biotic homogenization in the Cerrado Biodiversity Hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation** n.º.17, p. 57–63, 2019.

IAP. **Roteiro Estadual de Planejamento em RPPN**, 2009. Disponível em <[https://issuu.com/rederppn/docs/roteiro\\_metodologico\\_pm\\_rppn\\_pdf](https://issuu.com/rederppn/docs/roteiro_metodologico_pm_rppn_pdf)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

IBAMA. **Roteiro Metodológico para Gestão de Área de Proteção Ambiental**, 2001. Disponível em <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/livros/roteirometodologicoparagestaodeapa.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

IBAMA. **Roteiro Metodológico de Planejamento - Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**, 2002. Disponível em <[https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod\\_data/content/15655/DCO\\_M\\_roteiro\\_metodologico\\_de\\_planejamento\\_parna\\_resex\\_esec.pdf](https://ava.icmbio.gov.br/pluginfile.php/4592/mod_data/content/15655/DCO_M_roteiro_metodologico_de_planejamento_parna_resex_esec.pdf)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

IBAMA. **Roteiro metodológico para elaboração de Plano de Manejo para Reservas Particulares do Patrimônio Natural**, 2004. Disponível em <<https://www.veracel.com.br/wp-content/uploads/2015/01/Roteiro-Metodologico-Plano-de-Manejo-RPPN.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

ICMBio. **Instrução Normativa N° 01, de 18 de setembro de 2007**. Disciplina as diretrizes, normas e procedimentos para a elaboração de Plano de Manejo Participativo de Unidade de Conservação Federal das categorias Reserva Extrativista e Reserva de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em <<https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/o-que-somos/in012007.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

ICMBio. **Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo de Florestas Nacionais**, 2009. Disponível em <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4640335/mod\\_resource/content/1/roteiro%20metodologico\\_flona.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4640335/mod_resource/content/1/roteiro%20metodologico_flona.pdf)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

ICMBio. **Roteiro Metodológico de Planejamento - Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação Ecológica**, 2011. Disponível em <[https://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2014/02/Roteiro\\_\\_versao\\_finalizada\\_2011\\_1.pdf](https://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2014/02/Roteiro__versao_finalizada_2011_1.pdf)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

ICMBio. **Roteiro Metodológico para elaboração de Plano de Manejo para RPPN**, 2015. Disponível em <[https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/crie-sua-reserva/roteiro\\_metodologico\\_rppn\\_2015.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/crie-sua-reserva/roteiro_metodologico_rppn_2015.pdf)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.



ICMBio. **Roteiro Metodológico para elaboração e revisão de Planos de Manejo das Unidades de Conservação Federais**, 2018. Disponível em <[https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/roteiro\\_metodologico\\_elaboracao\\_revisao\\_plano\\_manejo\\_ucs.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/downloads/roteiro_metodologico_elaboracao_revisao_plano_manejo_ucs.pdf)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

IMARH. **Roteiro metodológico para elaboração de Planos de Manejo para as Unidades de Conservação do Distrito Federal**, 2013. Disponível em <<http://ibram.df.gov.br/images/Roteiro%20Metodol%C3%B3gico%20Planos%20de%20manejo.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

IMASUL. **Roteiro Metodológico para Elaboração dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação Estaduais de Mato Grosso do Sul**, 2015. Disponível em <[https://www.academia.edu/26629321/ROTEIRO\\_METODOL%C3%93GICO\\_PARA\\_ELABORA%C3%87%C3%83O\\_DOS\\_PLANOS\\_DE\\_MANEJO\\_DAS\\_UNIDADES\\_DE\\_CONSERVA%C3%87%C3%83O\\_ESTADUAIS\\_DO\\_MATO\\_GROSSO\\_DO\\_SUL](https://www.academia.edu/26629321/ROTEIRO_METODOL%C3%93GICO_PARA_ELABORA%C3%87%C3%83O_DOS_PLANOS_DE_MANEJO_DAS_UNIDADES_DE_CONSERVA%C3%87%C3%83O_ESTADUAIS_DO_MATO_GROSSO_DO_SUL)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

INEA. **Roteiro Metodológico para Elaboração de Planos de Manejo - Parques Estaduais, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas**, 2010. Disponível em <[http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5398/Inea\\_Roteiro-%20metodol%C3%B3gico-planos-manejo-parques-%20reservas-%20esta%C3%A7%C3%B5es%20ecol%C3%B3gicas.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5398/Inea_Roteiro-%20metodol%C3%B3gico-planos-manejo-parques-%20reservas-%20esta%C3%A7%C3%B5es%20ecol%C3%B3gicas.pdf?sequence=2&isAllowed=y)>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

INEA. **Roteiro metodológico estadual para plano de manejo de RPPN**, 2012. Disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/Roteiro-Metodol%C3%B3gico.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

IPCC. Summary for policymakers. In: C.B., BARROS, V.R.; DOKKEN, D.J.; MACH, K.J.; MASTRANDREA, M.D.; BILIR, T.E.; CHATTERJEE, M.; EBI, K.L.; ESTRADA, Y.O.; GENOVA, R.C.; GIRMA, B.; KISSEL, E.S.; LEVY, A.N.; MACCRACKEN, S.; MASTRANDREA, P.R.; WHITE, L.L. (eds.). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32, 2014.

IPCC. Summary for Policymakers. In: ZHAI, V.; PIRANI, P.A.; CONNORS, S.L.; PÉAN, C.; BERGER, S.; CAUD, N.; CHEN, Y.; GOLDFARB, L.; GOMIS, M.I.; HUANG, M.; LEITZELL, K.; LONNOY, E.; MATTHEWS, J.B.R.; MAYCOCK, T.K.; WATERFIELD, T.; YELEKÇI, O.; YU, R.; ZHOU, B. (eds.)). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge University, 2021.

JENKINS, N. C.; JOPPA, L. Expansion of the global terrestrial protected area system. **Biological conservation**, n.º. 142, p. 2.166-2.174, 2009.

LEMES, P.; MELO, A.S.; LOYOLA, R.D. Climate change threatens protected areas of the Atlantic Forest. **Biodivers Conserv**, nº.23, p. 357–368, 2014.

LOYOLA, R.D.; LEMES, P.; FALEIRO, F.V.; TRINDADE-FILHO, J.; MACHADO R.B.; Severe Loss of Suitable Climatic Conditions for Marsupial Species in Brazil: Challenges and Opportunities for Conservation. **PLOS ONE** nº. 7. V. 9, 2012.

LOYOLA, R.D. LEMES, P.; BRUM, F.T.; PROVETE, D.B.; DUARTE, L.D.S. Clade-specific consequences of climate change to amphibians in Atlantic Forest protected areas. **Ecography**, nº.37, p. 65–72, 2014.

LEWINSON, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, nº. 1, v. 1, p. 36-42, 2005.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? **Natureza e conservação**, nº. 8, p. 92-99, 2010.

MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C.G.; BROOKS, T.M.; PILGRIM, J.D.; KONSTANT, W.R.; DA FONSECA, G.A.B.; KORMOS, C. Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the national academy of sciences**, nº. 100, v. 18, p. 10.309-10.313, 2003.

OLIVEIRA, P.A.; DE MOURA, C.C.; SANTOS, L.G.; PEREIRA, I.M.; BUENO, M.L.; MACHADO, E.L.M.; Impact of climate change on the potential distribution of native and invasive grasses in the cerrado. **Floresta**, nº. 50, v. 3, p. 1555 - 1564, 2020.

ROMA, J. C.; VIANA, J. P. Conservação desbalanceada entre os biomas. **Desafios do desenvolvimento**, nº. 55, p. 50, 2009.

ROMPRÉ, G.; BOUCHER, Y.; BÉLANGER, L.; CÔTÉ, S.; ROBINSON, W.D. Conserving biodiversity in managed forest landscapes: the use of critical thresholds for habitat. **The forestry chronicle**, v. 86, p. 589-596, 2010

SABINO, J.; PRADO, P. I. K. L. Vertebrados. In. LEWINSON, T. **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. Brasília: MMA, 2005. v. II, p. 55-145

SEMA. **Roteiro metodológico para elaboração de planos de manejo das Unidades de Conservação Estaduais do Pará**, 2009. Disponível em <<https://www.ideflorbio.pa.gov.br/wp-content/uploads/2020/11/Roteiro-Metodologico-SEMAS.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

SIMON, L.M.; DE OLIVEIRA, G.; BARRETO, B.S.; NABOUT, J.C.; RANGEL, T.F.L.V.B.; DINIZ-FILHO, J.A.F. Effects of global climate changes on geographical distribution patterns of economically important plant species in cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, nº.37, v.2, p.267-274, 2013.

SIMA. **Roteiro metodológico para Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**, 2018. Disponível em

<<https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2018/12/roteiro-metodologico.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

SIMA. **Roteiro Metodológico – Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**, 2020. Disponível em <<https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/01/roteiro-metodologico-em-baixa.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

SIQUEIRA, M. F. D.; PETERSON, A. T. Consequences of global climate change for geographic distributions of cerrado tree species. **Biota Neotropica**, nº 3, 2003.

SIQUEIRA, T.; PADIAL, A.A.; BINI, L.M. Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade: um panorama sobre as atividades de pesquisa. **Megadiversidade** v. 5, nº1-2, p. 17-26, 2009.

SMMA. **Reserva Particular do Patrimônio Natural Municipal (RPPNM) em Curitiba - Roteiro para criação e elaboração do Plano de Manejo e Conservação**, 2013. Disponível em < <http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2014/00145487.pdf>>. Acesso: 17 de agosto de 2021.

TERRIBILE, L.C.; LIMA-RIBEIRO, M.S.; ARAÚJO, M.B; BIZÃO, N.; COLLEVATTI, R.G.; DOBROVOLSKI, R.; FRANCO, A.A.; GUILHAUMON, F.; LIMA, J.S.; MURAKAMI, D.M.; NABOUT, J.C.; DE OLIVEIRA, G.; DE OLIVEIRA, L.K.; RABELO, S.G.; RANGEL, T.F.; SIMON, L.M.; SOARES, T.N.; TELLES, M.P.C.; DINIZ-FILHO, J.A.F. Areas of Climate Stability of Species Ranges in the Brazilian Cerrado: Disentangling Uncertainties Through Time. **Natureza & Conservação** nº 10, v. 2, p.152-159, 2012.

TOZATO, H.C.; MELLO-THÉRY, N.A.; DUBREUIL, V. Impactos das mudanças climáticas na biodiversidade brasileira e o desafio em estabelecer uma gestão integrada para a adaptação e mitigação. **RGPP**, nº 5, v. 2, p. 309-268, 2015

UNITED NATIONS (UN). **Aichi Biodiversity Targets**, 2010. Disponível em <<https://www.cbd.int/sp/targets/>>. Acesso: 10 de agosto de 2021.

UNITED NATIONS (UN). **Paris Agreement**, 2015. Disponível em <[https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)>. Acesso: 10 de agosto de 2021.

VIANA, J.P.; DA SILVA, A.P.M.; ROMA, J.C.; SACCARO JR., N.L.; DA SILVA, L.R.; SANO, E.E.; DE FREITAS, D.M. **Avaliação do estado de conservação da biodiversidade brasileira: desigualdades entre regiões e unidades da federação**, 2013. Disponível em <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3944/1/Livro-Brasil em desenvolvimento 2013 v 3.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3944/1/Livro-Brasil%20em%20desenvolvimento%202013%20v%203.pdf)>. Acesso: 10 de agosto de 2021.

# RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA E ECOLÓGICA DO AMBIENTE PELO OLHAR DE COMUNIDADES TRADICIONAIS

Ariadne Dall'acqua Ayres<sup>1</sup>; Fernanda da Rocha Brando<sup>2</sup>; Ricardo Macedo

Corrêa e Castro<sup>3</sup>

1 - Ariadne Dall'acqua Ayres. Universidade de São Paulo. [ariadneayres5@gmail.com](mailto:ariadneayres5@gmail.com)

2 - Fernanda da Rocha Brando Fernandez. Universidade de São Paulo. [ferbrando@ffclrp.usp.br](mailto:ferbrando@ffclrp.usp.br)

3 - Ricardo Macedo Corrêa e Castro. Universidade de São Paulo. [rmccastro@ffclrp.usp.br](mailto:rmccastro@ffclrp.usp.br)

**RESUMO:** Frente à diversidade cultural existente no Brasil, em virtude da presença de diferentes comunidades tradicionais, além da variedade biológica aqui presente e modificada ao longo dos anos, este trabalho tem o objetivo de gerar discussões acerca das contribuições que essas populações poderiam fornecer para pesquisas históricas e ambientais, sobretudo na perspectiva de entender as paisagens pretéritas. Para tanto, esse estudo sendo exploratório, utiliza-se os princípios e a literatura da história ambiental, bem como da etnociência para embasar essas discussões, permeando-as com a percepção de jovens Kaingang acerca do ambiente em que vivem e trabalhos que envolvem a *shifting baseline syndrome*, possibilitando que se estabeleça um retrato possível da perda da biodiversidade. O interesse desse trabalho reside em compreender como o entendimento acerca do cenário atual e pretérito de um ambiente, em determinado período, podem ajudar a reconstituir as perdas e modificações ocorridas em uma dada região. Por meio da pesquisa exploratória, foi constituído um ensaio que confrontou a perspectiva trazida pela história ambiental e também pela etnoconservação, por meio da pesquisa com comunidades tradicionais. Permeado pelo diálogo com a SBS para a descrição e registro de paisagens/ambientes em diferentes períodos temporais, estabeleceu-se reflexões incorporando essas abordagens e apresentando o potencial da utilização de conhecimentos tradicionais.

**Palavras-Chave:** História ambiental; Etnociência; *Shifting baseline syndrome*; Conservação da biodiversidade; povo Kaingang.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16701868>

**ABSTRACT:** In view of the cultural diversity that exists in Brazil, due to the presence of different traditional communities, in addition to the biological variety present here and modified over the years, this work aims to generate discussions about the contributions that these populations could provide for historical and environmental issues, especially from the perspective of understanding past landscapes. Therefore, this study is exploratory, using the principles and literature of environmental history, as well as ethnoscience to support these discussions, permeating them with works that involve the shifting baseline syndrome, enabling a portrait of the loss of biodiversity. The interest of this work is understanding how the studies of the current and past scenario of a landscape, in a given period, can help to reconstruct the losses and changes that occurred in a given region. Through exploratory research, an essay was constituted that confronted the perspective brought by environmental history and also by ethnoconservation, through research with traditional communities. Permeated by the dialogue with the SBS for the description and recording of landscapes/environments in different periods of time, reflections were established incorporating these approaches and presenting the potential of using traditional knowledge.

**Keywords:** Environmental history; Ethnoscience; Shifting baseline syndrome; Biodiversity conservation; Kaingang people.

**INTRODUÇÃO:** A relação ser humano-natureza é intrínseca a sua própria sobrevivência. A dependência dos recursos naturais, sejam eles bióticos ou abióticos, faz parte da história desde o início, perdurando até os dias atuais. Diversas são as disciplinas que buscam registrar e compreender essas interações e percursos ao longo do tempo, sobretudo enfatizando o ser humano como modificador de paisagens.

Por um longo período a ciência ocidental foi amparada pelo pensamento cristão, evidenciado inclusive por padres e monges com grandes descobertas e contribuições científicas. Nesse sentido, a perspectiva utilitária dos ambientes, da flora e da fauna era comum, entendendo que se seguia a ideologia cristã de que 'o

mundo e todas as suas criaturas foram feitos para servirem às necessidades dos homens”. O pensamento utilitário ainda perdura na sociedade capitalista, porém ao adentrar na ciência é bastante difundido, nos dias atuais, perspectivas outras, que buscam olhar para os processos como um todo, tirando o ser humano do centro dos interesses de pesquisa.

Nesse sentido, data da segunda metade do século XX um novo campo de pesquisa que visa lançar luz e registrar a perspectiva histórica do ambiente e das paisagens, as modificações e as interferências sofridas, em detrimento do registro corriqueiro da narrativa humana. A história ambiental, enquanto campo historiográfico, é uma vertente de estudo que rejeita a premissa cristã de que não haviam restrições do uso da natureza pela espécie humana, colocando-a como uma espécie comum às demais. Esses discursos surgiram da pressão popular dos movimentos sociais dos anos 70 frente às constantes degradações ambientais ocorridas, enfatizando o dever dos cientistas de abordar essas mudanças (WORSTER, 1991; PÁDUA, 2010). Assim, sintetiza-se:

A história ambiental nasceu, portanto, de um objetivo moral, tendo por trás fortes compromissos políticos, mas, à medida que amadureceu, transformou-se também num empreendimento acadêmico que não tinha uma simples ou única agenda moral ou política para promover. Seu objetivo principal se tornou aprofundar o nosso entendimento de como os seres humanos foram, através dos tempos, afetados pelo seu ambiente natural e, inversamente, como eles afetaram esse ambiente e com que resultados (WORSTER, 1991, p. 199-200).

Desse modo, ressalta-se o tempo, enquanto plano de fundo em que ocorrem os processos ecológicos, de forma que as pesquisas históricas do ambiente, considerando e reconhecendo as identidades culturais e os processos econômicos e tecnológicos, encontrem-se nos estudos da história ambiental. Amplia-se, assim, o olhar para além da história da humanidade, em vistas a atingir uma história global, retratando, inclusive, as modificações das paisagens e territórios. Frente a esse contexto, mostra-se fundamental pesquisas que abordem a conservação da biodiversidade, uma vez que essas contribuem com o entendimento das mudanças ocorridas no ambiente, as causas e consequências atreladas a ela, sobretudo ao considerar a relação com o ser humano.

A conservação da biodiversidade abrange a diversidade biológica em todos os níveis de organização e pauta suas justificativas em interesses estéticos, intelectuais e utilitários, para presentes e futuras gerações (OLIVEIRA, 2015). De maneira geral, utiliza-se a definição clássica proposta em 1980 na Estratégia Mundial para a Conservação, pela World Wildlife Fund (WWF) e pela International Union for Conservation of Nature (IUCN), de que essa envolve o manejo do uso humano de organismos e ecossistemas, de modo que esse uso seja sustentável e inclua proteção, manutenção, melhoramento e restauração dos ecossistemas e populações. Nessa definição, Diegues (2000) traz uma observação quanto ao tratamento das palavras, o qual demonstra não um mundo natural, intocável, e sim a natureza como um instrumento válido de manejo e mudança.

Ainda assim, é um desafio desvincular a perspectiva de que os ambientes para serem conservados devem afastar-se das sociedades humanas, devido ao ideal da civilização cristã-ocidental, na qual o ser humano é dominador e detentor da natureza. Em contraste, a etnoconservação surge como uma vertente que busca ressignificar a forma como as relações socioambientais são interpretadas e debatidas, colocando no centro da discussão a presença e contribuição das comunidades tradicionais para o meio ambiente.

Considerando o contexto histórico e socioambiental específico a que o Brasil está submetido, contando com ampla diversidade biológica e cultural, o presente trabalho propõe, de maneira geral, discutir como as pesquisas realizadas em cooperação com comunidades tradicionais podem contribuir para o desenvolvimento de estudos de história ambiental. Além disso, espera-se também debater sobre como a inclusão de abordagens etnocientíficas e históricas relacionadas às mudanças dos ambientes possibilitam contribuir com o retrato da perda da biodiversidade, na perspectiva da *shifting baseline syndrome* (SBS), propondo diálogos e aproximações entre esses campos de pesquisa. O interesse desse trabalho reside em compreender como o entendimento acerca do cenário atual e pretérito de um ambiente, em determinado período, podem ajudar a reconstituir as perdas e modificações ocorridas em uma dada região.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Partindo do entendimento de que os debates propostos buscam evidenciar temáticas e construir hipóteses, estabeleceu-se tratar de uma pesquisa exploratória qualitativa, com enfoque nas interrelações que podem ser estabelecidas entre as problemáticas socioambientais e históricas. Tratando-se ainda dessa abordagem, propõe-se que o enfoque qualitativo não diz respeito a testar hipóteses com o intuito de corroborar o que já é bem estabelecido, e sim em descobrir e reinventar novas teorias empiricamente fundamentadas (FLICK, 2008). Ademais, da perspectiva de uma pesquisa exploratória, entende-se que seu planejamento deve ser flexível, possibilitando abranger dados de diversas fontes (GIL, 2002).

Nesse sentido, para materialização deste ensaio, fez-se uso da revisão bibliográfica de interlocuções da história ambiental – trazendo a ênfase histórica –, da etnoconservação – enquanto área que enfatiza estudos junto às comunidades tradicionais –. Permeou-se a discussão com percepções recolhidas por meio de entrevistas semiestruturadas com jovens Kaingang, quanto ao ambiente em que vivem/viveram, além de obras que versam acerca da *shifting baseline syndrome*, na perspectiva de que se encontrem pontos de congruência nessas áreas, baseados na conservação da biodiversidade. A análise da literatura permite olhar para dados teóricos e empíricos de diferentes trabalhos, abrangendo distintas metodologias de pesquisa e aportes teóricos.

Destaca-se que as entrevistas ocorreram no ano de 2020, conforme autorização do Comitê Nacional de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CONEP), e encontra-se registrada sob o número CAAE: 29910220.9.0000.5407.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na perspectiva de explorar e traçar paralelos entre campos de pesquisa que evidenciem as relações ser humano-natureza, ainda que sob ênfases distintas, primeiramente aprofunda-se o delineamento teórico dessas áreas, para que seja possível evidenciar pontos de contato, à posteriori.

A história ambiental, analisada enquanto campo de pesquisa histórica, foi deflagrada em decorrência da necessidade de relacionar três pilares que se mostravam em voga à época: as relações ecológicas, econômicas e humanas



(PÁDUA, 2010). Além disso, explorava a incorporação de visões favoráveis ao desenvolvimento de novas maneiras de superar as intervenções do ser humano na natureza também se faz presente na história ambiental (LEFF, 2003).

Apresentando-se como um diversificado campo de trabalho, a “história do mundo”, como é definida por estudiosos da área, evidencia as relações sociais e naturais traçadas nos territórios, promovendo reflexões profundas à história ambiental. Retratada também como um campo de pesquisa que amplia a análise histórica, nela o ser humano deixa de ser o objeto central dos estudos, para ser um dos fenômenos que podem explicar as modificações ocorridas nas paisagens, sob um olhar da preocupação com os problemas ambientais crescentes e evidenciados desde o século XX.

A conservação da biodiversidade mostra-se foco importante de estudo e/ou atuação para mitigar alguns efeitos mais severos do desequilíbrio da relação entre ser humano e natureza. Partindo da ideia de Vieira e Cury (2012) de que para conservar é preciso conhecer, reconhece-se que as vivências das comunidades tradicionais com o ambiente que as cerca oferece subsídios para uma imersão completa no meio em que vivem. Além disso, a proximidade com o meio permite o desenvolvimento de conhecimentos técnicos e de manejo distintas daquelas desenvolvidas somente por meio do método científico (AB’SABER, 1996). Ademais, visões que possibilitam interconexões entre os saberes tradicionais e a proteção da natureza, preocupadas com o meio sociocultural, tal qual a etnoconservação, visam à permanência das populações tradicionais em seus territórios, entendendo que isso garante o acesso aos recursos naturais de que eles dependem para manter seus modos de vida e os ambientes em que vivem (DIEGUES, 2000).

Buscando discutir as mudanças graduais na percepção dos ambientes, ensejada pela falta de conhecimentos acerca do panorama histórico-temporal pretérito, a *shifting baseline syndrome* visa possibilitar a reconstrução do parâmetro anterior de determinada paisagem, bem como levantar a constituição de sua flora e fauna e entender a perda do contato e percepção direta dos seres humanos com o ambiente que os cerca (SOGA; GASTON, 2016). Assim, também se discute a importância de reconhecer esses processos de modificação e perda

para contribuir efetivamente com políticas públicas de conservação e manutenção dos sistemas naturais, entendendo que esse olhar contextualizado favorece a correta restauração de ambientes (PAULY, 2001).

O fenômeno da SBS é destacado hoje por alguns conservacionistas como sendo uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade, sobretudo entendendo que o esquecimento geracional do baseline anterior de um ambiente pode acarretar um aumento da tolerância das populações humanas sobre a degradação das paisagens e ecossistemas, refletindo-se diretamente na perda de biodiversidade. Assim, entende-se que a história ambiental, na perspectiva de registrar as paisagens atuais e levantar evidências das modificações realizadas ao longo do tempo, possibilita evidenciar a ocorrência da SBS em diversas situações.

Um caso particular sobre a temática e importante para se construir um panorama fidedigno do cenário de estudo, seria retomando os relatos de populações pretéritas que viveram nessa área. Assim, a singularidade oferecida pelas comunidades tradicionais, sobretudo pela ligação histórica e afetiva com o território que habitam, é passível de ser utilizada como subsídio para o entendimento de processos históricos de mudanças de paisagem. Ademais por serem grupos que ainda mantém uma relação intrínseca com a natureza, não passam por o que Soga e Gaston (2016) definem como 'extinção da experiência', uma vez que o contato direto com o ambiente é constante.

Na perspectiva da história ambiental de registrar as paisagens e entender os processos a que foram submetidos, utilizando-se da abordagem histórica, o cenário é deflagrado evidenciando todas as modificações ali ocorridas, entendendo que esse é constantemente modificado. Da mesma forma, quando se busca olhar para uma espécie ou ecossistema específico, deve-se buscar o histórico do organismo de interesse, como apresenta o estudo de Hanazaki e colaboradores (2013) ao olhar para a abundância de recursos botânicos de determinadas regiões em um período de tempo, utilizando dados decorrentes de estudos junto a comunidades tradicionais.

Interessada em buscar dados que pudessem corroborar as discussões desencadeadas pela SBS, sobretudo da perspectiva de comunidades tradicionais, foram analisados relatos de jovens indígenas, do povo Kaingang, que trouxessem

suas percepções acerca das mudanças ambientais ocorridas nas áreas que viveram. De modo geral, por meio do resgate de memórias da infância, comparando-as ao panorama atual de suas vivências, questionou-se o que mudou em termos da utilização ou percepção de flora e fauna na aldeia, em decorrência da dificuldade de encontrá-los. Foi recorrente a narrativa da falta de animais de caça e de plantas usadas para fins medicinais, sobretudo pela divisão de territórios pela passagem de estradas, dificultando o acesso a determinadas áreas e que ‘espantaram’, como dito, os animais de caça. Além disso, também relataram a ausência de certas plantas medicinais específicas, utilizadas principalmente pelas anciãs.

Sabe-se que diversos pesquisadores vêm utilizando o conhecimento tradicional enquanto ferramenta linguística e fonte de dados para pesquisas atuais (POSEY, 1987), porém estratégias que incorporem a perspectiva histórica das mudanças ambientais, interligadas com os relatos provenientes de testemunhas oculares desses acontecimentos, são passíveis de promover debates interdisciplinares ricos e integrados, sobretudo tratando-se da conservação da biodiversidade.

**CONCLUSÃO:** Levando em consideração a diversidade cultural do Brasil particularmente no contexto das comunidades tradicionais presentes no território, o presente trabalho buscou refletir sobre as contribuições que as pesquisas realizadas junto a esse público podem fornecer à trabalhos históricos e ecológicos que visem a reconstrução de cenários ambientais pretéritos. Delimitando o debate à alçada da conservação da biodiversidade, sobretudo, o trabalho buscou trazer à discussão também o fenômeno da *shifting baseline syndrome*, entendendo que se baseia na análise e comparação de retratos da paisagem muito singulares, a fim de estabelecer as perdas de biodiversidade.

Por meio da pesquisa exploratória, foi constituído um ensaio que confrontou a perspectiva trazida pela história ambiental e também pela etnoconservação, por meio da pesquisa com comunidades tradicionais. Permeado pelo diálogo com a SBS para a descrição e registro de paisagens/ambientes em diferentes períodos temporais, estabeleceu-se reflexões incorporando essas

abordagens e apresentando o potencial da utilização de conhecimentos tradicionais. Ademais, dados recolhidos nas entrevistas com jovens Kaingang mostraram, de maneira geral, que as percepções que se tem é de que algumas espécies facilmente encontradas nos territórios que habitam, nos dias atuais já não são vistas ou utilizadas, em virtude da ausência dessa fauna e flora.

O diálogo interdisciplinar trazido pelos estudos da história ambiental e da SBS para a conservação da biodiversidade, agregando as perspectivas e dados trazidos pelas comunidades tradicionais, são passíveis de oferecer um cenário favorável a reconstrução histórica de ambientes, contribuindo para o entendimento dos processos ligados a essa temática. Sob esse cenário, o presente trabalho sugere um incentivo à incorporação da perspectiva histórica em trabalhos que visem o entendimento da composição biológica de um ambiente específico, bem como a consulta e incorporação de dados trazidos pelas comunidades tradicionais que ocupam a região, podendo fornecer subsídios para melhor compreensão das modificações e perdas ocorridas ao longo do tempo. Além disso, a rede de informações geradas pela interpolação de dados vindos de diferentes campos de pesquisa, possui potencial para evidenciar a perda de biodiversidade geracional de uma dada localidade.

**AGRADECIMENTOS:** À CAPES pelo apoio financeiro.

## **REFERÊNCIAS:**

AB'SABER, A. N. Estratégia para recuperação da biodiversidade regional. in: DENCKER, A. F. M.; KUNSCH, M. M. K. (orgs.). **Comunicação e meio ambiente**. São Bernardo: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, p. 145-151, 1996.

DIEGUES, A. C. (Org.). **Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos**. São Paulo: Hucitec, 2000. 289p.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

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

HANAZAKI, N.; HERBST, D. F.; MARQUES, M. S.; VANDEBROEK, I. Evidence of the shifting baseline syndrome in ethnobotanical research. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, p. 75-86, 2013.

LEFF, E. Construindo a História Ambiental da América Latina. **Revista Esboços**. Florianópolis: UFSC, v. 13, p. 11-29, 2003.

OLIVEIRA, J. P. **A conservação da biodiversidade no contexto brasileiro do final do século XX ao início do século XXI**. Monografia, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Ribeirão Preto: 2015.

PÁDUA, J. A. As bases teóricas da história ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 81-101, 2010.

PAULY, D. Importance of the historical dimension in policy and management of natural resource systems. In: FEOLI, E.; NAUEN, C. E (eds.). Proceedings of the INCO-DEV International Workshop on Information Systems for Policy and Technical Support in Fisheries and Aquaculture. **Fisheries Research Report**, n. 8, p. 5-10, 2001.

POSEY, D. A. Introdução: Etnobiologia: Teoria e Prática. In: Ribeiro, D. (Ed.). **Suma Etnológica brasileira**. v.1. Petrópolis: Vozes/FINEP, p.15-25, 1987.

SOGA, M.; GASTON, K. J. Extinction of experience: the loss of human-nature interactions. **Front Ecol Environ**, v. 14, p. 94-101, 2016.

VIEIRA, A. C.; CURY, M. X. Conhecer para preservar: análise de relacionamento de um morador da cidade do Rio de Janeiro com o Parque Nacional da Tijuca. **Seminário Internacional Patrimônio e Paisagem em espaços lusófonos e hispânicos 2012**. Rio de Janeiro, 2012.

WORSTER, D. Para fazer história ambiental. **Estudos históricos**, v. 4, n. 8, p. 198-215, 1991.

# PLANOS DE GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL DE TERRAS INDÍGENAS NO ESTADO DO ACRE

Málika Simis Pilnik<sup>1</sup>; Tarik Argentim<sup>2</sup>

1 – Málika Simis Pilnik. (SEMAPI/AC). [mali.simis1202@gmail.com](mailto:mali.simis1202@gmail.com)

2 – Tarik Argentim. Fundação Nacional do Índio (FUNAI). [tarik.escomod@gmail.com](mailto:tarik.escomod@gmail.com).

**RESUMO:** Os planos de gestão territorial e ambiental (PGTA) são importantes instrumentos de implementação da Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas. Este trabalho possui o objetivo de analisar desafios e perspectivas no processo de desenvolvimento de ações quanto a revisão do PGTA Arara do Igarapé Humaitá; elaboração do PGTA Nawa; e elaboração do PGTA Kuntanawa. Os três territórios estão localizados na Amazônia Ocidental, no Acre, que possui, ao todo, 35 terras indígenas, abrangendo aproximadamente 15% da área estadual. Devido à pandemia do COVID-19, as atividades foram realizadas remotamente, através de contato telefônico, videoconferências, pesquisa documental e bibliográfica. O principal desafio que os três PGTA buscam enfrentar relaciona-se ao crescimento populacional frente ao território delimitado. Esta questão se desdobra em uma série de preocupações. Para os indígenas, a mais ameaçadora é a conversão dos sistemas naturais em pastagens. Frente às adversidades, os PGTA apontam perspectivas de futuro. Uma delas relaciona as dimensões econômica e ambiental, na tentativa de aliar a produção alimentar com a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Assim, os indígenas Arara, Nawa e Kuntanawa vislumbram alternativas viáveis ao modo de vida tradicional: sistemas agroflorestais, criações de animais de pequeno porte, meliponicultura, piscicultura, etc. Embora as atividades de revisão e elaboração dos PGTA tenham ocorrido de maneira remota, se verifica a importância desse trabalho no tocante ao aprimoramento dos acordos de gestão e governança territorial, tendo em vista a constante dinâmica sociocultural, econômica e ambiental que abrange os povos indígenas e o entorno dos territórios.

**Palavras-Chave:** Terras indígenas; Gestão territorial e ambiental; Conservação da biodiversidade e dos recursos naturais; Atualização de planos de gestão territorial e ambiental.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16733026>

**ABSTRACT:** The territorial and environmental management plans are important instruments for implementing the National Policy for Territorial and Environmental Management of Indigenous Lands (PGTA). This work aims to analyse the challenges and perspectives in the process of developing actions regarding the review of the PGTA Arara do Igarapé Humaitá, the elaboration of the PGTA Nawa, and the elaboration of the PGTA Kuntanawa. The three territories are located in Brazil's Western Amazon, in the state of Acre, which has a total of 35 indigenous lands, covering approximately 15% of the state's area. Due to the COVID-19 pandemic, the activities were carried out remotely, both through telephone and videoconferences, and through documentary and bibliographic research. The main challenge that the three PGTA seek to address concerns population growth in relation to the delimited territory. This issue unfolds a series of concerns. For the indigenous people, the most threatening is the conversion of natural systems into pastures for cattle raising. In the face of adversity, the PGTA points to future perspectives. One of them links the economic and environmental dimensions, in an attempt to combine food production with the conservation of biodiversity and natural resources. With this in mind, the indigenous Arara, Nawa, and Kuntanawa envision viable alternatives to the traditional way of life: agroforestry systems, small animal husbandry, meliponiculture, fish farming, etc. Although the PGTA review and elaboration activities have occurred remotely, it is possible to verify the importance of this work with regard to the improvement of management and territorial governance agreements, especially in view of the constant sociocultural, economic, and environmental dynamics that encompass the indigenous peoples and the surroundings of their territories.

**Keywords:** Indigenous lands; Territorial and environmental management; Conservation of biodiversity and natural resources; Updating of territorial and environmental management plans.

**INTRODUÇÃO:** A gestão territorial e ambiental de terras indígenas combina a dimensão política da proteção territorial com a dimensão socioambiental de ações voltadas para sua sustentabilidade, envolvendo

atividades tanto de ordenamento territorial quanto de gestão ambiental (LITTLE, 2006). No âmbito da Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI (BRASIL, 2012), os instrumentos de gestão territorial e ambiental têm sido cada vez mais reconhecidos como uma forma de apoiar e promover a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais, valorizando e reconhecendo os conhecimentos indígenas associados à biodiversidade (FUNAI, 2013).

Os Planos de Gestão Territorial e Ambiental (PGTA) são importantes instrumentos de implementação da PNGATI. Estruturam-se enquanto expressão de autonomia e autodeterminação dos povos indígenas, além de constituírem marcos normativos de base comunitária indispensáveis ao alcance de boas práticas de governança e gestão de territórios. Para além, configuram-se em conjuntos de metas, ações, acordos e atividades que são pensadas, discutidas e organizadas, de forma coletiva, entre as comunidades (FUNAI, 2013).

De modo geral, dentre outras funções, é possível observar que os PGTA visam contribuir de maneira direta com: a) promoção do protagonismo e da autonomia dos povos indígenas; b) redução de conflitos internos e estabelecimento de acordos para gestão das terras indígenas; c) auxílio nos processos de reivindicação da defesa e proteção do território e seus recursos naturais; d) redução das ameaças sobre as terras indígenas; e) qualificação das reivindicações fundiárias indígenas; f) fortalecimento das organizações indígenas; g) geração alternativa de renda; h) transmissão de conhecimento entre gerações; i) melhorias nos processos relacionados à educação, saúde e promoção social; e etc. (FUNAI, 2013).

O processo de desenvolvimento do documento ocorre com base nos valores socioculturais de cada povo indígena e tem sido construído por meio de encontros, oficinas, intercâmbios e discussões comunitárias, em articulação com os poderes públicos constituídos e organizações da sociedade civil organizada – sobretudo indigenistas e ambientalistas. Neste contexto, são levados à cabo levantamentos socioeconômicos, ecológicos e culturais, bem como etnomapeamentos e etnozoneamentos do território. Com o fito de legitimar



acordos (internos e externos) e de auxiliar no fomento e na execução de políticas públicas para os povos indígenas, os PGTA se configuram como uma ferramenta privilegiada para o diálogo intercultural com os governos, com os parceiros e com o entorno dos territórios indígenas (GRUPIONI, 2020).

O estado do Acre, localizado na Amazônia Ocidental brasileira, na fronteira com o Peru, possui 35 terras indígenas reconhecidas pelo governo federal – em diferentes etapas nos respectivos processos administrativos de regularização fundiária. Situadas nas bacias dos rios Juruá e Purus, abrangem, aproximadamente, 15% do território acreano. Nelas se encontram 15 povos indígenas, cujos idiomas pertencem a três famílias linguísticas (Pano, Aruak e Arawá). Além desses, existe ainda um grupo de indígenas de recente contato e outros grupos (confirmados e registrados) em estado voluntário de isolamento (CPI, 2021).

No âmbito do Programa de Saneamento Ambiental e Inclusão Socioeconômica (PROSER), a Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Políticas Indígenas do Acre (SEMAPI), por meio de financiamento do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), iniciou, em 2021, a revisão, atualização e elaboração de planos de gestão territorial e ambiental (PGTA) de 34 terras indígenas. Este trabalho possui o objetivo de analisar os desafios e perspectivas no processo de desenvolvimento de tais ações quanto a revisão do PGTA Arara do Igarapé Humaitá, elaboração do PGTA Nawa e elaboração do PGTA Kuntanawa.

**ÁREA DE ESTUDO:** A Terra Indígena (TI) Arara do Igarapé Humaitá está localizada na região do Alto Juruá, no município de Porto Walter/AC. Seus limites somam aproximadamente 87.000 ha. É de posse permanente do povo indígena Arara (autodenominado Shawãdawa), da família linguística Pano, de modo que a maior parte dos membros dessa etnia reside atualmente no referido território. Existe uma sobreposição territorial de 10.566 ha (12% do território da TI) com a Reserva Extrativista Riozinho da Liberdade (CORREIA, 2001).

Por seu turno, a TI Nawa, localizada no município de Mâncio Lima/AC, também na região do Alto Juruá, encontra-se totalmente sobreposta ao Parque Nacional da Serra do Divisor (PNSD) – unidade de conservação de proteção integral criada pelo governo federal no ano de 1989. Os indígenas Nawa reivindicaram oficialmente a demarcação da TI em 1999, quando, com apoio do Conselho Indigenista Missionário – CIMI, acionaram a Fundação Nacional do Índio – FUNAI para iniciar o processo administrativo de regularização fundiária. Após mais de vinte anos de reivindicação, mobilização e judicialização da demanda, até o momento não houve ainda acordo entre os indígenas e o ICMBio (órgão gestor ambiental), de modo que permanece suspenso o diagnóstico etnoambiental, peça fundamental para a demarcação da TI.

Assim como as demais, a TI Kuntanawa encontra-se na região do Alto Juruá. Localizada no município de Marechal Thaumaturgo, no extremo oeste do estado do Acre, encontra-se totalmente sobreposta à Reserva Extrativista (RESEX) do Alto Juruá. Suas três aldeias (Kuntamanã, Sete Estrelas e Cachoeira) situam-se às margens do alto rio Tejo, entre alguns de seus principais afluentes (Camaleão, Machadinho e Boa Hora). A reivindicação do território tradicional Kuntanawa teve início no começo da década de 2000. Considerando a morosidade no processo demarcatório, o Ministério Público Federal ajuizou ação civil pública em 2008, obtendo, em 2017, junto à justiça federal de primeira instância, a condenação da União e da FUNAI a proceder com o processo administrativo de demarcação no prazo de até 24 meses, contado do trânsito em julgado do processo judicial. Não obstante, até o presente momento, o órgão indigenista oficial do Estado brasileiro sequer constituiu grupo de trabalho para identificação e delimitação do território tradicional do povo indígena Kuntanawa.

**METODOLOGIA:** Em função do contexto de pandemia do novo coronavírus SARS-CoV-2 (COVID-19) que assola o mundo desde março de 2020, e considerando as orientações e diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde do Governo Federal brasileiro sobre as medidas para se evitar o contágio; bem como a Portaria nº 419/PRES, de 17 de março de 2020, da Presidência da FUNAI, que suspende, por tempo indeterminado, o

ingresso às terras indígenas do país (à exceção de atividades relacionadas aos serviços essenciais, como o atendimento à saúde, segurança, entrega de gêneros alimentícios, de medicamentos e combustível), a metodologia adotada para o desenvolvimento das atividades que dizem respeito ao presente estudo privilegiou a segurança e a integridade física e sanitária dos povos indígenas do Acre. Evitou-se, portanto, o contato direto com as comunidades indígenas, de maneira a não submeter as respectivas populações ao risco de contrair a doença.

Nesse sentido, as principais metodologias utilizadas foram: i) levantamento, tratamento e sistematização de dados relacionados às temáticas específicas dos Planos de Gestão Territorial e Ambiental das Terras Indígenas Arara do Igarapé Humaitá, Nawa e Kuntanawa, por meio de análise documental e pesquisa bibliográfica; ii) reuniões e entrevistas abertas e semiestruturadas – através de contato telefônico, videoconferência e aplicativo de mensagens instantâneas – com lideranças e representantes indígenas, dentre eles: agentes agroflorestais, agentes ambientais, agentes de saúde, professores, etc. As reuniões tiveram a finalidade de consultar os indígenas sobre os seguintes dados: a) população e demografia; b) representantes sociais; c) ocupação histórica da TI e entorno; d) uso dos recursos naturais; e) produção agropecuária; f) estratégias de proteção territorial; g) ameaças externas (caça, pesca e extração de madeira ilegal, construção de empreendimentos públicos e privados etc.); h) regularização fundiária; i) dentre outros elementos considerados relevantes pelas respectivas comunidades indígenas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Houve bastante semelhança no processo dos três PGTA quanto à revisão e pactuação de acordos de gestão e governança – os quais dizem respeito às normas que devem ser seguidas para garantir a produção e a reprodução do modo de vida indígena para a presente e as futuras gerações. Os principais temas estão relacionados às boas práticas de uso e manejo da biodiversidade e dos recursos naturais, como acordos voltados para as atividades de caça, pesca, extrativismo, criação de animais, sistema agrícola tradicional etc. Além disso, também foram similares aqueles acordos relacionados aos direitos fundamentais, como educação, saúde, infraestrutura, comunicação e

fiscalização do território. Quanto ao último ponto, as principais ameaças apontadas se referem à invasão de madeireiros, caçadores e pescadores ilegais que realizam atividades de maneira predatória. Outro fator em comum para as três terras indígenas é a necessidade de conscientização da população que vive no entorno quanto às restrições de acesso aos recursos naturais dos territórios indígenas.

Por sua vez, existem acordos diferentes, sobretudo no que diz respeito à questão fundiária – tendo em vista os casos de sobreposição que ocorrem na TI Nawa (totalmente sobreposta ao PNSD) e na TI Kuntanawa (totalmente sobreposta a RESEX Alto Juruá). No primeiro caso, a sobreposição com uma unidade de conservação de proteção integral implica em considerar maiores restrições no acesso aos recursos naturais por parte do órgão gestor ambiental; no segundo, a sobreposição com uma unidade de conservação de uso sustentável implica em considerar a utilização pelos demais moradores da reserva. Ainda assim, em ambos os casos, verifica-se que o PGTA, quando publicado, pretende se configurar como um importante instrumento sociopolítico dessas etnias no fortalecimento da reivindicação fundiária e na garantia de acesso aos sistemas naturais de forma contextualizada e racional, respeitando o direito originário dos indígenas de habitar seus territórios e reproduzir seu modo de vida.

Conforme observado, os principais desafios enfrentados nas três terras indígenas estão relacionados ao crescimento populacional frente a um território delimitado. Em todos os casos, os indígenas indicam haver considerável pressão sobre os recursos naturais, principalmente faunísticos. Além disso, se percebe que o acesso à água potável também é problemático, sobretudo nos períodos de estiagem. Outro desafio que deve ser mencionado é a transformação no uso da terra, que pode ser constatada na conversão de parcelas da paisagem florestal em pastagens por alguns moradores indígenas e, até mesmo, por invasores. Além da perda da biodiversidade, compactação do solo e assoreamento de corpos d'água, tal atividade, de acordo com os indígenas, também prejudica os agroecossistemas, devido à ação forrageira dos animais.

Com vistas a mitigar os impactos da pecuária de pequena escala, nos três PGTA há recomendação dos representantes indígenas (sobretudo dos agentes agroflorestais) para limitar o tamanho dos rebanhos bovinos permitidos, bem como das parcelas que podem ser desmatadas anualmente para tal finalidade. Em que pese a abertura para esse tipo de acordo comunitário, os representantes indígenas destacam que tal atividade produtiva não condiz com o modo de vida tradicional. Ressaltam, portanto, a necessidade de proceder com controle, em um manejo agrossilvipastoril, consorciando a criação de animais com árvores frutíferas, plantas medicinais e gramíneas nativas – como também sugere Gavazzi (2012, p. 88).

Ao mesmo tempo, a condição de vida sedentária atual (em virtude do território delimitado) impõe às famílias indígenas a necessidade de buscar alternativas para o desenvolvimento de suas atividades econômicas, de forma a aliar a produção alimentar com a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais imprescindíveis para a manutenção do modo de vida indígena. Nesse sentido, as perspectivas de melhoria da qualidade de vida referem-se ao fortalecimento: a) da piscicultura de peixes nativos; b) da criação de animais exóticos de pequeno e médio porte (galinha, pato, peru, marreco, porco); e c) da criação de animais silvestres (tracajá, jabuti, paca, porquinho catitu, cotia, anta, abelhas melíponas etc.).

Com relação aos sistemas agrícolas tradicionais (policultivo itinerantes implementados por meio de técnicas de corte e queima), os acordos estabelecidos priorizam a abertura de unidades produtivas em áreas já antropizadas (capoeiras) – indicando a conservação de áreas de florestas consolidadas, as quais servem tanto de refúgio para os animais quanto de preservação das matrizes de espécies de interesse da flora nativa (madeira, alimentícias, medicinais, construção, cestaria etc.). Ademais, preveem o enriquecimento das capoeiras com espécies frutíferas e medicinais e a implementação de sistemas agroflorestais em áreas próximas às moradias. Tais medidas contribuem para a regeneração das áreas antropizadas, conservação dos recursos naturais, provisão de serviços ecossistêmicos e diversificação da dieta alimentar.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Embora as atividades de revisão dos PGTA tenham sido realizadas de maneira remota, pode-se avaliar que houve interesse, envolvimento e participação, por parte dos representantes indígenas, na propositura e desenvolvimento das ações. Além disso, observou-se um incremento na autonomia dos indígenas na validação das informações junto às comunidades e nos processos de tomadas de decisões coletivas. Isto porque os representantes que participaram das reuniões remotas assumiram tanto o compromisso de repassar o teor das discussões para os demais indígenas, quanto de oferecer um retorno, às instituições públicas envolvidas, sobre o parecer final do documento. Tendo em vista que os processos socioculturais, econômicos e ambientais são dinâmicos, foi possível verificar que, mesmo diante dos enormes desafios impostos pelas atuais condições de isolamento social do COVID-19, os indígenas consideraram extremamente importante a revisão e elaboração dos PGTA pela necessidade de se aprimorar acordos – tornando indispensável o diálogo, a atualização de dados e a troca de informações entre todos. Assim, os PGTA se projetam enquanto planos de vida que articulam distintas camadas da existência indígena – possibilitando arranjos de continuidades e rupturas no relacionamento interétnico, com o entorno, com os poderes públicos constituídos e com a sociedade civil organizada.

#### **REFERÊNCIAS:**

BRASIL. Decreto nº 7.747, de 5 de junho de 2012. Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/decreto/d7747.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7747.htm). Acesso em: 03 set. 2021.

BRASIL. Portaria nº 419/PRES, de 17 de março de 2020. Estabelece medidas temporárias de prevenção à infecção e propagação do novo Coronavírus (COVID-19) no âmbito da Fundação Nacional do Índio - FUNAI. Brasília, DF: Fundação Nacional do Índio – FUNAI, [2020]. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/arquivos/conteudo/cogedi/pdf/Boletim%20de%20Servicos/2020/Boletim%20Edicao%20Extra%20de%2017.03.2020.pdf>. Acesso em: 03 set. 2021.

CORREIA, C.S. Relatório Circunstancial de Identificação e Delimitação da Terra Indígena Arara do Igarapé Humaitá. Brasília: Funai. 2001. 189 p.

COMISSÃO PRÓ-ÍNDIO DO ACRE (CPI/AC). Terras Indígenas do Acre. Disponível em: <https://cpiacre.org.br/terras-indigenas-no-acre/>. Acesso em: 03 set. 2021.

GAVAZZI, R. A. Agrofloresta e cartografia indígena: a gestão territorial e ambiental nas mãos dos agentes agroflorestais indígenas do Acre. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-25102012-121716/en.php>. Acesso em: 03 set. 2021.

GRUPIONI, L. D. B. (org.). Em busca do bem viver: experiências de elaboração de Planos de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas. São Paulo: Rede de Cooperação Amazônica - RCA, 2020.

FUNAI. Plano de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas: orientações para elaboração. Brasília: Funai, 2013. 20p.

LITTLE, P.E. Gestão territorial em terras indígenas: definição de conceitos e proposta de diretrizes. Relatório para a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Acre. Ed.: Mimeo: Rio Branco, 2006.



GT2 - Alternativas de uso dos  
recursos naturais e economia  
do meio ambiente.



## A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE AURELINO LEAL-BA

Ian Felipe Nascimento<sup>1</sup>; Fábio dos Santos Massena<sup>2</sup>;

1 – Ian Felipe Nascimento. Universidade Estadual de Santa Cruz- UESC. [nascimentoian31@email.com](mailto:nascimentoian31@email.com)

2 – Fábio dos Santos Massena. Universidade Estadual de Santa- Cruz- UESC. [fmassena@uesc.br](mailto:fmassena@uesc.br)

**RESUMO:** O Planejamento urbano e ambiental vem sendo abordado desde as últimas conferências ambientais, dentre elas a Rio 92, onde trata assim de temáticas a respeito da sustentabilidade. Observamos a relevância deste estudo, entendemos que uma cidade sustentável é fundamental para que vidas venham viver com uma dignidade humana, bem como para uma vida sadia e de qualidade no ambiente de vivência”. O presente trabalho objetivou-se, evidenciar o quanto é indispensável buscar estratégias no âmbito do planejamento das cidades, nas questões ambientais. O estudo buscou como noções basilares a Política Nacional de Meio Ambiente e o Estatuto das Cidades. Dessa forma, o estudo foi realizado na zona urbana de Aurelino Leal-BA, em três bairros (ACM, Humberto Barbosa e o Bela Vista). Delimitamos a área de estudo, utilizando-se os polígonos de cores distintas, os quais são destacados em duas aerofotografias. Diante de uma análise qualitativa, interpretamos as aerofotografias por meio de uma análise geoespacial. A partir das análises, constatamos que o município de Aurelino Leal Bahia, precisa de novas revisões no que diz respeito a um planejamento ambiental e urbano sustentável na zona urbana do município. Verificamos, que algumas ações antrópicas não vêm beneficiando a população e tendo um crescimento populacional no sentido de expansão territorial nada adequada, apresentando irregularidades do uso do solo e da vegetação nativa (Mata-Atlântica). Portanto, sugestões foram discutidas para aprimoramento e adequação de um “planejamento urbano sustentável”, levando em conta as orientações do Estatuto das Cidades e a Política Nacional de Meio Ambiente.

**Palavras-Chave:** Planejamento ambiental. Sustentável. Plano urbano.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16733752>

**ABSTRACT:** Urban and environmental planning has been addressed since recent environmental conferences, including Rio 92, where it deals with themes related to sustainability. We note the relevance of this study, we understand that a sustainable city is essential for lives to come to live with human dignity, as well as for a healthy and quality life in the living environment”. The present work was aimed at, showing how indispensable it is to seek strategies in the scope of city planning, in environmental issues. The study sought as basic notions the National Environmental Policy and the Statute of Cities. Thus, the study was carried out in the urban area of Aurelino Leal-BA, in three neighborhoods (ACM, Humberto Barbosa and Bela Vista). We delimited the study area, using polygons of different colors, which are highlighted in two aerial photographs. Faced with a qualitative analysis, we interpreted the aerophotographs through a geospatial analysis. Based on the analyses, we found that the municipality of Aurelino Leal Bahia needs further revisions with regard to sustainable environmental and urban planning in the urban area of the municipality. We verified that some anthropic actions have not benefited the population and have had a population growth towards territorial expansion that is not adequate, showing irregularities in the use of land and native vegetation (Mata-Atlântica). Therefore, suggestions were discussed for the improvement and adaptation of a “sustainable urban planning”, taking into account the guidelines of the Statute of Cities and the National Environmental Policy.

**Keywords:** Environmental planning. Sustainable. Urban plan.

**INTRODUÇÃO:** Este resumo expandido deverá conter até 3000 palavras (excluindo as referências, figuras e tabelas), ressaltando a importância e justificativa do trabalho, o objetivo, o local de realização, a metodologia utilizada, os principais resultados e, ao final, a principal conclusão, escritos de maneira clara, coerente e concisa. O conteúdo deve apresentar coerência metodológica.

Apresentamos a importância de um planejamento ambiental e discussões a respeito do desenvolvimento sustentável urbano. O município de Aurelino Leal-BA, tem mostrado modificações antrópicas que não vem trazendo benéficos a

população e principalmente as gerações futuras. O município de Aurelino Leal-BA não tem Plano Diretor e nem um “planejamento urbano”. Portanto assim, discutimos os aspectos e sugestões para o bem populacional e em pro de um planejamento urbano e ambiental sustentável. Em função de uma melhor percepção, no ambiente do desenvolvimento sustentável buscamos discussões que vem sendo debatidas na Conferência do Rio 92 IPHAN (1992). E atualmente nas Ods 2030. Consoante a isto terem uma discussão no âmbito da importância do planejamento ambiental e a proteção ao ambiente, conforme proposto pelo Estatuto das Cidades, Política Nacional de Meio Ambiente, também a proteção de muitos outros direitos e valores (não só o ambiental ou algo semelhante) o qual o plano diretor orienta. Trata-se de uma ponderação de direitos em níveis equilibrados.

## **DEFINIÇÕES DE CONCEITOS**

Compreendermos alguns dos conceitos que iremos discutir é de suma relevância para uma noção básica dos termos que serão descritos no nosso estudo. Para entrarmos em algumas diretrizes e discussões apresentadas pelo estatuto da cidade, abordaremos os conceitos de sustentabilidade urbana.

Sustentabilidade urbana- A noção de sustentabilidade foi abordada e discutida em 1987 e Rio 92.

Dessa forma, a sustentabilidade se traduz em ações que devemos adotar para que a terra e seus recursos naturais sejam preservados, protegidos e seguros; sustentado de nutrientes capazes de assegurar sua resistência a possíveis danos que podem ocorrer. A sustentabilidade compreende o equilíbrio de todas as relações da natureza, incluindo a relação antrópica que deve usufruir dos recursos naturais de forma consciente e responsável (NUNES, 2018, p.5)

O conceito de Planejamento Urbano é abordado no estatuto das cidades no tópico que foi intitulado como “Plano Urbano”, apresentando uma preocupação quanto os recursos e a preservação da conservação ambiental das cidades

visando o bem coletivo dos presentes e futuras gerações, pois torna-se necessário distribuir as localidades do município para os centros comerciais e para as moradias, abrangendo o crescimento sem efeitos negativos para todos os cidadãos. Jakuboski et al. (2016, p. 10)

A Constituição Federal define o bem ambiental como fundamental a vida humana. Com base nisso o artigo 225 apresenta de que todos possuem esse direito:

"Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações". Federal Senado (2008, p.26)

Alguns planos que devem ser unificados com o planejamento ambiental e urbano ao plano municipal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) lei que visa buscar e sanar as necessidades insalubres não só da água, mas também do esgotamento sanitários e etc. Plano de Mobilidade Urbana (Lei n.º 12.587/2012) a qual demonstra em seus incisos estratégias a uma acessibilidade mais acessível para as cidades. Plano Municipal da Habitação de Interesse Local (Lei n.º 11.124/05) plano que busca ouvir as reclamações e planejar as ações de forma democrática.

### **1.3 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL E URBANO**

Diante da objetividade que nos propomos, o presente trabalho vem analisar o desenvolvimento urbano e os aspectos do Direito a cidade. Avaliamos, a medidas governantes municipais a qual deveria estar seguindo as orientações de um planejamento urbano. Segundo o estatuto da cidade:

Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais: I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao

transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações. (FEDERAL SENADO, 2008, p.26)

Ressaltamos também, que o município de Aurelino Leal-BA, houve em 2020 uma alteração do **plano diretor** municipal, na implementação de novos sistemas produtores de água ou na implementação de novas estações de tratamento dos esgotos. Esta edição encontra-se no site oficial deste ente. Para buscamos parcialidade o município no que refere- se a saneamento básico tem buscado medidas inclusivas para a população de Aurelino Leal, Bahia.

Com as transformações oriundas da revolução industrial por meio da formação ocorreu a ocupação das regiões periféricas das cidades, sem o mínimo de estrutura sanitária, que resultaram em diversos problemas de salubridade. O saneamento dessa forma pode ser compreendido como o conjunto de condutas destinadas a melhorar as condições de salubridade ambiental, responsáveis por contemplar diversas ações voltadas a melhoria da qualidade da água, tratamento e disposição de resíduos, drenagem de águas pluviais, controle de vetores, ações estas que promovam a cidadania, saúde e bem-estar da população. (LEAL AURELINO, p. 6)

Um outro ponto de esclarecimento a despeito de planejamento ambiental é o zoneamento urbano, é correto que a sua ação não deve ser restringir ao perímetro urbano, devendo se projetar para fora dele, cuidando da ordenação de todo o território do Município (PAIXÃO, 2013, p.3). A partir das reflexões relatamos que esse termo já supracitado no trabalho, foi criado para regulamentos os planejamentos urbanos e ambientais visando assim regulamentar o uso do solo e de edifícios de bem coletivo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Delineamento do Pesquisa e área de estudo, está pesquisa consiste em um estudo de caso com uma análise qualitativa. O estudo se delimita, através da definição da área de estudo da zona urbana do município de Aurelino Leal- BA, iremos dialogarmos sobre uma ótica do direito a cidade com

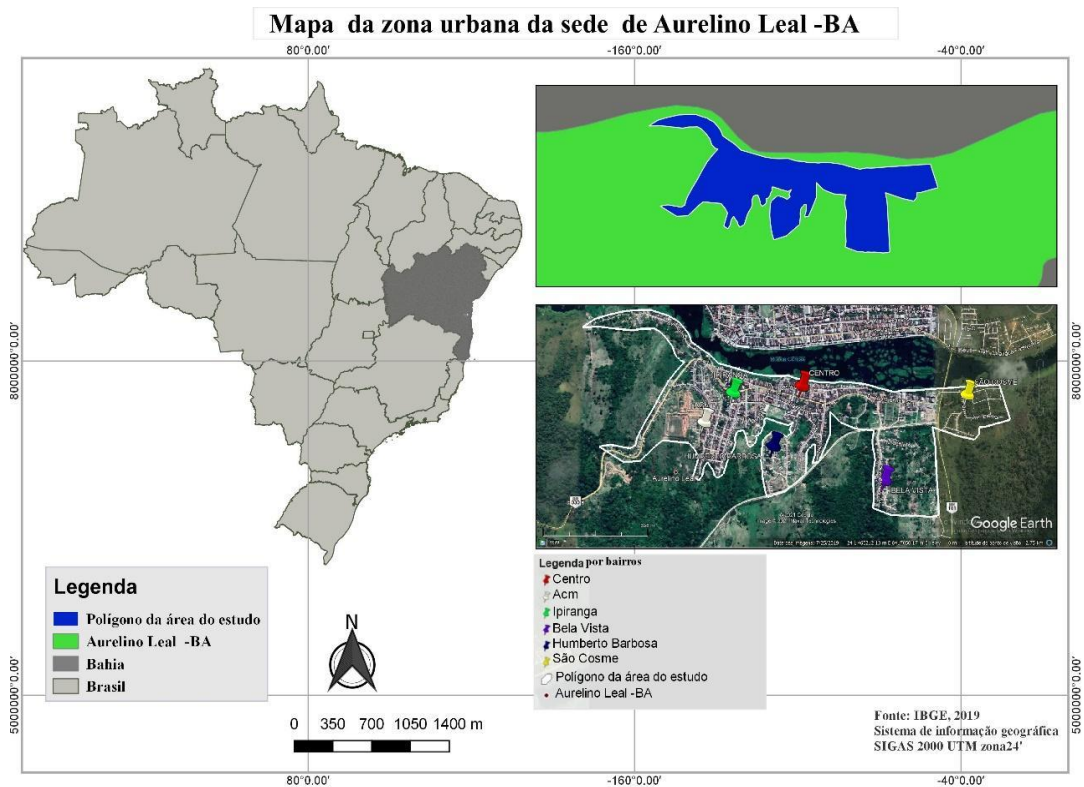
base estatuto da cidade, analisando o impacto ambiental, e de interesse coletivo, em três bairros da zona urbana de Aurelino Leal-BA, os quais observamos que tiveram um planejamento e uso dos equipamentos urbanos divergentes do que o estatuto da cidade orienta que se faça quando se trata de dignidade humana e meio ambiente sustentável.

Por isso, definimos como área de estudo o município de Aurelino Leal-BA, que dispõe de aproximadamente 11.299 habitantes, mais precisamente, a zona urbana da sede do município, a qual é composta por seis bairros, mas focamos em três bairros para abordamos as problemáticas dentre eles os bairros Acm, Humberto Barbosa e Bela Vista.

O município dispõe, ainda, de dois distritos: Lage do Banco e Poço Central, além das fazendas que compreendem a Zona Rural. (IBGE, 2019).

Por meio de aerofotografias, verificamos as modificações antrópicas, por meio da ação humana e os danos ambientais. A qual a política de meio ambiente assegura em seus incisos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida como também ao desenvolvimento sustentável, fatores ambientais do solo, degradação da vegetação, e três bairros na zona já citada. constitucional a natureza jurídica do bem ambiental como bem.

Portanto, para compressão apresentamos um ampara da zona urbana identificando os seis bairros do município de Aurelino Leal-BA, mas mostramos a área e o foco da pesquisa em três bairros que estão delimitados por polígonos de cores diferentes.



Fonte: Nascimento, F. I, Fontes N. G.T, (2020).

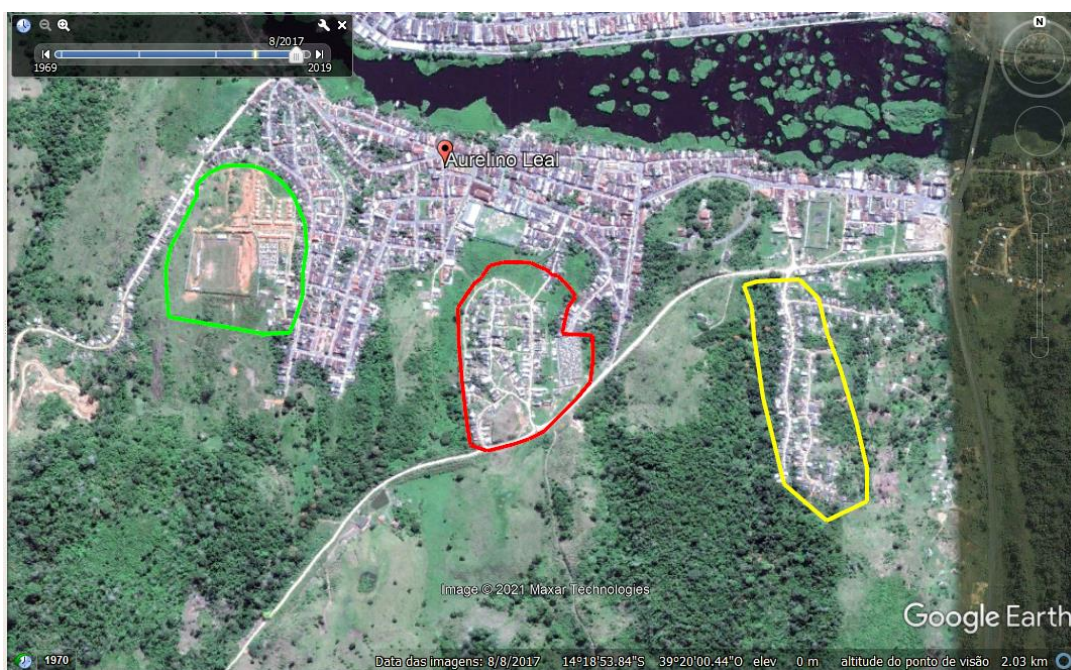
## RESULTADOS:

Figura 2: Acm, H. Barbosa e Bela Vista, bairros de Aurelino Leal-BA em (2001)



Fonte: Google Earth.com, (2001).

Figura 2: Acm, H. Barbosa e Bela Vista, bairros de Aurelino Leal-BA em (2017)



Fonte: Google Earth.com, (2017).

**DISCUSSÃO:** Na (figura 1), demonstramos como a cidade estava seguindo e respeitando em alguns aspectos geográficos do planejamento urbano e ambiental, cujo não é apenas urbano com também uma área nativa de vegetação integrada na Mata-Atlântica. Em 2001, a vegetação apresentava-se conservada o qual o estatuto assegura como bem dos presentes e futuras gerações, em prol de um plano urbano e ambiental. Analisamos, que as construções civis estavam sendo fiscalizadas de maneira que o crescimento e uso do solo apresentava uma conservação e também levava em consideração a vegetação cuja apresenta uma área que não tinha ainda sido modificada por ações humanas e muito menos desrespeitando o estatuto da cidade.

conceito de espaço urbano de onde ele afirma que cada espaço possui um dinamismo particular, onde os fixos e fluxos estão em constante transformação e requalificação, a interação com fenômenos epidêmicos também ocorrem de forma contínua e variada. Assim, analisar a variação temporal e espacial dos movimentos no espaço urbano, bem como a densidade demográfica e sua compreensão, tornam-se



necessárias para orientar a tomada de decisão, para definir estratégias de investigação e para elaborar proposta de intervenção, Santos (1978).

A própria cidade é uma obra, analisamos o polígono verde onde fica um estádio e a localização as casas populares. O município alega respeitar a lei nacional de saneamento- LNSB e alega também que a lei permite uma elaboração separada, desta mesma. O que observamos na (figura 2), é de que se tem um respeito por uma lei e por outras não. O município não tem tido ações que visão sanar medidas em prol de um desenvolvimento urbano saudável para os moradores do polígono verde e nem tal pouco os do polígono vermelho e amarelo.

Pois se analisamos ao centro-oeste vamos observar um dano ambiental que pode ser irreparável se não rever essas ações que erradica e prejudica tal como o meio ambiente e as gerações futuras, perto destes bairros tem um depósito de lixo que é irregular. Aurelino Leal- BA, está longe neste momento de seguir ou ao menos levar em conta o que o artigo 225 orienta e assegura para uma dignidade humana e bem coletivo. Pois concordamos com as reflexões de Heri Lefebvre.

A própria cidade é uma obra, e esta característica contrasta com a orientação irreversível na direção do dinheiro, na direção do comércio, na direção das trocas, na direção dos produtos. Com efeito a obra é valor de uso e o produto é valor de troca. O uso principal da cidade, isto é, das ruas e das praças, dos edifícios e dos monumentos, é a Festa (que consome improdutivamente, sem nenhuma outra vantagem além do prazer e do prestígio, enormes riquezas em objetos e em dinheiro. (LEFEBVRE HERI, 2008, p.8)

**CONCLUSÃO:** Portanto assim, a presente atividade demonstra os aspectos do direito ambiental, tal como analisou os aspectos do estatuto da cidade. Observamos de maneira bem resumida que o município de Aurelino Leal- BA ainda precisa rever alguns problemáticas que desrespeita a dignidade humana e bem coletivo.



NASCIMENTO, F. I, FONTES N. G.T. **Anais IX Seminário ENSINO EM SAÚDE.** Aurelino Leal-BA, 2020, p.1-23. Disponível em: [Anais IX Seminário EnSa.pdf - Google Drive](#). Acesso em: 15 mar 2020.

NUNES TAVARES CRISTINA ANA, BASTOS PEREIRA VALÈRIA. **Políticas Públicas de Sustentabilidade Urbana no Gerenciamento de Resíduos Sólidos.** 2018, p. 5. Disponível em: [http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ\\_40\\_art\\_11\\_Nunes\\_Bastos.pdf](http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_40_art_11_Nunes_Bastos.pdf). Acesso em: 19 Jul 2021.

PAIXÃO P, J, M. AIALA M, P, C. **PLANEJAMENTO URBANO: IMPORTANCIA DO ZONEMAMENTO.** Salvador/BA, 2013, p. 3. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/IV-012.pdf>. Acesso em: 19 Jul 2021.

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova.** São Paulo: Hucitec, 1978.

## VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS CULTURAIS PROVIDOS PELO PARQUE ESTADUAL ILHA ANCHIETA – SP

Anelise Gomes da Silva<sup>1</sup>; Lucas Teixeira Leite de Souza<sup>2</sup>; Jeferson Brás Lima<sup>3</sup>

1 – Anelise Gomes da Silva. Universidade de São Paulo. [anelisegsilva@usp.br](mailto:anelisegsilva@usp.br)

2 – Lucas Teixeira Leite de Souza. Universidade de São Paulo. [lucas.teixeira.souza@usp.br](mailto:lucas.teixeira.souza@usp.br)

3 – Jeferson Brás de Lima. Universidade de São Paulo. [jbras@usp.br](mailto:jbras@usp.br)

**RESUMO:** Abordagens como serviços ecossistêmicos e a valoração econômica desses serviços contribuem para o entendimento sobre o caráter intrínseco entre o bem-estar da população humana e os ecossistemas naturais. A partir dos esforços de categorização dos serviços ecossistêmicos é possível identificar os serviços culturais, os quais podem ser definidos como benefícios não materiais que a população humana obtém dos ecossistemas naturais, por meio de desenvolvimento espiritual, cognitivo, recreativo, experiência estética, herança cultural, entre outros. Os serviços culturais estão relacionados aos valores imateriais, por isso, a dificuldade de valorar economicamente tais serviços, apesar das limitações metodológicas a serem superadas e do caráter utilitarista da valoração econômica, ainda é útil demonstrar quantitativamente a importância dos serviços culturais para o bem-estar da população humana. Portanto, o presente trabalho objetivou valorar economicamente os serviços ecossistêmicos culturais associados às atividades recreativas e os efeitos cognitivos providos pelo Parque Estadual Ilha Anchieta. A partir dos resultados da valoração econômica apresentada é possível demonstrar, quantitativamente, as contribuições dos serviços ecossistêmicos culturais para o bem estar da população, assim como, para o desenvolvimento de atividades econômicas. Desse modo, a valoração econômica pode contribuir com aportes a uma percepção social para a criação de estratégias para a conservação dos ecossistemas naturais.

**Palavras-Chave:** Serviços Ecossistêmicos Culturais; Valoração Econômica Ambiental; Unidades de Conservação; Recreação; Efeitos Cognitivos.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16712974>

**ABSTRACT:** Approaches such as ecosystem services and the economic valuation of these services contribute to an understanding of the intrinsic character between the well-being of the human population and natural ecosystems. From the efforts to categorize ecosystem services, it is possible to identify cultural services, which can be defined as non-material benefits that the human population obtains from natural ecosystems, through spiritual, cognitive, recreational development, aesthetic experience, cultural heritage and others. Cultural services are related to immaterial values, so the difficulty of economically valuing such services, despite the methodological limitations to be overcome and the utilitarian character of economic valuation, it is still useful to quantitatively demonstrate the importance of cultural services for the well-being of the human population. Therefore, this study aimed to economically value the cultural ecosystem services associated with recreational activities and the cognitive effects provided by Ilha Anchieta State Park. From the results of the economic valuation presented in this work, it is possible to demonstrate, quantitatively, the contributions of cultural ecosystem services for the population's well-being, as well as for the development of economic activities. In this way, economic valuation can contribute to a social perception for the creation of strategies for the conservation of natural ecosystems.

**Keywords:** Cultural Ecosystem Services; Environmental Economic Valuation; Protected Natural Areas; Recreation; Cognitive Effects.

**INTRODUÇÃO:** Diante do crítico cenário de crise ecológica em que as sociedades contemporâneas se encontram, decorrente da intensa perturbação humana nos ecossistemas naturais, surge a necessidade de novas estratégias de gestão e conservação ambiental que integrem de forma ampla a interdependência entre os sistemas social e natural. Neste sentido, abordagens como serviços ecossistêmicos (SE) e a sua valoração econômica têm se destacado no meio científico e ganhando influência nos processos de tomada de decisão (TEEB, 2010).

O conceito de SE está sendo utilizado para contribuir com o entendimento sobre o caráter intrínseco entre o bem-estar humano e os ecossistemas naturais. Por isso, a definição de SE utilizada por este trabalho é aquela atribuída à Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), a qual define SE como benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas naturais. Para Costanza (2008), essa pode ser considerada uma boa definição, pois abrange os benefícios que a população humana é capaz de perceber e aqueles que não são facilmente perceptíveis, como os serviços culturais.

Diversos esforços foram realizados com o intuito de sistematizar a diversidade das funções ecossistêmicas e categorizar os seus serviços (DE GROOT et al., 2002; COSTANZA et al., 2014; MEA, 2005; TEEB, 2010; CICES, 2018). Assumindo a classificação proposta pela MEA (2005), marco referencial sobre o assunto, os SE podem ser divididos em quatro categorias: i) serviços de provisão: produtos obtidos dos ecossistemas; ii) serviços de regulação: benefícios obtidos da regulação de processos ecossistêmicos; iii) serviços de suporte: serviços necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos; e iv) serviços culturais: benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas.

Segundo a MEA (2005), os serviços ecossistêmicos culturais (SEC) consistem nos benefícios não materiais que a humanidade obtém dos ecossistemas, por meio de desenvolvimento espiritual e cognitivo, recreação, experiência estética, herança cultural e entre outros. Além disso, possuem características exclusivas quando comparados aos demais serviços, pois quando degradados são insubstituíveis em sua semântica (PLIENINGER et al, 2013).

Como visto, o conceito de SE está associado aos benefícios providos aos seres humanos, mas nem todos são tangíveis. Dessa forma, não são todos os métodos de valoração que conseguem captar tais benefícios, para os quais são atribuídos valores de não uso, de existência, ou de possível legado (CHENG et al., 2019), portanto, não existe um método consensual para mensurá-los (WANG et al, 2010). No entanto, o arcabouço metodológico sobre valoração dos SEC, existente na literatura, fornece uma pluralidade de estratégias, monetárias ou não, que

quando utilizadas de forma apropriada podem abranger as diversas dimensões sobre a percepção humana (HIRONS; COMBERTI; DUNFORD, 2016).

Dada sua importância, mas também difícil definição, o conceito de SEC varia entre muito amplo, incluindo componentes de bem-estar não diretamente relacionados aos ecossistemas, quanto estreito para retratar as relações humano-ecossistema apropriadamente (HIRONS; COMBERT; DUNFORD, 2016). Assim como as demais categorias de SE, os culturais têm ganhado relevância nas tomadas de decisão sobre conservação e governança ambiental, demandando que técnicas de valoração fossem desenvolvidas, como a precificação sombra utilizada neste trabalho. Porém, SEC são de difícil comercialização devido à intangibilidade, levando à pouca integração com processos decisórios (CHAN; SATTERFIELD; GOLDSTEIN, 2012).

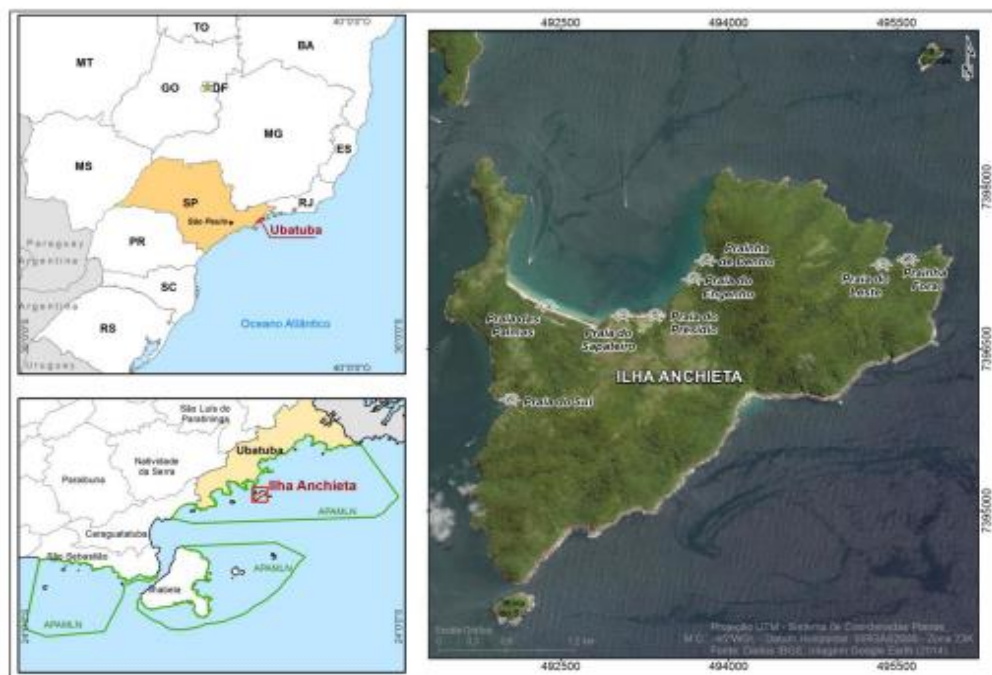
As Unidades de Conservação (UCs) são lócus de implementação de estratégias para a conservação da biodiversidade, conseqüentemente, provedoras de SE, cujos os benefícios são usufruídos por todos os setores da sociedade. Neste contexto, as UCs são peças-chave para promover estudos de valoração econômica dos SE, que por sua vez podem demonstrar a significativa importância dessas áreas naturais protegidas, a partir de valores econômicos. Apesar dos desafios, a valoração econômica dos SE pode proporcionar um respaldo ao processo de tomada de decisão, ainda que possuem limitações e um caráter utilitarista, a valoração econômica ainda é útil para demonstrar a importância dos SEC providos pelas UCs para o bem-estar da sociedade humana (CARILHO; SINISGALLI, 2019).

Nesse contexto, ao considerar a relação intrínseca entre os SE e os benefícios providos à humanidade, o presente estudo objetivou valorar economicamente os SEC providos pelo Parque Estadual Ilha Anchieta (PEIA), como um exercício a superar os desafios metodológicos para a valoração econômica de SE intangíveis.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

**Área de Estudo:** O Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA) se localiza no município de Ubatuba/SP, no Setor de Cunhambebe da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAMLN). Criado em 1997, a partir do Decreto Estadual nº 9.629/77, a UC de proteção integral, abrange uma área de 828 hectares, com capacidade de visitação de 1.020 pessoas por dia e apresenta uma média de 45.000 visitas/ano na última década (CP+ RT 132/17, 17).

Responsável por proteger a biodiversidade da segunda maior ilha do Litoral Norte de SP, o PEIA se estende por aproximadamente 17 Km de costões rochosos, abrigando ecossistemas característicos do bioma da Mata Atlântica e o ambiente marinho de seu entorno. Dentre os atrativos, a ilha contempla sete praias, cinco trilhas terrestres e cinco trilhas subaquáticas disponíveis para o uso recreativo de seus visitantes, os quais dependem do transporte náutico, como lanchas e escunas, para acessá-los (CP+ RT 132/17, 17). Dessa forma, o parque representa um importante ponto para o ecoturismo, estando entre as dez UCs mais visitadas no Estado de São Paulo (CP+ RT 205/16, 2017), além de ser uma área de grande interesse para pesquisas científicas e projetos de educação ambiental (SÃO PAULO, 2021).



**Figura 1.** Localização do Parque Estadual da Ilha Anchieta



**Fonte:** CP+ RT 132/17 (2017)

**Identificação dos Serviços Ecossistêmicos Culturais:** Devido a área de estudo deste trabalho, os SE valorados são aqueles providos pela zona costeira, uma interface entre o oceano e a terra que compreende um contínuo de terra, área entremares, sistemas aquáticos, incluindo rios, estuários, ilhas, pântanos e praias (MEA, 2003). Essas zonas fornecem importantes SE que possibilitam diversas atividades humanas como recreação e atividades educacionais, além de outros benefícios providos pelo ecossistema costeiro-marinho. No entanto, as pressões exercidas sobre zonas costeiras ameaçam a continuidade da provisão desses SE, por isso, a valoração econômica pode fornecer informações para melhor gestão desse ambiente (CARRILHO, 2016).

Ainda segundo Carrilho (2016), os SE providos pelas zonas costeiras podem ser divididos em dois grupos: i) precificáveis pelo mercado como alimentos, fornecimento de água e transporte; e ii) não transacionáveis no mercado, como os serviços culturais. Este trabalho foca na valoração econômica do segundo grupo: os SE associados à recreação, lazer e aos efeitos cognitivos.

Dentre os benefícios socioambientais gerados pelos SE providos pelas UCs está a prática social do turismo, atividades recreativas, esportivas e lúdicas. Este trabalho considera atividades recreacionais e de lazer aquelas que os indivíduos se deslocam até uma determinada área para o exercício do seu lazer, sem nenhum ganho econômico por essa atividade, ao contrário, o indivíduo pode estar disposto a pagar pela atividade recreativa e obtenção do seu lazer.

Para a valoração econômica dos SEC associados a recreação e lazer foram levantadas informações secundárias e, a partir disso, selecionadas as atividades recreativas que ocorrem na área de estudo possíveis de atribuir valor econômico e contribuir com a estimativa econômica dos SEC, as quais foram: visitação ao PEIA, mergulho autônomo, passeios em botes infláveis, rotas turísticas em lanchas e escunas. Vale ressaltar que outras atividades recreativas foram identificadas na área de estudo, no entanto, devido à falta de dados ou ao seu caráter exclusivamente educacional não foram incluídas na estimativa de valor

econômico desses SE. As atividades recreacionais identificadas na área de estudo podem ser conferida através do link: [Atividades Recreativas PEIA](#).

Em relação aos efeitos cognitivos, este trabalho, os interpretam como o desenvolvimento de atividades científicas e educacionais na área de estudo, estando associados ao processo de aquisição de conhecimento (cognição). O PEIA pode ser considerado um laboratório natural com atividades de educação ambiental derivadas de projetos de pesquisas, instruindo frequentadores sobre as características do ecossistema costeiro.

A partir do material fornecido pela gestão do PEIA, levantou-se uma lista de publicações acadêmicas em diversas temáticas na região que está disponível pelo link: [Publicações Acadêmicas PEIA](#). A produção científica então foi classificada em artigos científicos, dissertações, teses, iniciações científicas e trabalhos de conclusão de curso, além de projetos temáticos desenvolvidos na região.

**Quadro 1.** Descrição dos serviços ecossistêmicos identificados e valorados.

Categoria	Serviços Ecossistêmicos	Descrição
Cultural	Recreação	Visitação ao PEIA; Mergulho autônomo, Passeios em botes infláveis; Rotas turísticas em lanchas e escunas.
	Efeitos Cognitivos	Publicações acadêmicas que possuem como área de estudo o PEIA e seu entorno.

Fonte: elaborado pelos autores.

**Métodos de Valoração Econômica dos Serviços Ecossistêmicos Culturais:** A valoração econômica dos SEC atrelados ao desenvolvimento das atividades recreativas identificadas na área de estudo, foi baseada a partir do fundamento

teórico-metodológico de mercado de bens complementares advindos da economia ambiental neoclássica. Os métodos de mercado de bens complementares estimam o valor dos recursos naturais por intermédio do valor de outros bens e serviços que já possuem preços definidos pelo mercado. Vale ressaltar que a adoção de um método de valoração é específica para cada caso estudado, por isso, este trabalho adaptou o método para dados secundários (MOTTA,1998).

Segundo Motta (1998), os bens complementares são aqueles consumidos em proporções constantes entre si, ou seja, se um bem é complementar a outro, o seu valor será zero caso a demanda pelo outro seja zero. A partir dessa orientação é possível demonstrar a função de utilidade:  $U = f(R, X)$ , onde R corresponde ao recurso natural sem valor definido no mercado e é considerado complementar a X, que representa bens e serviços que já são transacionáveis e precificados pelo mercado. Pode-se dizer que R influi na demanda de X, portanto, R pode ser calculado a partir da estimativa da demanda de X, o que traduz a demanda por determinados recursos naturais.

Realizou-se um levantamento de informações a partir de dados secundários derivados de relatórios técnicos, desenvolvidos pela Petrobras em 2015 e 2016, relacionados ao diagnóstico e caracterização das atividades turísticas náuticas da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte. No caso deste estudo foram considerados os dados obtidos para o setor de Cunhambebe que engloba a área de estudo. Além disso, outras informações foram levantadas no Plano de Manejo do PEIA, sites da Fundação Florestal e da própria UC e consultas aos sites de empresas de turismo atuantes na cidade de Ubatuba, SP.

Para a valoração econômica dos SE associados aos efeitos cognitivos, optou-se por preços-sombra (*shadow pricing*), como proposto por Wang et al (2010) e Carrilho e Sinisgalli (2018), tal metodologia é adotada para calcular valores para bens ou serviços não comercializáveis em mercados, com base em valores substitutos próximos, permitindo assim uma análise econômica de bens ou serviços não precificados pelo mercado (NIJNIK; MILLER, 2017).

Estimativas de preços-sombra de SE podem ter importantes aplicações práticas, como avaliar efeitos econômicos em desafios ambientais e estratégias de conservação. Porém, em relação aos SEC, é importante ressaltar as dificuldades empíricas e conceituais dessa metodologia, uma vez que esses SE envolvem julgamento de valores, que por vezes, podem ser moralmente imensuráveis ou não passíveis de serem reduzidos a cálculos econômicos de custo-benefício (HOWARTH; FARBER, 2002).

Para estimar os preços-sombra dos efeitos cognitivos foi assumido o investimento em educação, a partir das bolsas oferecidas pela CAPES, CNPq e Fapesp, principais agências de fomento no Estado de São Paulo, aos pesquisadores para o desenvolvimento de diversos níveis de pesquisa pela CAPES, CNPq e Fapesp, principais agências de fomento no Estado de São Paulo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O valor econômico dos serviços ecossistêmicos culturais atrelados às atividades recreativas foi atribuído na perspectiva de dois cenários: i) o valor econômico estimado segundo os dados levantados pelos relatórios técnicos da Petrobrás; e ii) a estimativa anual do potencial econômico ao considerar a utilização máxima da capacidade de carga efetiva de embarcações e a capacidade de suporte de visitação ao PEIA.

Para a estimativa econômica do primeiro cenário foi estimada a média de visitas dos últimos dez anos e considerado o valor da taxa para o ingresso ao PEIA (R\$16,00). Desse modo, foi possível obter uma média de visitantes diários<sup>1</sup>, obtendo o valor arrecadado anualmente, o qual foi de R \$718.320,00 (Tabela 1).

Para as demais atividades recreativas consideradas no primeiro cenário foram identificadas as rotas turísticas que possuem como destino o PEIA. Portanto, foi identificado o total de embarcações que operam em tais rotas, a média geral do fluxo médio de passageiros por embarcações e o valor pago individualmente pelas atividades recreativas. Além disso, foi realizado o levantamento de informações relacionadas ao grau de uso das embarcações operantes nas rotas identificadas, segundo à sazonalidade previamente definida da área de estudo.

---

<sup>1</sup> Foi considerada a média diária considerando que a recepção de visitantes pelo PEIA ocorre durante os sete dias da semana.

A estimativa do grau de uso das embarcações, assim como, a sazonalidade da área de estudo fora identificada através dos dados obtidos pelos relatórios técnicos da Petrobrás (CP + RT 205/16 (2017) e CP + RT 142/16 (2017)). Primeiramente foi identificado os períodos sazonais, ou seja, os meses correspondentes a alta, média e baixa temporada. A partir disso foi categorizado o grau de uso das embarcações por sazonalidade em: uso intensivo, moderado ou esporádico. Desse modo foi possível identificar, aproximadamente, a frequência de uso de cada embarcação, de maneira quantitativa.

Os dados secundários obtidos possibilitaram a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos atrelados à recreação no PEIA. A estimativa para o primeiro cenário avaliado obteve o valor total anual de R\$15.394.960,00 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valor econômico total anual com serviços ecossistêmicos recreacionais

Valor Econômico Total Anual dos Serviços Ecossistêmicos Recreacionais no PEIA*						
Atividades Recreativas Valoradas	Total de Embarcações que operam nas rotas ao PEIA	Média Geral do Fluxo Médio de Passageiros por rotas	Média de Visitantes ao PEIA	Valor Médio Pago por Atividade Recreativa	Sazonalidade	Valoração Econômica das Atividades Recreativas
<b>Visitantes ao PEIA</b>	A valoração econômica não considerou o meio de transporte que os visitantes chegaram ao PEIA.		45.000/ano	R\$16,00/pessoa	Média anual	R\$718.320,00 /Ano
<b>Mergulho Autônomo</b>	3	8	não possui informação <sup>s</sup>	R\$350,00/pessoa	Média por Sazonalidade	R\$1.260.000,00 /Ano
<b>Bote Inflável</b>	3	7		R\$80,00/pessoa		R\$252.000,00 /Ano
<b>Lancha</b>	12	7,2		R\$200,00/pessoa		R\$2.592.000,00 /Ano
<b>Escuna</b>	23	68		R\$65,00/pessoa		R\$10.572.640,00 /Ano

Total/ Ano	R\$15.394.960,00
------------	------------------

Fonte: elaborado pelos autores.

[\\*Para verificar as equações que representam os cálculos para a estimativa econômica dos serviços ecossistêmicos no cenário I acessar este link.](#)

O segundo cenário avaliado por este trabalho foi a estimativa do potencial econômico dos SEC relacionados às atividades recreacionais, conforme a capacidade de suporte da área de estudo. Para tal estimativa, inicialmente, calculou-se a capacidade de carga efetiva (CCE)<sup>2</sup> das embarcações que realizam rotas turísticas ao PEIA (CP+ RT 132/17, 2018), considerando apenas lanchas e escunas, com CCE de 146 e 17 embarcações/dia respectivamente, em função do custo médio de passeio por pessoa vezes a média de passageiros associados a cada tipo de embarcação (ambas informações citadas na Tabela 1).

Em seguida, o resultado obtido foi somado ao produto estimado pela capacidade de suporte de visitantes na Ilha Anchieta (1.020 pessoas/dia), multiplicado pela taxa de visitação para ingressar no PEIA. O potencial econômico anual relacionado às atividades recreacionais e turísticas, para a capacidade de suporte do PEIA, pode ser estimado em R\$110.206.926,80.

Já a estimativa econômica dos SEC associados aos efeitos cognitivos baseou-se no preço-sombra dos investimentos com as atividades de pesquisa e educação, no qual, neste trabalho, assumiram-se os investimentos referentes aos valores de bolsas de pesquisas científicas praticados no Brasil.

O valor considerado para cada bolsa, nas categorias mencionadas, está atualizado com as informações disponibilizadas nos sites das agências de fomento em junho

---

<sup>2</sup> A CCE representa o limite máximo de atividades permitidas conforme as condições de infraestrutura, recursos materiais e humanos existentes na área protegida. Tal métrica é o produto entre a capacidade de manejo (CM) e a Capacidade de Carga Real (CCR), a qual é calculada pela Capacidade de Carga Física (CCF) em função de fatores de correção (FC) de natureza física, ambiental, social ou de manejo. (CP + RT 132/17, 2018).

de 2021. Devido à divergência nos valores das bolsas entre as agências de fomento, calculou-se um valor médio, para cada modalidade, a fim de criar um preço-sombra que pudesse ser utilizado como referência na valoração.

As produções acadêmicas foram agrupadas conforme a modalidade (Tabela 2), calculadas individualmente e somadas para se obter o valor total de cada tipo de publicação acadêmica. Por fim, todas as publicações foram somadas para concluir a valoração dos efeitos cognitivos, resultando em um valor total de R\$2.721.951,80.

**Tabela 2.** Valoração Econômica Efeitos Cognitivos atrelados ao Parque Estadual Ilha Anchieta

Valoração Econômica Efeitos Cognitivos - PEIA e entorno			
Publicações Acadêmicas	Nº de Publicações	Equações Valoração Econômica*	Valor Total Publicações Acadêmicas (R\$)
Artigo Científico	48	$VAC = VmG \times Nta$	R\$ 389.669,28
Dissertação	30	$VTD = (TbM \times VmM) ND$	R\$ 1.240.488,00
Tese	9	$VTe = (TbDoc \times VmDoc) NTe$	R\$ 1.170.188,60
Trabalho de Conclusão de Curso	11	$VTTCC = (TbIC \times VmbIC) NTCC$	R\$ 131.622,48
Projetos Temáticos	4	$VPT = VmG \times Nta$	R\$ 179.652,72
<b>Valor Econômico Total Publicações Acadêmicas com Área de Estudo PEIA e entorno</b>			<b>R\$ 2.721.951,80</b>

Fonte: elaborado pelos autores.

\*[A descrição de cada equação econômica é possível ser demonstrada através deste link.](#)

No entanto, a valoração econômica dessas atividades pode ser considerada como uma subestimação, uma vez que os custos reais despendidos com o desenvolvimento de atividades educacionais e pesquisas científicas não são apenas com bolsas de pesquisas, como considerado neste trabalho. O intuito deste exercício é trazer tangibilidade a esses serviços culturais, por vezes imperceptíveis, na ótica econômica.

Os valores monetários encontrados, mesmo com limitações metodológicas a serem superadas, demonstram uma estimativa da importância econômica dos serviços culturais contidos em UCs, o que reforça o caráter intrínseco entre o bem estar humano e os serviços ecossistêmicos, os quais estão diretamente relacionados à qualidade ambiental, conseqüentemente, a mudança desse ambiente resultaria em reflexos proporcionais na demanda pelas atividades valoradas.

Os significados intangíveis desses SE são alguns dos argumentos contundentes para a proteção de belezas cênicas e paisagens, e devido à sua natureza que permite serem diretamente experienciados e sentidos, os SEC se tornam importantes veículos de comunicação para conservação ambiental (DANIEL et al, 2012). Embora o conhecimento ecológico seja fundamental para avaliar os ecossistemas naturais, a sua relevância para o bem estar da humanidade pode ser melhor explorada ao se examinar percepções, valores e comportamentos reforçando que as ligações entre o meio ambiente e o bem-estar social são ainda complexas e não totalmente entendidas (PLIENINGER, 2013).

Isso fica latente na valoração dos serviços escolhidos, pois tanto recreação quanto efeitos cognitivos são importantes instrumentos na propagação da conservação e do uso consciente do PEIA por seus frequentadores. A valoração econômica, portanto, pode contribuir como aporte aos tomadores de decisão para a formulação de políticas públicas responsivas à conservação dos benefícios ambientais contidos nessas áreas naturais protegidas.

A partir do entendimento que os SE são definidos por meio de construções sociais, para o atendimento das necessidades humanas e que, portanto, dependem de diferentes visões e preferências das partes interessadas em sua



avaliação, a incorporação dos SEC na dimensão política, científica e econômica pode ampliar a compreensão sobre as múltiplas formas de como as pessoas se relacionam com a natureza, auxiliando na promoção de equidade, participação democrática e responsabilidade social, o que possibilita uma melhoria nos processos de tomada de decisão e de governança ambiental (HIRONS; COMBERT; DUNFORD, 2016).

**CONCLUSÃO:** Embora a valoração dos SEC dependa de pluralidades metodológicas capazes de abranger múltiplas perspectivas e preferências atreladas à subjetividade humana, a abordagem econômica é importante, pois evidencia, mesmo parcialmente, o potencial econômico do PEIA referente às atividades culturais, o que pode contribuir para a gestão da área de estudo.

Como descrito anteriormente, há diversos métodos possíveis que devem ser adaptados ao contexto dos SEC, portanto optou-se por escolher um método econômico que abordasse, apropriadamente, os dados secundários disponíveis e o tempo de elaboração deste trabalho.

Como recomendação, futuros estudos de valoração devem abranger diferentes metodologias, monetárias ou não, para compreender a totalidade de valores dos serviços ecossistêmicos culturais, a fim de confrontar os resultados e contribuir com o preenchimento de lacunas metodológicas ainda existentes.

**AGRADECIMENTOS:** O resumo submetido teve o aporte financeiro da CAPES e com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) (Processo 2015/03804-9), o que tornou possível a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

CARRILHO, C. D. **Identificação e Valoração Econômica e Sociocultural dos Serviços Ecossistêmicos da Baía do Araçá - São Sebastião/ SP.** 2016. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Meio Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CARRILHO, C. D; SINISGALLI, P. A. A. **Contribution to araquá bay management: the identification and valuation of ecosystem services.** Ocean Coast. Manag. 164, 128–135, 2018 doi: 10.1016/j.ocecoaman.2018.03.023.

CHAN, K. M; SATTERFIELD, T; GOLDSTEIN, J. **Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values.** Ecological economics, v. 74, p. 8-18, 2012.

CHENG, X. et al. **Evaluation of cultural ecosystem services: A review of methods.** Ecosystem Services, v. 37, p. 100925, 2019.

COMMON INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF ECOSYSTEM SERVICES (CICES). Version 5.1 Spreadsheet. 2018. Disponível em: <https://cices.eu/cices-structure/>

COSTANZA, R. **Ecosystem services: Multiple classification systems are needed.** Biological Conservation 141, p: 350 – 352, 2008.

COSTANZA, R. et al. **Changes in the global value of ecosystem services.** Global Environmental Change, v. 26, p.152-158, 2014.

CP + RT 132/17. **Estudo da Capacidade de Suporte em Áreas Piloto da APAMLN.** Produto VII, Volume Único, 2018.

CP + RT 142/16. **Caracterização e diagnóstico da atividade náutica de turismo profissional na APAMLN.** Revisão 05. Volume 1, 2017.

CP + RT 205/16. **Relatório Final da Caracterização e Diagnóstico Detalhados da Atividade Náutica, de Turismo Profissional, no Setor Cunhambebe da APAMLN.** Revisão 02. Volume Único, 2017.

DANIEL, T. C. et al. **Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 109, n. 23, p. 8812-8819, 2012.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services.** Ecological Economics, v. 41, p. 393–408, 2002.

HIRONS, M; COMBERTI, C; DUNFORD, R. **Valuing cultural ecosystem services.** Annual Review of Environment and Resources, v. 41, p. 545-574, 2016.

HOWARTH, R. B.; FARBER, S. **Accounting for the value of ecosystem services.** Ecological Economics, v. 41, n. 3, p. 421-429, 2002.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.** Island Press, Washington D.C., 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington D.C., 2005.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

NIJNIK, M; MILLER, D. **Valuation of ecosystem services: paradox or Pandora's box for decision-makers?** *One Ecosystem*, v. 2, p. e14808, 2017.

PLIENINGER, T. et al. **Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level**. *Land use policy*, v. 33, p. 118-129, 2013.

SÃO PAULO. **Decreto n.º 9.629, de 29 de março de 1977**. In: São Paulo, Legislação. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, p. 428. Cria o Parque Estadual da Ilha Anchieta e dá providências correlatas.

SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Conheça SP: Parque Estadual Ilha Anchieta**. Parque Estadual Ilha Anchieta. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/conhecasp/parques-e-reservas-naturais/parque-estadual-ilha-anchieta/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

TEEB. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity for local and Regional Policy Makers**, 2010. Disponível em: [http://www.teebweb.org/media/2010/09/TEEB\\_D2\\_Local\\_Policy-Makers\\_Report-Eng.pdf](http://www.teebweb.org/media/2010/09/TEEB_D2_Local_Policy-Makers_Report-Eng.pdf)

WANG, G. et al. **Valuing the effects of hydropower development on watershed ecosystem services: Case studies in the Jiulong River Watershed, Fujian Province, China**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 86, n. 3, p. 363-368, 2010.

## DESIGUALDADE E IMPACTO DO CONSUMO SOBRE A EXTRAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

Henrique Bottura Paiva<sup>1</sup>; Deise Maria Bourscheidt<sup>2</sup>

1 – Henrique Bottura Paiva. Universidade de Brasília. [hbpaiva@gmail.com](mailto:hbpaiva@gmail.com)

2 – Deise Maria Bourscheidt. Universidade de Brasília; Univ. Federal da Fronteira Sul. [deisebourscheidt@gmail.com](mailto:deisebourscheidt@gmail.com)

**RESUMO:** Utilizamos um arcabouço de inspiração kaleckiana para analisar as implicações ambientais, em relação ao uso de matérias primas, de mudanças na distribuição de renda no curto prazo. Os mais ricos contribuem desproporcionalmente mais para a degradação dos recursos naturais. O cenário é distinto se olhamos o uso de recursos não em termos per capita, mas por unidade monetária dispendida. Mostramos que, dependendo de diferenças no padrão de consumo, há risco de haver piora na questão ambiental a partir de uma melhora na distribuição da renda. Tal resultado teórico aponta a necessidade de estratégias de mitigação de impacto, em paralelo ao combate às desigualdades.

**Palavras-Chave:** Economia Ecológica; Modelo Kaleckiano; Modelo Pós-Keynesiano

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16766563>

**ABSTRACT:** We use a kaleckian framework to analyze changes in the environmental impact regarding the use of raw materials from changes in the income distribution in the short run. The rich contribute disproportionately more to environmental degradation. However, the picture is different if we observe the use of resources per dollar spend, rather than in per capita terms. We show that, depending on the unit content of raw materials in consumption goods, a worsening in the environmental impact could follow an improvement in the income distribution. This theoretical result points to the need of preservation strategies alongside actions to fight inequality.

**Keywords:** Ecological Economics; Kaleckian Model; Post-Keynesian Model

**INTRODUÇÃO:** Parte importante da teoria macroeconômica pós-keynesiana analisa especificamente a distribuição de renda e seu impacto sobre o crescimento. Esse impacto passa pelo consumo e pelo investimento. Dá-se, mais especificamente, pela forma como as alterações na distribuição de renda impactam a poupança, de um lado, e o investimento, de outro – este último via alterações no consumo, que influenciam o grau de utilização da capacidade produtiva e, assim, a taxa de lucro.

Mais que isso, há modelos de inspiração kaleckiana que distinguem bens de consumo dos trabalhadores de bens de consumo dos capitalistas. A partir dessa diferenciação é possível analisar dois grupos de bens que podem ter impactos ambientais distintos. Ainda na tradição kaleckiana, podemos também identificar o conteúdo físico de matéria prima embutido em uma unidade de bem de consumo. Iniciativas anteriores sobre inserção de variáveis ambientais em modelos de base kaleckiana podem ser vistas em Okuma (2017) e Fontana & Sawyer (2013).

Preocupações ambientais fazem parte do arcabouço teórico dos Economistas Ecológicos, cujo foco principal se refere às limitações inerentes ao ecossistema, dentro do qual o sistema econômico está inserido. Nicholas Georgescu-Roegen e Herman Daly formalizaram a defesa do degrowth e do Steady State, respectivamente, a partir da segunda metade década de 1960, quando

demonstraram a insatisfação com os modelos econômicos negligentes em relação à perspectiva ecológica. Georgescu-Roegen, em meados dos anos 1970, mudou a sua abordagem econômica, desenvolvendo uma teoria que relacionava a economia à termodinâmica. Entre as principais conclusões constatou que o decrescimento seria inevitável (GEORGESCU-ROEGEN, 2011). Já Herman Daly, mostrou uma tendência à defesa do Steady State já em 1968, e a mantém até hoje. Ele é um dos grandes responsáveis pela visão do Estado Estacionário, como forma de manter o equilíbrio biofísico, estar na agenda de pesquisa econômica atualmente (VICTOR, 2016). Desde então, as tentativas de introdução das variáveis ecológicas em modelos de consumo, produção e investimento já existentes, ou então a criação de novos modelos econômicos que inserem essas variáveis, têm aparecido, mesmo que de maneira lenta.

As tentativas se baseiam em mostrar a necessidade de mensuração das variáveis ambientais, o impacto ambiental do processo produtivo e a substituição do consumo de bens cujo impacto seja mais oneroso ao meio ambiente. Como exemplo pode-se citar a troca de bens e serviços intensivos em energias de base fóssil por energias renováveis, e da agricultura convencional pela agricultura de base agroecológica, ressaltando a necessidade de estimular os investimentos nessas áreas. Além disso, defendem a redução do consumo e, conseqüentemente, do descarte de resíduos, e também da produção. Tais proposições inserem-se no debate sobre o degrowth, mais recentemente conhecido também como economia sem crescimento, com foco na distribuição daquilo que já se produz e consome, reduzindo desigualdades. Deste modo, pode-se dizer que modelar os impactos ambientais do consumo e suas conseqüências em termos de distribuição de renda, foco desta pesquisa, faz parte da agenda de pesquisa mais atual dos Economistas Ecológicos, desde que se considere na modelagem as limitações biofísicas do planeta.

Diante disso, o objetivo do trabalho é mensurar a alteração no impacto ambiental do consumo a partir de alterações na distribuição de renda. Nosso foco é o conteúdo material de recursos naturais materiais nos bens consumidos, que implica tanto retirada de materiais do meio ambiente como o descarte de

resíduos. A tentativa consistirá em avançar em um modelo de base Kaleckiana inserindo pontos concernentes à Economia Ecológica.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A hipótese inicial é que haveria uma diferença no conteúdo de matérias primas em cada unidade monetária de consumo dos trabalhadores, em relação à unidade monetária de consumo dos capitalistas. Isso porque uma maior parcela da renda dos trabalhadores seria destinada a itens básicos, como alimentação e vestuário, e também a certos bens duráveis como equipamentos para a casa, tais como móveis e eletrodomésticos. Naturalmente, os capitalistas também consomem estes itens, e pode-se supor que gastam com eles ainda maior valor per capita. Contudo, produtos de qualidade superior, de consumo dos capitalistas, tendem a ser muito mais caros que os de qualidade básica, de consumo dos trabalhadores. De fato, para bens similares, que suprem uma mesma necessidade, é comum haver uma variante de qualidade superior muitas vezes mais cara que um similar de menor qualidade. Desta forma, é difícil imaginar que o uso de matérias primas aumenta na mesma proporção que os preços dos bens conforme a qualidade. Com isso, o conteúdo de matéria prima por unidade monetária de dispêndio deve ser menor para esses bens de consumo dos capitalistas do que para os bens de consumo dos trabalhadores.

Além disso, os capitalistas teriam uma maior participação de serviços em seu consumo, o que soma-se ao fato de que os bens que consomem teriam um alto valor em relação à quantidade física de material utilizado. Logo, para cada unidade monetária de dispêndio em consumo dos capitalistas teria um conteúdo menor de matéria prima que a unidade monetária de dispêndio em consumo dos trabalhadores. De fato, Wiedmann et al. (2015) estimam as elasticidades renda para uma série de matérias primas para um grupo de países e, exceto para os combustíveis fósseis, encontram todas menores que a unidade.

Deste modo, a mudança na distribuição de renda entre trabalhadores e capitalistas pode influenciar o uso de matéria prima em relação ao produto e, portanto, o impacto do consumo sobre o meio ambiente. Iniciamos a análise em um arcabouço simplificado em que se consideram apenas três setores, com produto homogêneo no interior de cada um deles, e apenas um tipo de matéria

prima, utilizada igualmente por todos os setores. Supõe-se também integração vertical da cadeia produtiva. Na segunda parte, trataremos de múltiplos bens em cada setor, e também múltiplas matérias primas.

Partimos da ideia de que trabalhadores e capitalistas têm distintas cestas de bens de consumo. Assim, podemos, inicialmente, dividir a economia em três setores, de acordo com Kalecki (1977), em setor de bens de investimento ( $I$ ), setor de bens de consumo dos capitalistas ( $C_c$ ) e setor de bens de consumo dos trabalhadores ( $C_w$ ), com o produto homogêneo dentro de cada setor. Isso em um contexto de economia fechada e sem governo, tal que, sendo  $Y$  a renda nacional, temos:

$$Y = I + C_c + C_w \quad (1)$$

Cada bem é produzido com certa quantidade de matérias primas e certa quantidade de trabalho embutidos. Assim, temos em Hein (2014), que na teoria de preços de Kalecki, a precificação do produto no setor  $j$  pode ser expressa por:

$$p_j = (1 + m_j)[wa_j + p_m\mu_j] \quad (2)$$

Em que, em cada setor  $j$ , para  $j = \{I, C_c, C_w\}$ ,  $p_j$  é o preço do bem homogêneo do setor,  $m_j$  o mark-up praticado sobre os custos variáveis,  $a_j$  é quantidade de trabalho por unidade de produto, e  $\mu_j$  a quantidade de matéria prima embutida em uma unidade de produto. Ainda, o salário nominal e o preço de uma unidade de matéria prima, vigentes para todos os setores, são designados respectivamente por  $w$  e  $p_m$ .

Deste modo, expressando o consumo total em um setor em termos de quantidades e preços, como  $C_j = p_jQ_j$ , podemos definir o uso de matérias primas total no setor ( $M_j$ ) por:

$$M_j \equiv \mu_jQ_j = \mu_j \left( \frac{C_j}{p_j} \right) \quad (3)$$



Substituindo (2) em (3), e tirando as derivadas parciais, podemos notar que o consumo total de matérias primas aumenta apenas com o aumento do consumo no setor ( $C_j$ ) e com o aumento do conteúdo unitário de matéria prima ( $\mu_j$ ); e diminui com o aumento do mark-up, do preço unitário da matéria prima, e do conteúdo unitário de trabalho. Isto ocorre uma vez que é possível demonstrar que  $\frac{\partial M_j}{\partial \mu_j} > 0$  e  $\frac{\partial M_j}{\partial c_j} > 0$ , mas  $\frac{\partial M_j}{\partial a_j} < 0$ ,  $\frac{\partial M_j}{\partial m_j} < 0$  e  $\frac{\partial M_j}{\partial p_m} < 0$ . Já em relação ao salário nominal ( $w$ ), temos que seu efeito sobre o preço atua no sentido de reduzir o uso de matéria prima, pois  $\frac{\partial M_j}{\partial w} < 0$ . Porém, quando o setor em questão trata-se do de bens de consumo dos trabalhadores, há de se considerar também o efeito do salário sobre o consumo total no setor ( $C_j$ ). Tal efeito será tratado em maior detalhe mais adiante, onde analisamos o impacto das mudanças na distribuição de renda.

**RESULTADOS:** Se tomamos a distribuição de renda entre salários e lucros, adotando a hipótese de que apenas os capitalistas poupam, podemos identificar os setores a partir da propensão à poupança ( $s$ ), com  $0 < s < 1$ , e da participação dos lucros na renda,  $h \equiv P/Y$ , onde  $P$  representa a massa de lucros. Deste modo, o uso de matéria prima nos três setores é dado por:

$$M_I = \frac{\mu_I}{p_I} I = \frac{\mu_I}{p_I} h s Y \quad (4)$$

em que se utiliza a identidade entre investimento e poupança,  $I = S = sP$ .

$$M_C = \frac{\mu_C}{p_C} h (1 - s) Y \quad (5)$$

$$M_w = \frac{\mu_w}{p_w} (1 - h) Y \quad (6)$$

Note-se que a expressão  $\mu_j/p_j$  indica o conteúdo unitário de matéria prima pelo preço de uma unidade de produto, ou seja, informa o conteúdo de matéria prima utilizado por unidade monetária dispendida. Essa medida é bastante importante, e por isso vamos designá-la por  $\theta$ , sendo  $\theta_j \equiv \mu_j/p_j$ . Desta forma, o conteúdo de matéria prima por unidade de produto na economia é dado por:

$$\frac{M}{Y} = \frac{\mu_I}{p_I} \left( \frac{I}{Y} \right) + \frac{\mu_C}{p_C} \left( \frac{C_C}{Y} \right) + \frac{\mu_W}{p_W} \left( \frac{C_W}{Y} \right) \quad (7)$$

Ou ainda, substituindo os respectivos  $\theta_j$ , para  $j = \{I, C_C, C_W\}$ , e escrevendo os componentes do produto como função de  $h$  e  $s$ , temos:

$$\frac{M}{Y} = \theta_I h s + \theta_C h (1 - s) + \theta_W (1 - h) \quad (8)$$

Manipulando algebricamente a equação(8), podemos ter em evidência a distribuição funcional da renda, representada pelo profit share ( $h$ ):

$$\frac{M}{Y} = h[s(\theta_I - \theta_C) + \theta_C - \theta_W] + \theta_W \quad (9)$$

Deste modo, o aumento do profit share implicará em redução do impacto ambiental pelo uso de matérias primas por unidade de produto sempre que  $s < (\theta_W - \theta_C)/(\theta_I - \theta_C)$ .

Entretanto, podemos considerar que o investimento constitui um uso dos recursos físicos que é necessário, e em certa medida inescapável, para o desenvolvimento, posto o papel primordial do investimento para a determinação do nível de renda e para o crescimento de longo prazo no arcabouço kaleckiano. Se avaliamos que parte do desenvolvimento está alicerçada no progresso técnico, e este está intimamente relacionado ao incremento do estoque de capital fixo, então estaremos propensos a dar uma distinta relevância aos bens de capital na alocação de recursos naturais. Neste sentido, pode ser útil avaliar apenas o uso de

recursos pelo consumo das famílias (sejam de capitalistas ou de trabalhadores). Este impacto seria dado pela soma dos itens (5) e (6), que expressamos na variável  $M_{cons} \equiv M_c + M_w$ , e pode também ser avaliado em relação ao produto, como a seguir.

$$\frac{M_{cons}}{Y} = h[\theta_c(1 - s) - \theta_w] + \theta_w \quad (10)$$

Onde o termo entre colchetes tende a ser negativo, não só porque esperamos  $\theta_c < \theta_w$ , conforme a hipótese apresentada anteriormente, mas também porque  $\theta_c$  vem multiplicado por um número menor que a unidade. A expressão (10) indica, pois, o dano ambiental pela retirada de materiais para a produção de bens de consumo para cada unidade monetária de renda. Tal formulação pode ser interessante para se avaliar a magnitude da retirada de recursos conforme a renda e o produto cresçam. Entretanto, pode ser também de interesse se avaliar o que ocorre apenas dentro do consumo, isto é, se a cesta de bens consumidos na economia mostra-se de melhor ou pior qualidade ambiental, em relação ao uso quantitativo de materiais, entre períodos. Para tanto, podemos comparar  $M_{cons}$  com o total do consumo ( $C$ ), dado por  $C = C_c + C_w$ . Como  $C_c = h(1 - s)Y$  e  $C_w = (1 - h)Y$ , temos que  $C = (1 - sh)Y$ . Logo:

$$\frac{M_{cons}}{C} = \frac{h[\theta_c(1 - s) - \theta_w] + \theta_w}{(1 - sh)} \quad (11)$$

Note-se que, se em um determinado período se forçasse  $h$  igual a zero, teríamos  $M_{cons}/C = \theta_w$  e, de maneira inversa, para  $h$  igual à unidade, teríamos  $M_{cons}/C = \theta_c$ . Isto ocorre porque o valor medido em (11) não captura a variação do consumo na renda, mas a distribuição do consumo nacional entre trabalhadores e capitalistas. Ainda a partir de (11), podemos avaliar o efeito no impacto ambiental por unidade monetária de consumo advindo de variações na poupança e na distribuição funcional de renda. Conforme:

$$\frac{\partial \left( \frac{M_{cons}}{C} \right)}{\partial h} = \frac{[\theta_c(1-s) - \theta_w](1-sh) + s[h(\theta_c(1-s) - \theta_w) + \theta_w]}{(1-sh)^2} \quad (12)$$

$$\frac{\partial \left( \frac{M_{cons}}{C} \right)}{\partial s} = \frac{h(1-h)(\theta_w - \theta_c)}{(1-sh)^2} \quad (13)$$

O aumento da poupança reduz a fração do consumo dos capitalistas no consumo total, por isso aumenta o dano ambiental do consumo sempre que se verifica  $\theta_w > \theta_c$ , como explicita a equação (13). Já em relação à distribuição de renda, pode-se demonstrar que  $\frac{\partial \left( \frac{M_{cons}}{C} \right)}{\partial h} < 0$  uma vez que se tenha  $\theta_w > \theta_c$ .

Em relação ao uso total de matérias primas pelo consumo, a partir de (10), temos:

$$M_{cons} = Y[h(\theta_c(1-s) - \theta_w) + \theta_w] \quad (14)$$

Onde, novamente, é esperado que  $(\theta_c(1-s) - \theta_w) < 0$ , de modo que o uso total de matérias primas pelo consumo ( $M_{cons}$ ) é função negativa do profit share ( $h$ ).

Evidentemente, os valores de  $\theta_w$  e  $\theta_c$  dependem das relações técnicas de produção (isto é, do conteúdo unitário de trabalho e matérias primas) e dos custos unitários destes ( $w$  e  $p_m$ ). Entretanto, a fim de se fazer uma avaliação ilustrativa da direção da mudança no impacto a partir de uma variação na distribuição de renda, e pelas razões expostas na seção anterior, consideramos que é plausível se pensar que  $\theta_l > \theta_w > \theta_c$ , sendo a segunda desigualdade correspondente à hipótese de trabalho que assumimos anteriormente. Isso porque temos em mente que os bens de investimento podem ter um componente muito forte de bens físicos (como construções, máquinas e equipamentos) por unidade monetária de

dispêndio, enquanto o dispêndio em consumo pode ter um conteúdo maior de serviços. Ainda, entre os bens de consumo, há razão para supor que aqueles adquiridos pelos capitalistas devem constituir um conteúdo material menor em relação ao valor dispendido, pois envolvem uma parcela maior de serviços e, quando constituídos de itens físicos, podem ser produtos mais caros. Ou seja, para certa quantidade de matéria prima embutida nos produtos, se o preço final é mais caro (já que contém maiores custos de design, marketing etc. em seu preço final), a quantidade de material físico por unidade monetária gasta é menor.

Portanto, neste caso a piora na distribuição de renda melhora o impacto ambiental do dispêndio em consumo. Embora o foco da análise tenha sido restrito ao uso de matérias primas, encontramos que é possível antecipar um importante impacto sobre o meio ambiente a partir da melhoria na distribuição de renda. Esse resultado nos coloca um chamado para a atenção à questão ambiental em paralelo aos esforços para a redução da pobreza.

**CONCLUSÃO:** O presente trabalho ressalta a importância de se ter em conta o aumento da necessidade de recursos físicos de matérias primas em paralelo ao combate às desigualdades. Tendo em mente que em grande medida a pobreza concretiza-se em falta ou escassez de bens de consumo materiais, a redução da pobreza (que deve envolver a melhora na distribuição de renda) implica no aumento do uso de matérias primas.

Ainda, apontamos a possibilidade de diferenças no conteúdo material em relação ao dispêndio entre as classes sociais. Mostramos que, se bens de consumo dos trabalhadores utilizam, em média, maior conteúdo de matérias primas por unidade monetária gasta, podemos utilizar o arcabouço kaleckiano, em um contexto de curto prazo, para estimar o impacto no uso desses materiais a partir da redistribuição de renda.

Concluimos que, sob hipóteses razoáveis, o uso de matérias primas para bens de consumo é negativamente relacionado com o profit share. Deste modo, a piora na distribuição funcional da renda (isto é, aumento do profit share) pode reduzir o

uso de matérias primas para bens de consumo. Tal resultado é importante por apontar as implicações ambientais que devem ser levadas em conta em paralelo aos esforços para a redução das desigualdades sociais.

Por fim, ressaltamos que a redução das desigualdades e preservação da natureza são objetivos que estão, sem dúvida, entre os mais graves problemas contemporâneos, e eventuais conflitos entre eles não justificariam menor empenho em solucioná-los.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecemos aos comentários do Prof. Joaílio Rodolpho Teixeira, do Departamento de Economia da Universidade de Brasília

#### **REFERÊNCIAS:**

FONTANA, G.; SAWYER, M. Post-Keynesian and Kaleckian thoughts on ecological macroeconomics. *European Journal of Economics and Economic Policies: Intervention*, v. 10, n. 2, p. 256–267, 2013.

GEORGESCU-ROEGEN N. *From Bioeconomics to Degrowth: Georgescu-Roegen's "New Economics" in Eight Essays*. London: Routledge, 2011.

HEIN, E. *Distribution and Growth After Keynes: A post-keynesian guide*, Cheltenham: Edward Elgar, 2014.

KALECKI, M. *Crescimento e Ciclo das Economias Capitalistas*, São Paulo: Hucitec, 1977.

OKUMA, K. *The Evolving Relationship between Economy and the Environment: Theory and the Japanese experience*. Singapore: Springer, 2017.

VICTOR, PETER. A., Herman Daly and the Steady-State Economy, 2016 in Farley, J., Malghan, D. (eds.). *Beyond Uneconomic Growth, Vol. 2: A Festschrift in Honor of Herman Daly*. University of Vermont, Burlington, VT, 2016.

WIEDMANN, T. O. *et al.* The Material Footprint of Nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 20, p. 6271 LP – 6276, 19 maio 2015.

# ENSAIOS DE GERMINAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PLANTAS EXPOSTAS AO CÁDMIO

Lima, J.Z.<sup>1</sup>; Ogura, A.P.<sup>2</sup>; Sígolo, J.B.<sup>3</sup>; Rodrigues, V.G.S.<sup>4</sup>

1 - Jacqueline Zanin Lima. Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP) ([jacqueline.zanin.lima@usp.br](mailto:jacqueline.zanin.lima@usp.br))

2 - Allan Pretti Ogura. Núcleo de Ecotoxicologia e Ecologia Aplicada, Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais (NEEA/CRHEA), Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP) ([allan.ogura@usp.br](mailto:allan.ogura@usp.br))

3 - Joel Barbujiari Sígolo. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IGc/USP) ([jbsigolo@usp.br](mailto:jbsigolo@usp.br))

4 - Valéria Guimarães Silvestre Rodrigues. Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (EESC/USP) ([valguima@usp.br](mailto:valguima@usp.br))

**RESUMO:** A contaminação do solo com elementos potencialmente tóxicos (EPT) acarreta em impactos negativos na biota e nas funções ecossistêmicas. O cádmio (Cd) é considerado um dos EPT mais tóxicos. Assim, os ensaios ecotoxicológicos são ferramentas importantes na avaliação de risco ambiental em áreas contaminadas. O presente estudo avaliou a sensibilidade ao Cd de espécies de culturas agrícolas comuns no Brasil: alface (*Lactuca sativa*), nabo (*Brassica rapa*), rúcula (*Eruca sativa*) e tomate (*Solanum lycopersicum*). Para essa finalidade, foram utilizados ensaios de germinação, seguindo os protocolos da US EPA e da OECD (2006), propiciando o contato das sementes com diferentes concentrações de Cd em solução (0; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128; 256; 512 e 1024 mg L<sup>-1</sup>). Os efeitos dessa exposição foram avaliados para porcentagem de germinação e crescimento da parte aérea e da raiz. Os resultados mostraram que dentre os *endpoints* avaliados, o crescimento da raiz foi o mais sensível, revelando os menores valores da concentração de efeito (EC<sub>50</sub>). A EC<sub>50</sub> para o crescimento da raiz foi de 21,40; 43,56; 47,60 e 48,18 mg L<sup>-1</sup> para alface, rúcula, nabo e tomate, respectivamente. Ademais, alface e rúcula podem ser indicadas como potenciais organismos-teste para ensaios terrestres. Entretanto, são necessários experimentos futuros confirmando a confiabilidade e replicabilidade dos resultados obtidos com estas espécies, além de análises com solos contaminados coletados em campo.

**Palavras-Chave:** Elementos potencialmente tóxicos; Fitotoxicidade; Concentração de efeito; *Lactuca sativa*; *Eruca sativa*.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16701979>

**ABSTRACT:** Soil contamination with potentially toxic elements (PTE) has negative impacts on biota and ecosystem functions. Cadmium (Cd) is considered one of the most toxic PTEs. Thus, ecotoxicological tests are an important tool in the *environmental risk assessment* in contaminated areas. The present study evaluated the sensitivity to Cd of common agricultural crop species in Brazil: lettuce (*Lactuca sativa*), turnip (*Brassica rapa*), arugula (*Eruca sativa*) and tomato (*Solanum lycopersicum*). For this purpose, germination tests were used, following the protocols of the US EPA and the OECD (2006) and providing seed contact with different Cd concentrations in solution (0; 0.5; 1, 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128; 256; 512 and 1024 mg L<sup>-1</sup>). The effects of this exposure were evaluated for germination percentage and shoot and root growth. The results showed that root growth was the most sensitive among the evaluated endpoints with the lowest effect concentration values (EC<sub>50</sub>). The EC<sub>50</sub> for root growth was 21.40, 43.56, 47.60 and 48.18 mg L<sup>-1</sup> for lettuce, arugula, turnip and tomato respectively. Furthermore, lettuce and arugula can be indicated as potential test organisms for terrestrial experiments. However, future experiments are needed to confirm the reliability and replicability of the results obtained with these species, and analyze with contaminated soils collected in the field.

**Keywords:** Potentially toxic elements; Phytotoxicity; Effect concentration; *Lactuca sativa*; *Eruca sativa*.

**INTRODUÇÃO:** Os elementos potencialmente tóxicos (EPT) estão amplamente distribuídos ao longo de toda a crosta terrestre, podendo se originar a partir de fontes naturais ou antrópicas. Contudo, diferentemente das entradas pedogênicas, os EPT advindos das atividades antrópicas normalmente apresentam elevadas concentrações e biodisponibilidade (Alloway, 2012). A mineração produz grandes quantidades de resíduos e é um exemplo de atividade frequentemente associada à contaminação. No Brasil existem vários estudos que reportam concentrações anômalas de EPT no solo, água (superficial e



subterrânea) e sedimentos em áreas de mineração, como: Vale do Ribeira (Figueiredo et al., 2007; Guimarães e Sígolo, 2008; Gusso-Choueri, et al., 2018, Kasemodel et al., 2019), Santo Amaro (Niemeyer et al., 2012; Guerra et al., 2015), Serra Pelada (Teixeira et al., 2018) e Minas Gerais (Figueiredo et al., 2007; Lopes et al., 2015; Ng et al., 2019).

Os EPT não são passíveis de degradação química ou biológica, podendo se acumular e biomagnificar ao longo de vários níveis tróficos da cadeia alimentar, impactando as funções ecossistêmicas (Hooda, 2010; Alloway, 2012). O cádmio (Cd), em particular, não apresenta função fisiológica conhecida e é considerado um dos EPT mais tóxicos, haja vista a propagação de seus efeitos altamente adversos no metabolismo de plantas e animais (Kabata-Pendias, 2011). Em solos, o Cd se liga fortemente a matéria orgânica e sua mobilidade é governada pelo potencial de oxirredução (Eh) e pH (Alloway, 2012).

Dentro das etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, em locais com elevadas concentrações de EPT confirmadas por análises químicas, recomenda-se a realização de estudos ecotoxicológicos integrando a avaliação de risco ambiental. Devem ser escolhidos organismos que sejam representativos das diferentes rotas de exposição envolvendo a biota terrestre e aquática. Conseqüentemente, a utilização das plantas se destaca, já que as mesmas são integrantes de uma via de grande importância em sistemas terrestres. Espécies utilizadas na agricultura, como as hortaliças, podem apresentar efeitos na germinação e no desenvolvimento decorrentes da presença dos contaminantes no solo.

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a fitotoxicidade de Cd em diferentes espécies de plantas: alface, nabo, rúcula e tomate, utilizando ensaios de germinação, de acordo com os protocolos da US EPA e da OECD (2006), e o posterior cálculo de *endpoints*.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os testes de germinação e desenvolvimento inicial das radículas foram conduzidos seguindo adaptações dos protocolos da US EPA (Greene et al., 1988) e da OECD (2006). Foram utilizadas quatro diferentes espécies de plantas dicotiledôneas representativas de culturas comerciais

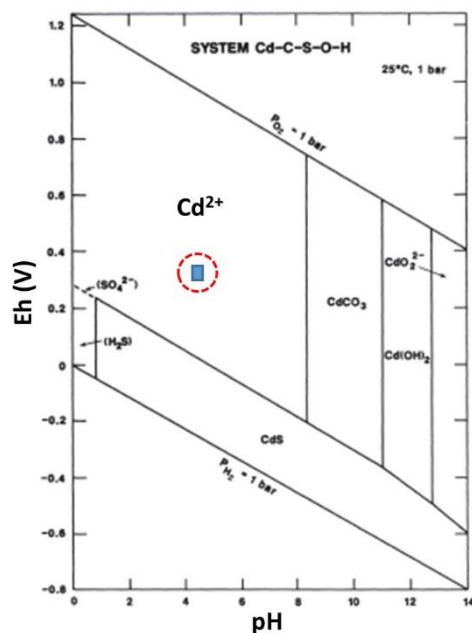
tropicais: alface (*Lactuca sativa*), nabo (*Brassica rapa*), rúcula (*Eruca sativa*) e tomate (*Solanum lycopersicum*). Cada espécie de planta foi exposta a um gradiente de concentração de Cd, com valores de 0; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128; 256; 512 e 1024 mg L<sup>-1</sup>. As soluções sintéticas foram preparadas a partir da diluição de CdCl<sub>2</sub>.2,5H<sub>2</sub>O (Sigma-Aldrich®) em água deionizada. Em cada solução, foram determinados os parâmetros físico-químicos pH (Digimed, DME-CV1), potencial de oxirredução (Eh) (Digimed, DMR-CP1) e condutividade elétrica (CE) (Digimed, DMC-010M).

Para cada espécie e concentração, nas placas de Petri (diâmetro de 90 mm) contendo papel filtro, foram colocadas randomicamente 10 sementes e, em seguida, foram adicionados 2 mL da solução contaminante contendo Cd. As placas foram temporariamente armazenadas no escuro e sob temperatura de 25±2°C. Para o nabo e a rúcula o período de germinação esperado foi de 4 dias e para a alface e o tomate, foi de 6 dias (conforme ensaios realizados anteriormente). Findado esse período, foram quantificados o número de sementes germinadas e os comprimentos da raiz e da parte aérea para cada semente germinada. O ensaio foi conduzido em triplicata por tratamento.

As análises estatísticas foram conduzidas no RStudio 4.0.3 e as concentrações de efeito que causaram 50% de inibição de crescimento (EC<sub>50</sub>), usando o modelo da curva logística, foram calculadas no *software* Statistica 13.5.

**RESULTADOS:** As soluções sintéticas contendo concentrações de Cd variando de 0,5 a 1024 mg L<sup>-1</sup> apresentaram, de modo geral, pH entre 4,2 e 4,5 e valores crescente de Eh (306,6 a 349,1 mV) e CE (32,0 a 1647 µS cm<sup>-1</sup>). Plotando os resultados num diagrama pH x Eh tem-se um indicativo de que o Cd em solução se encontrava majoritariamente na forma de Cd<sup>2+</sup> (Figura 1).

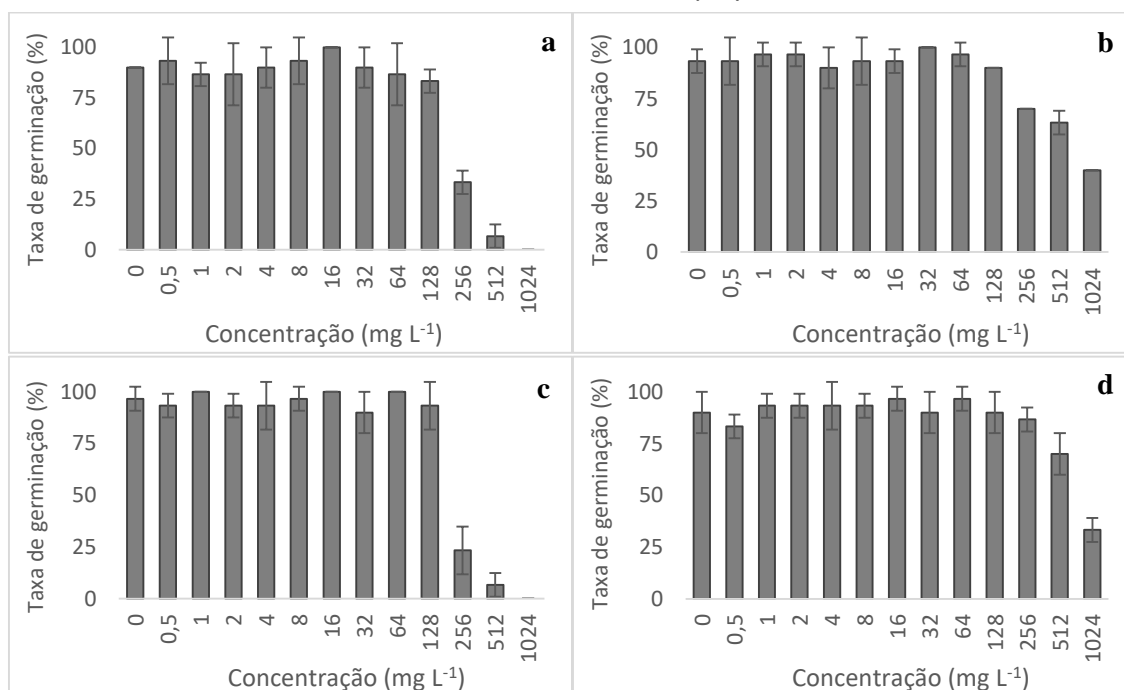
Figura 1 - Representação esquemática, no diagrama pH x Eh, da variação dos parâmetros das soluções sintéticas de Cd utilizadas nos ensaios de germinação



Fonte: Dados inseridos no diagrama de Brookins (1988).

Um dos *endpoints* avaliados foi a taxa de germinação. O experimento foi considerado validado, uma vez que foi observada germinação acima de 70% na condição controle para todas as espécies, seguindo as recomendações da OECD (2006). Independentemente da espécie de planta, as maiores reduções na germinação em relação às amostras controle foram observadas nas maiores concentrações. A alface e a rúcula obtiveram germinação inferior a 40% nas três maiores concentrações (256, 512 e 1024 mg L<sup>-1</sup>), enquanto para nabo e tomate, redução similar foi observada apenas na maior concentração (1024 mg L<sup>-1</sup>) (Figura 2).

Figura 2 - Taxa de germinação em função da concentração de Cd para a: alface (*L. sativa*), b: nabo (*B. rapa*), c: rúcula (*E. sativa*) e d: tomate (*S. lycopersicum*)



Cada valor representa a média ± desvio padrão (n = 3).

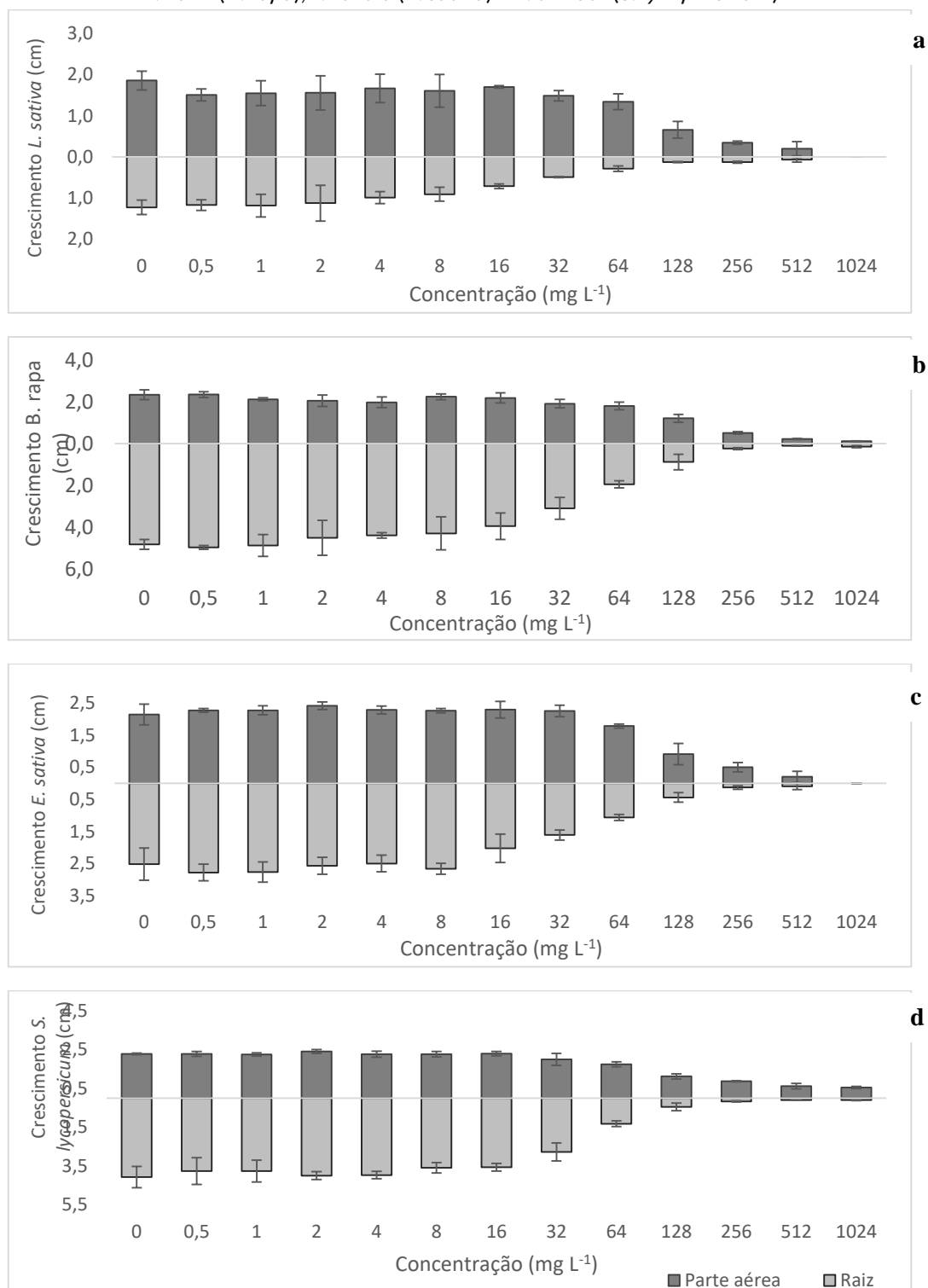
O crescimento da raiz e parte aérea é primeiramente dependente da fisiologia vegetal característica da espécie em questão. Para as amostras controle (livres de Cd), o comprimento da raiz variou significativamente em função do organismo, indo de 1,22 cm para a alface até 4,07 cm para o nabo. Diferentemente, para a parte aérea a amplitude de comprimentos foi menor, variando de 1,86 cm para a alface até 2,35 cm para o nabo (Figura 3).

Nas amostras contaminadas, o comprimento das raízes e partes aéreas mostraram uma tendência decrescente com o aumento da concentração de Cd para todas as espécies avaliadas (Figura 3). De fato, o Cd é efetivamente absorvido pelas raízes na forma de Cd<sup>2+</sup> e existem evidências de que há uma relação proporcional entre o Cd acumulado na planta e Cd presente no meio de crescimento (Kabata-Pendias, 2011; Alloway, 2012). Especificamente, existe

variabilidade da influência no crescimento em função da espécie analisada. Por exemplo, o comprimento da parte aérea apresentou resultados significativamente diferentes do controle ( $p < 0,05$ ) a partir da concentração de  $32 \text{ mg L}^{-1}$  para o tomate e  $64 \text{ mg L}^{-1}$  para o nabo.

Figura 3 - Crescimento da parte aérea e raiz em função da concentração de Cd para a: alface (*L. sativa*),

b: nabo (*B. rapa*), c: rúcula (*E. sativa*) e d: tomate (*S. lycopersicum*)



Cada valor representa a média  $\pm$  desvio padrão (n = 3).

O aumento da concentração de Cd em solução causou mais efeito no crescimento das raízes do que das respectivas partes aéreas (Figura 3). Para efeito de comparação, nas concentrações de 64 e 128 mg L<sup>-1</sup> a inibição da raiz foi de 57,7 e 82,6% e da parte aérea foi de 16,7 e 57,7%, respectivamente, para a rúcula.

Foi calculada a razão entre os comprimentos da parte aérea e da raiz e os valores estão mostrados na Tabela 1. De modo geral, esses resultados indicaram uma tendência de crescimento para a maioria das concentrações, confirmando que a raiz foi a mais afetada em comparação com a parte aérea. No entanto, nas maiores concentrações, esses valores tenderam a diminuir. Alface, rúcula e tomate apresentaram picos bem marcantes nas concentrações de 128, 256 e 512 mg L<sup>-1</sup>, enquanto para o nabo essa inversão foi mais sucinta (concentrações de 256 e 512 mg L<sup>-1</sup>). Alface e rúcula apresentaram razão para a maior concentração (1024 mg L<sup>-1</sup>) igual a 0, haja vista que nessa concentração não houve germinação para estas espécies (Figura 2). Tomate exibiu as maiores razões para as maiores concentrações e para 1024 mg L<sup>-1</sup>, essa razão foi 5 vezes superior a segunda maior razão, relativa ao nabo.

Tabela 1: Razão parte aérea/raiz calculados para alface (*L. sativa*), nabo (*B. rapa*), rúcula (*E. sativa*) e tomate (*S. lycopersicum*)

Concentração (mg L <sup>-1</sup> )	<i>L. sativa</i>	<i>B. rapa</i>	<i>E. sativa</i>	<i>S. lycopersicum</i>
0	1,52 $\pm$ 0,04	0,49 $\pm$ 0,07	0,85 $\pm$ 0,04	0,57 $\pm$ 0,08
0,5	1,29 $\pm$ 0,03	0,47 $\pm$ 0,04	0,82 $\pm$ 0,03	0,62 $\pm$ 0,15
1	1,32 $\pm$ 0,17	0,44 $\pm$ 0,04	0,83 $\pm$ 0,17	0,60 $\pm$ 0,07
2	1,43 $\pm$ 0,20	0,46 $\pm$ 0,08	0,94 $\pm$ 0,20	0,60 $\pm$ 0,05
4	1,71 $\pm$ 0,46	0,45 $\pm$ 0,06	0,92 $\pm$ 0,46	0,57 $\pm$ 0,06
8	1,76 $\pm$ 0,15	0,53 $\pm$ 0,07	0,85 $\pm$ 0,15	0,63 $\pm$ 0,09
16	2,41 $\pm$ 0,23	0,54 $\pm$ 0,10	1,16 $\pm$ 0,23	0,64 $\pm$ 0,02
32	3,03 $\pm$ 0,19	0,63 $\pm$ 0,13	1,40 $\pm$ 0,19	0,72 $\pm$ 0,05
64	4,80 $\pm$ 0,48	0,94 $\pm$ 0,17	1,68 $\pm$ 0,48	1,32 $\pm$ 0,06
128	5,25 $\pm$ 1,23	1,59 $\pm$ 0,73	2,05 $\pm$ 1,23	2,78 $\pm$ 1,18

256	2,81 ± 0,76	2,21 ± 0,23	4,00 ± 0,76	5,11 ± 0,84
512	2,00 ± 1,73	2,25 ± 0,23	1,50 ± 1,73	5,83 ± 1,35
1024	0,00 ± 0,00	0,88 ± 0,22	0,00 ± 0,00	5,03 ± 1,16

Cada valor representa a média ± desvio padrão (n = 3).

As concentrações de efeito (EC<sub>50</sub>) referentes à taxa de germinação, ao crescimento da raiz e da parte aérea, para todas as espécies analisadas, são mostradas na Tabela 2. Considerando a sensibilidade, é possível concluir que o crescimento da raiz revelou os menores valores de EC<sub>50</sub> e, portanto, pode ser considerado o *endpoint* mais sensível à presença do Cd. Especificamente, a alface apresentou o menor resultado (21,40 mg L<sup>-1</sup>) dentre as amostras. Por outro lado, a taxa de germinação parece ser o *endpoint* menos sensível. Em especial, nesse caso, nabo e tomate exibiram os maiores valores de EC<sub>50</sub>, 790,73 e 814,22 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 2: Concentrações de efeito (EC<sub>50</sub>), expressas em mg L<sup>-1</sup>, calculadas para alface (*L. sativa*), nabo (*B. rapa*), rúcula (*E. sativa*) e tomate (*S. lycopersicum*)

<i>Endpoint</i>	<i>L. sativa</i>	<i>B. rapa</i>	<i>E. sativa</i>	<i>S. lycopersicum</i>
Crescimento da raiz	21,40 ± 4,05	47,60 ± 4,53	43,56 ± 4,49	48,18 ± 3,47
Crescimento aéreo	118,94 ± 15,17	142,21 ± 11,85	116,02 ± 8,06	165,06 ± 16,35
Taxa de germinação	224,79 ± 13,17	790,73 ± 76,41	215,08 ± 12,74	814,22 ± 54,19

Cada valor representa a média ± desvio padrão (n = 3).

## DISCUSSÃO:

Em condições naturais, as plantas são continuamente expostas a uma variedade de elementos presentes na solução do solo, como cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), nitrogênio (N), alumínio (Al) e magnésio (Mg), e esses efeitos integrados influenciam na absorção do Cd e nas suas funções bioquímicas nas diferentes partes das plantas. Por exemplo, os cátions Ca<sup>2+</sup> podem substituir os íons Cd<sup>2+</sup>, podendo inibir a absorção do contaminante (Kabata-Pendias, 2011). Ademais, são comuns contaminações multielementares. Cd e zinco (Zn) frequentemente estão

presentes nas mesmas áreas contaminadas, por exemplo, advindas de resíduos de fundição (Alloway, 2012). São observadas fortes interações entre esses elementos por apresentarem eletronegatividade e propriedades químicas similares. Em geral, o Zn propicia a diminuição da biodisponibilidade do Cd e sua absorção pelas raízes e folhas (Hooda, 2010; Kabata-Pendias, 2011). Assim, os testes de germinação podem ser ferramentas interessantes e econômicas na investigação de fitotoxicidade em áreas contaminadas.

Esse estudo envolveu a avaliação de quatro diferentes espécies de plantas: alface (*L. sativa*), nabo (*B. rapa*), rúcula (*E. sativa*) e tomate (*S. lycopersicum*), que foram escolhidas por serem culturas comuns no Brasil e, portanto, dotadas de proximidade com os hábitos alimentares da população e representatividade em clima tropical. Além disso, as espécies escolhidas apresentam germinação rápida (em menos de 7 dias), propiciando respostas de fitotoxicidade para uma avaliação inicial de ambientes contaminados. A exposição do Cd à população pode estar relacionada ao consumo de produtos agrícolas, com destaque, em nível mundial, para trigo, arroz, girassol, amendoim e batata (Alloway, 2012).

Vários fatores interferem na absorção de Cd pela vegetação, incluindo as espécies de plantas; a biodisponibilidade e concentração do Cd na solução do solo; a competição com outros elementos (como Zn) e as propriedades físico-químicas do solo (fração argila, conteúdo de matéria orgânica, óxidos de Fe e Al) (Hooda, 2010; Kabata-Pendias, 2011; Alloway, 2012). O pH é um fator central que controla as reações de sorção do Cd no solo. A disponibilidade desse elemento geralmente aumenta cerca de 1,5 vezes com a diminuição de uma unidade do pH (Alloway, 2012). Neste estudo, as soluções sintéticas de Cd não tiveram ajuste nos seus valores de pH que foram ácidos em todas as situações (entre 4,2 e 4,5), favorecendo o predomínio da forma móvel  $Cd^{2+}$ . Solos tropicais, como os brasileiros, são ácidos ( $pH_{H_2O} < 5,5$ ) em sua maioria (Velooso et al., 1992).

Alternativas de manejo que favoreçam o aumento do pH e/ou a adição de melhoramentos orgânicos podem diminuir a fitodisponibilidade desse EPT. Estudos recentes têm investigado, através de ensaios de germinação e crescimento, a influência da adição de melhoramentos em solos contaminados.



Soudek et al. (2017) realizaram ensaios de germinação e concluíram que a adição de biocarvão derivado de diversas fontes (madeira, casca de arroz e bambu) reduziu a toxicidade do sorgo ao Cd, chumbo (Pb) e cobre (Cu). Penido et al. (2019) observaram que a adição de biocarvão em um solo de mineração (Vazante, Brasil) reduziu a biodisponibilidade de Cd, Zn e Pb e contribuiu para a germinação e crescimento de *Brachiaria decumbens*.

Essa pesquisa avaliou a fitotoxicidade de diferentes espécies de plantas ao Cd e a adequação do uso da taxa de germinação e do crescimento das raízes e partes aéreas como *endpoints*. Todos esses *endpoints* estão relacionados à germinação. Portanto, é interessante que essa investigação continue analisando outros parâmetros incluindo também o crescimento das plantas em experimentos de maior duração. Afinal, a germinação é uma etapa crucial para o desenvolvimento da vegetação, mas é um processo dependente das reservas de energia dos cotilédones, o que pode diminuir a influência de agentes estressores externos, como a presença de Cd em solução.

O crescimento da raiz foi o parâmetro mais sensível que resultou nas menores concentrações de efeito ( $EC_{50}$ ). De fato, em solos contaminados com Cd, as maiores concentrações desse elemento são geralmente detectadas nas raízes e folhas (Kabata-Pendias, 2011). Esse impacto negativo na raiz durante a etapa de germinação pode comprometer o desenvolvimento da planta, confirmando a necessidade da avaliação integrada com *endpoints* de crescimento.

Dependendo da necessidade nutricional e da tolerância aos contaminantes, as espécies apresentam diferentes sensibilidades e sintomas de fitotoxicidade. Zancheta (2010) avaliou a tolerância ao Cd de diferentes espécies de plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas submetidas ao contaminante através do cultivo em hidroponia. Seus resultados mostraram que os organismos mais tolerantes foram o milho, girassol e sorgo, enquanto as espécies mais sensíveis foram o feijão de porco, milho e crotalária. Com vistas para a remediação de áreas contaminadas, a autora destacou girassol, milho e crotalária como sendo acumuladoras de Cd.

Na presente pesquisa, alface e rúcula apresentaram, de modo geral, os menores valores de EC<sub>50</sub> para os *endpoints* avaliados, indicando sua maior sensibilidade e fitotoxicidade ao Cd. Assim, poderiam ser destacadas como potenciais candidatos para utilização como organismos-teste em ensaios ecotoxicológicos terrestres envolvendo casos reais de contaminação. Porém, numa etapa futura de investigação, esse estudo planeja avaliar outras espécies de plantas, incluindo monocotiledôneas.

**CONCLUSÃO:** Dentre as espécies de plantas analisadas, a alface e a rúcula apresentaram os menores valores de EC<sub>50</sub> para a taxa de germinação, crescimento da raiz e parte aérea, indicando maior sensibilidade à presença de Cd em solução durante sua etapa de germinação. Portanto, alface e rúcula são potenciais organismos-teste para utilização em ensaios ecotoxicológicos terrestres em clima tropical. Contudo, são necessários mais experimentos envolvendo a análise de outras espécies (incluindo monocotiledôneas), outros *endpoints* (relacionados ao crescimento) e solos contaminados coletados em situações reais que envolvem maior número de variáveis e são mais complexos.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (nº processo: 2017/16961-0) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (bolsa de produtividade em pesquisa - nº do processo: 310989/2020-5).

#### **REFERÊNCIAS:**

ALLOWAY, B. J. (Ed). Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. 3ª ed. Springer Science & Business Media, 2012.

BROOKINS, D. G. Eh-pH diagrams for geochemistry. Springer Science & Business Media, 2012.

FIGUEIREDO, B. R., BORBA, R. P., ANGÉLICA, R. S. Arsenic occurrence in Brazil and human exposure. Environmental Geochemistry and Health, v.29, n.2, p.109-118, 2007.

GREENE, J. C., BARTELS, C. L., WARREN-HICKS, W. J., PARKHURST, B. R., LINDER, G. L. *Protocols for short-term toxicity screening of hazardous-waste*

sites (No. PB-88-235510/XAB; EPA-600/3-88/029). Environmental Protection Agency, Corvallis, OR (USA). Environmental Research Lab. 1988.

GUIMARÃES, V.; SIGOLO, J. B. Associação de resíduos da metalurgia com sedimentos em suspensão - Rio Ribeira de Iguape. *Geologia USP. Série Científica*, v.8, p.1-10, 2008.

GUSSO-CHOUERI, P. K., ARAÚJO, G. S., CRUZ, A. C. F., OLIVEIRA STREMEL, T. R., CAMPOS, S. X., SOUZA ABESSA, D. M., RIBEIRO, C. A. O., CHOUERI, R. B. Metals and arsenic in fish from a Ramsar site under past and present human pressures: Consumption risk factors to the local population. *Science of the Total Environment*, v.628, p.621-630, 2018.

HOODA, P. S. (Ed.). Trace Elements in Soils. Londres. Blackwell Publishing Ltd. Willey Publication. 2010. 596 p.

KABATA-PENDIAS, A.; Trace Elements in Soils and Plants. 4ª ed, Boca Raton, Florida: Taylor & Francis Group, 505p. Boca Raton, 2011.

KASEMODEL, M. C., PAPA, T. B. R., SÍGOLO, J. B., RODRIGUES, V. G. S. Assessment of the mobility, bioaccessibility, and ecological risk of Pb and Zn on a dirt road located in a former mining area—Ribeira Valley—Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v.191, n.2, p.101, 2019.

LOPES, G., COSTA, E. T. S., PENIDO, E. S., SPARKS, D. L., GUILHERME, L. R. G. Binding intensity and metal partitioning in soils affected by mining and smelting activities in Minas Gerais, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v.22, n.17, p.13442-13452, 2015.

NG, J. C., CIMINELLI, V., GASPARON, M., CALDEIRA, C. Health risk apportionment of arsenic from multiple exposure pathways in Paracatu, a gold mining town in Brazil. *Science of the Total Environment*, v.673, p.36-43, 2019.

NIEMEYER, J. C., LOLATA, G. B., CARVALHO, G. M., SILVA, E. M., SOUSA, J. P., NOGUEIRA, M. A. Microbial indicators of soil health as tools for ecological risk assessment of a metal contaminated site in Brazil. *Applied Soil Ecology*, v.59, p.96-105, 2012.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD, 2006. Test No.208: Terrestrial Plant Test: Seedling Emergence and Seedling Growth Test, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 2. OECD Publishing.

PENIDO, E. S., MARTINS, G. C., MENDES, T. B. M., MELO, L. C. A., DO ROSÁRIO GUIMARÃES, I., GUILHERME, L. R. G. Combining biochar and sewage sludge for immobilization of heavy metals in mining soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.172, p.326-333, 2019.

SOUDEK, P., VALSECA, I. R., PETROVÁ, Š., SONG, J., VANĚK, T. Characteristics of different types of biochar and effects on the toxicity of heavy metals to germinating sorghum seeds. *Journal of Geochemical Exploration*, v.182, p.157-165, 2017.

SOUZA GUERRA, C., MAGNA, G. A. M., MACHADO, S. L., CAPITANI, E. M., RAMOS, J., PEIXOTO, I. T. A., PEIXOTO, A. A. A., MORENO, M. L. V., ALVA, J. C. R., NAKADI, F. V., VEIGA, M. A. M. S., BARBOSA JR, F., GERLACH, R. F., FÁTIMA CARVALHO, M. Lead concentrations in whole blood, serum, saliva and house dust in samples collected at two time points (12 months apart) in Santo Amaro, BA, Brazil. *Environmental Research*, v.142, p.337-344, 2015.

TEIXEIRA, R. A., FERNANDES, A. R., FERREIRA, J. R., VASCONCELOS, S. S., BRAZ, A. M. D. S. Contamination and soil biological properties in the Serra Pelada Mine-Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.42, 2018.

VELOSO, C. A. C., BORGES, A. L., MUNIZ, A. S., VEIGAS, I. D. J. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. *Scientia Agrícola*, v.49, p.123-128, 1992.

ZANCHETA, A. C. F. Seleção de plantas em solução nutritiva para fitoextração de cádmio, cobre e zinco. 2010. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônômico - IAC, 2010.

# DA ECONOMIA DA FLORESTA EM PÉ PARA A PECUÁRIA EXTENSIVA: VALORAÇÃO DO IMPACTO NOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Natália Leite<sup>1</sup>

1 - Natália Cancela Moreira Leite, Universidade de São Paulo. [natalia.leite@usp.br](mailto:natalia.leite@usp.br)

**RESUMO:** A mudança de uso do solo é a principal responsável pelas emissões de GEE (Gases de Efeito Estufa) no Brasil, destacando-se o bioma Amazônico, acentuadamente desmatado para implantação de agropecuária extensiva. Este projeto de pesquisa visa conduzir uma análise comparativa socioeconômica e ambiental dos potenciais ganhos e perdas da mudança de uso do solo em um território Amazônico, em Rondônia. Sob o prisma da abordagem dos Serviços Ecosistêmicos, serão valorados e comparados dois cenários: a manutenção da atividade econômica de uma cooperativa agroindustrial de base comunitária de produtos da sociobiodiversidade Amazônica, o Projeto RECA, com o sistema agropecuário extensivo, em expansão na localidade. O estudo visa responder sobre se a economia da conservação da floresta em pé agrega valor à região estudada, e em que medida esta adição poderia se converter em um aumento da renda das famílias mediante mecanismos de Pagamentos por Serviços Ambientais. Em se tratando de um tema complexo, tal pesquisa será conduzida pautando-se em conceitos da ciência pós-normal, como a utilização combinada de métodos interdisciplinares.

**Palavras-chave:** Valoração, Serviços Ecosistêmicos, Amazônia, Cooperativa, RECA, Sociobiodiversidade, PSA

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16766539>

**ABSTRACT:** The land use change is the main responsible for GHG (Green House Gases) emissions in Brazil, underlining the Amazon biome, severe deforested for opening space for extensive farming. This research project aims to conduct a comparative socioeconomic and environmental analysis of the potencial gains and losses of the land use change in an Amazonian territory, in Rondônia, Brazil. Beneath the Ecosystem Services approach, two scenarios will be valued and compared: the maintance of the economic activity of RECA Project, a cooperative and comunitarian basis agroindustria of Amazonian's products, with extensive farming, in expansion in the locality. This study aims to respond if the Amazonian Forest conservation economy adds value to the studied region, and in wich terms this addition could be converted in an increash of households' income, through Environmental Services Payment mecanisms. Adressing complex themes, this research will be based on Post Normal Science concepts, such as the use of combined interdisciplinary methods.

**Keywords:** Valuation, Ecosystem Services, Amazon, Cooperative, RECA Project, PSA.

**INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA:** No Brasil, a mudança do uso da terra (sobretudo desmatamento da Amazônia e Cerrado) é o maior agente de emissão de gases de efeito estufa, contribuindo com 44%. A pecuária contribui, somando os efeitos diretos da produção e indiretos do desmatamento, com 69% das emissões (SEEG, 2018). O estado de Rondônia é o segundo em emissões per capita e o terceiro em emissões por desmatamento nos rankings nacionais (SEEG, 2018).

Frente a tal impacto, existem iniciativas socioeconômicas que se propõem a reverter este cenário. Uma das iniciativas pioneiras neste sentido é o Projeto RECA, assentamento de 1984, localizado no distrito de Nova Califórnia, em Porto Velho, no Estado de Rondônia. Inserido no bioma Floresta Amazônica, do qual em Rondônia já foram desmatados 44,29%, (INPE, 2020), o RECA tem uma proposta na contramão da tendência econômica local: a economia da floresta em pé. Surgiu com os objetivos de melhorar a segurança econômica dos produtores, reduzir a taxa de desmatamento em nível de propriedade e promover uma alternativa ecologicamente mais sustentável para o uso da terra. Desde o surgimento, os

assentados optaram por estabelecer uma gestão cooperativista e uma vertente de produção agroecológica, elaborando assim um projeto de uso do solo baseado no sistema de plantio SAF (Sistema AgroFlorestal, sistema consorciado que permite a manutenção do Bioma com cultivos alimentares), que em 1989 levou ao batismo do **RECA**: Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado (FORERO, 2017).

O modo de produção atual é o cultivo, extração, beneficiamento de produtos florestais não madeireiros (PFNM) Amazônicos, e comercialização de produtos da sociobiodiversidade, que são gerados a partir de recursos da biodiversidade, e cujas cadeias envolvem comunidades tradicionais e agricultores familiares e a valorização de suas práticas e saberes (Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade).

A economia dos PFNM pode permitir conciliar a conservação florestal ao incremento da renda das comunidades, (Sinisgalli, 2005), superando os outros usos de terra em rendimento/hectare. Além disso, a extração de PFNM produz, em geral, menor impacto ambiental em comparação a outras formas de uso do solo. O otimismo fica por conta do aumento crescente da valorização de tais produtos por nichos específicos de mercado, que tem contribuído por um aumento da demanda (Morsello, 2013). Porém são listados também inúmeros desafios e desvantagens com relação a essa prática, como pouco incremento na renda, superexploração do recurso, abandono de práticas tradicionais de uso dos recursos em favorecimento da venda (Morsello, 2013).

No contexto destes desafios, no RECA observa-se uma tendência de algumas famílias a optarem por substituir o modo de produção atual Agroecológica pela implantação de pecuária extensiva. Esta tendência foi observada por Costa e Fernandes (2016) que verificaram um aumento da participação da pecuária de corte em estabelecimentos camponeses de SAFs, no período estudado.

Segundo uma pesquisa do IMAFLORA, de 2019, que comparou unidades familiares de diferentes proporções de cacau, pecuária e quintais produtivos, em todas a pecuária foi a maior responsável pelas emissões de GEE, com o cacau atuando no sequestro destas emissões – o suficiente para que as propriedades

consigam remover da atmosfera além do que emitem. Apesar da presença do gado como um fator para elevar a renda familiar (Guedes e Barbieri, 2014), os cultivos perenes (no caso, cacau, café) podem ser integrados ao mercado internacional e assim podem contribuir para reduzir a pobreza da família.

Como justificado pela literatura, observa-se que a vertente de produtos da sociobiodiversidade é associada a conservação da floresta, porém observa-se a tendência de transição para a pecuária extensiva. A hipótese é que há maior auferimento de renda familiar com a agropecuária, mas há um valor social maior no cenário Agroflorestal. O presente trabalho pretende analisar os impactos associados à mudança de uso da terra no Projeto RECA, sob o prisma dos serviços ecossistêmicos, e responder: há perda de valor econômico no processo de transição?

Para isso, é importante evidenciar os valores econômicos dos SE nestes dois cenários, reconhecendo a contribuição de atividades agroflorestais na manutenção dos SE relevantes para a comunidade local, regional e global, que podem ser compensados por pagamentos por serviços ambientais.

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:** Os Serviços Ecossistêmicos foram definidos, pelo Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005, como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, sejam eles percebidos, ou não. É uma abordagem instrumental que, tendo como objetivo o bem-estar humano sustentável, levanta quais as estruturas e processos dos ecossistemas que geram bens e serviços para este fim (Costanza, 2008). O MEA classifica os SE em: provisão, regulação, cultural e suporte.

No modelo econômico clássico, a natureza é lembrada enquanto fornecedora dos meios de produção, para o processo produtivo que tem como outputs (saídas) bens e serviços, que levam ao bem-estar individual (Costanza, 2000). Aqui os insumos naturais não são limitantes ao crescimento, posto que podem ser substituídos por avanços tecnológicos. Este modelo é pautado pela eficiência de mercado, pelo ponto “ótimo”. Baseando-se no mecanicismo, tal modelo baseia-se na previsibilidade, estaticidade e determinismo dos fenômenos. Essa abordagem baseou os progressos da industrialização e do mercantilismo,



que ao introduzir o capital, circunscreveu o valor de uso das coisas pelo seu valor de troca, e introduziu a ideia de convertibilidade e crescimento infinitos (Garrido, 2007).

E além do pensamento mecanicista, a economia clássica baseou-se no positivismo, estabelecendo-se como a única forma possível de entender a realidade econômico-produtiva, destituindo de poder de auferir conhecimento toda forma de senso comum e conhecimento ancestral. O positivismo impulsionou uma lógica de produção científica na qual os cientistas estão isolados em suas disciplinas e têm seu escopo reduzido e especializado a uma demanda específica, sendo contratados e pautados pelo mercado e/ou pelo Estado, estabelecendo-se assim o conceito de Tecnociência (Santos, 2008).

Em contraposição a este modelo, tem-se o modelo sistêmico da Economia Ecológica, na qual a natureza é considerada *per se*, e a classificação dos inputs é desdobrada em capital natural, humano, social (cultural) e meios de produção, que por sua vez demandam a esfera de leis e normas e mecanismos de conservação e recuperação ambiental. Além destas inovações, esta abordagem traz um novo olhar ao incluir a esfera do bem-estar comum como objetivo final dos bens e serviços produzidos. Na Economia Ecológica há uma mudança de prioridades e a economia começa a ser pautada pela própria sustentabilidade do sistema, e pela resolução de um problema comum.

Os serviços ecossistêmicos são uma abordagem valiosa para ser aplicada em contextos que podem se beneficiar desta visão, como para compor a argumentação em prol de projetos socioambientais, as condicionantes do processo de licenciamento ambiental e compor análises comparativas de diferentes intervenções. Adicionalmente, a valoração dos serviços ecossistêmicos permite trazer à luz os ganhos e prejuízos econômicos de intervenções humanas, falando na língua do sistema atual de produção e destinação de recursos. Nos processos de tomada de decisão acerca de políticas públicas, investimentos, direcionamento de recursos, construção de empreendimentos, indivíduos e sociedades já avaliam o valor da natureza, muitas vezes a tomando como um input “gratuito” (Daily et al, 2000).

O ato de valorar parte da importância dada ao objeto, com relação a um objetivo final, associado ao valor de troca. Na economia neoclássica, a valoração dos recursos objetiva, em suma, o bem-estar individual. Já na perspectiva ecológica, a valoração tem três metas complementares norteadoras (Costanza, 2000):

1. Sustentabilidade ecológica das ações humanas nos fatos bióticos do meio;
2. Eficiência na alocação de recursos: baseada nas preferências individuais;
3. Justiça na distribuição dos recursos, contemplando as gerações por vir e as outras espécies de seres vivos: baseada nas preferências da comunidade.

Os métodos de valoração serão definidos no momento previsto na metodologia. Mas por ora pode-se citar a diferenciação entre métodos diretos (valores obtidos através de questionários) e indiretos (através da análise do mercado e função de produção) (Sinisgalli, 2005). Motta, 1997, traz os seguintes métodos: produtividade marginal, mercado de bens substitutos, função da demanda, preços hedônicos, custo de viagem e valoração contingente.

Tendo a ciência positivista um alcance limitado para a compreensão de temas ambientais, devido às incertezas inerentes aos processos da natureza e sua complexidade, é necessária uma nova abordagem para endereçar tais questões. Para isso, Funtowicz e Ravetz (1997), propõem o conceito de ciência pós-normal, estipulando que sua construção seja feita por uma comunidade ampliada de pares, não ficando restrita à cientistas, mas sim abarcando jornalistas, artistas, comunidades, governantes e empresários, de forma que o papel da ciência de fornecer explicações é direcionado para a previsão de políticas e para a compreensão dos fenômenos sociais. E como consequência tem-se uma democratização da ciência, e do seu papel na educação formal e nas tomadas de decisões. Como traz Morin (1962), a ciência não tem a missão de salvar a humanidade, mas sim tem poder sobre os rumos do seu desenvolvimento.

O conceito de complexidade se refere ao agrupamento de estruturas (indivíduos, elementos) que ao se unirem, emergem padrões de processamento e envio de informações, mecanismos de adaptação e até de aprendizagem, que

favorecem a sobrevivência do conjunto (Mitchel, 2009). As partes formam o todo, que produz as partes (Morin, 2007). Os sistemas complexos visam a organização dos elementos para reduzir a complexidade do entorno e favorecer o desenvolvimento da complexidade interna (Garrido, 2007).

O bioma Amazônico, onde se desenvolve a presente pesquisa, é um sistema complexo, sendo um todo formado por inúmeras famílias de seres vivos e suas interações locais, que formam a floresta e seus estados. Tais interações se dão em pequenas escalas, que produzem os efeitos maiores observados: dinâmicas de sucessão florestal, predação e equilíbrio, fornecimento de condições de reprodução. Ou seja, cada elemento (seja um indivíduo, seja uma etapa de um fenômeno) ao mesmo tempo que forma o todo, também o produz, através de suas interações locais.

Os biomas podem ser classificados como caóticos na medida em que suas respostas para estímulos externos podem ser modeladas através de suas características, mas não totalmente previstas a longo prazo. Morin (2007) defende que os fenômenos são, ao mesmo tempo, ordenados e desordenados – trata-se de um antagonismo complementar, no qual o sistema se desenvolve na organização e se produz na desorganização.

Para além do bioma Amazônico, o objeto de estudo abarca o Projeto RECA, que habita o território. Ambos formam um sistema sócio-ecológico e o uso do bioma no território em questão dependerá do sistema econômico que o ocupa, estando intimamente dependente do RECA, se fazendo necessário abarcar as componentes sociais no estudo em questão.

Nos sistemas complexos, as trajetórias não-lineares podem levar a estados de colapso e ao estabelecimento de um novo estado não premeditado. Com dificuldade de acesso ao mercado e à alavancagem de sua produção, as famílias do RECA têm obstáculos em prosperar, reduzindo a resiliência da Cooperativa e das famílias que a compõem. Ao optarem pela via do desmatamento, esperam encontrar maior vazão para seus produtos, posto que o acesso ao mercado é facilitado. Porém, em contrapartida, reduzem a resiliência do bioma.

Buschbacher (2014) argumenta em favor da importância de se promover maior resiliência para os sistemas sócio-ecológicos complexos, aumentando suas capacidades e características que trazem maior aprendizagem, flexibilidade e adaptação. Para tal, é sugerido: variabilidade de experiências, aumento da diversidade, manutenção da memória, estrutura modular, instituições, capital social, “comunitarização” das relações sociais, organização civil, liderança representativa e estoques de capital. Para uma cooperativa, é interessante desenvolver novas frentes de negócios, reduzir a dependência da indústria processadora e aumentar fontes de financiamento (Buschbacher, 2014), (Escalera e Ballersteros, 2011). Soluções essas que podem ser endereçadas mediante a clareza da importância do sistema produtivo do RECA para a preservação da floresta, e do argumento em prol de PSA.

**OBJETO DE PESQUISA:** O presente projeto tem como objeto o projeto RECA, supracitado. O território era um antigo seringal, ocupado por migrantes de diversas partes do Brasil, colonos assentados na ocupação da Amazônia durante o regime militar. Na formação, o assentamento contou com o apoio de movimentos sociais camponeses como a Comunidades Eclesiais de Base e a Comissão Pastoral da Terra, e ao longo de sua história obteve apoio de entidades nacionais e internacionais em financiamento e extensão rural, citando-se a Universidade do Acre e a EMBRAPA, parcerias fundamentais para a estruturação do RECA, que hoje configura-se como referência regional de produção agroecológica e auferiu uma receita de R\$9 milhões em 2019. Apesar do desenvolvimento da organização, as famílias ainda se configuram como baixa renda e a comunidade ainda hoje enfrenta carência de abastecimento de serviços públicos.

O projeto compreende a Associação dos Pequenos Agrossilvicultores e a Cooperativa Agropecuária e Florestal, e possui uma agroindústria de base comunitária, que adquire os insumos dos produtores (entre cooperados e associados, o RECA possui mais de 1.500 ha de SAFs e 300 famílias), como açaí, babaçu, cupuaçu, palmito, castanhas e frutíferas, e fica responsável pelo beneficiamento e venda dos produtos finais, como polpas, manteigas, farinhas,

conservas. Os produtos possuem certificação orgânica do IBD e também registro para os mercados Europeu e Norte Americano.

**OBJETIVOS:** Realizar uma avaliação integrada e interdisciplinar dos dois sistemas, analisar as principais diferenças e comparar os ganhos e perdas econômicas e ambientais agropecuária extensiva.

Objetivos específicos:

- a) Valorar os serviços ecossistêmicos envolvidos na transição da economia de base comunitária de produtos da sociobiodiversidade para agropecuária extensiva
- b) Criar uma versão simplificada do método utilizado para ser utilizado pelo RECA e por outras cooperativas com a mesma demanda
- c) Compreender o papel dos cooperados como agentes de conservação, ou de transformação do uso do solo
- d) Contribuir para a argumentação e negociação da remuneração dos cooperados enquanto mantenedores da floresta, através de mecanismos PSA

**MÉTODO DE PESQUISA:** esta pesquisa baseia-se nas abordagens qualitativa e quantitativa associadas, com as seguintes etapas:

- a) Levantamento de dados e identificação dos Serviços Ecossistêmicos: com base em levantamento bibliográfico, conhecimentos angariados com base na experiência da autora e professores envolvidos, serão listados os principais serviços ecossistêmicos afetados na mudança de uso do solo.
- b) Priorização: após a identificação dos SE, serão levantados os prioritários, com base na identificação dos de maior importância econômica e dos passíveis de serem contemplados no contexto da pesquisa.
- c) Aplicação de questionário em campo: será elaborado um questionário, com perguntas objetivas e abertas, para ser aplicado em uma amostra de cooperados,

objetivando a coleta de dados primários acerca das escolhas que motivam a transição da matriz econômica familiar (motivos econômicos e cognitivos) e acerca do reconhecimento dos principais serviços ecossistêmicos por parte dos entrevistados. Também são coletados dados de casos representativos dos dois cenários para comparações de produtividade, custos e faturamento.

d) Valoração dos SE: para os SE priorizados será conduzida uma valoração para avaliar como as transformações sobre os aspectos físicos do bioma, se refletem em impactos econômicos. Serão utilizados os métodos indiretos mais indicados para cada um e dados secundários da academia.

e) Análise comparativa: sistematização de acordo com cada cenário e com cada serviço analisado. Será então conduzida a valoração comparativa, reconhecendo a transferência de valor da mudança de uso do solo.

f) Discussão: espera-se avaliar se a possibilidade de o maior valor social da floresta em pé ser convertida aos produtores sob a forma de um mecanismo PSA, de forma a este modelo ser mais atraente financeiramente do que a agropecuária extensiva. Sendo o objeto de estudo uma Cooperativa, já apresenta avançado grau de mobilização social e cooperação. Mas busca-se, com esta metodologia participativa, contribuir para que se apropriem da temática de mudança do uso do solo e valores associados, para que assim busquem, de forma proativa, endereçar essa questão, buscando maior conservação da floresta e maior rentabilidade (TOLEDO e GIATTI, 2014).

**AGRADECIMENTOS:** Ao orientador deste Projeto de Pesquisa, Paulo Sinisgalli, e à Cooperativa RECA.

#### **REFERÊNCIAS:**

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Ministério Desenvolvimento Agrário e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade , Brasília –DF, 2009. 21 p.

BRASIL, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES. Consulta na internet

<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>, em 06/12/2020, 15:30.

BUSCHBACHER, R. A teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? IPEA, Boletim regional, urbano e ambiental, 09. 2014.

CALDAS, M. et al., Theorizing land cover and land use change: the peasant economy of Amazonian deforestation. *Annals of the Association of American Geographers* 97, 2007, p. 86-110.

COSTA, F. de A.; FERNANDES, D. A. Dinâmica agrária, instituições e governança territorial para o desenvolvimento sustentável na Amazônia. *Rev. Econ. Contemp.*, v.20, n. 3, 2016, p. 517-552.

COSTANZA, R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, v. 141, 2008, p. 350-352.

COSTANZA, R. Social goals and the valuation of ecosystem services. *Ecosystems*, v. 3, 2000, p. 4-10.

COSTANZA, R. et al. Goals, agenda and policy recommendations for ecological economics. In: Costanza, R. (Ed). *Ecological economics –the science and management of sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991, p.1-20.

DAILY, G. C. et al. The Value of Nature and the Nature of Value. *Science*, v. 289, 2000, p. 395-396.

ESCALERA, J., BALLESTEROS, E. Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de Antropología Social*, 20, 2011, p. 109-135.

FORERO, F.M. Acre, Reça...eureka! O fim do esquivo desenvolvimento regional. Rio Branco: Edufac, 2017. 288p.

FUNTOWICZ, S. e RAVETZ, J. Ciência pós normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, IV. 1997, p.219-230

GARRIDO, F. La epistemologia de la complejidad, In: *El paradigma ecológico en las Ciencias sociales*. Barcelona: Editora Icaria, 2007, p 31-53.

GUEDES, G., VANWEY, L. HULL, J., BARBIERI, A. Poverty dynamics, ecological endowments, and land use among smallholders in the Brazilian Amazon. *Social Science Research* 43, 2014, p.74-91.

IMAFLOTA, Balanço das emissões e remoções de gases de efeito estufa na agricultura familiar. Programa Florestas de Valor. São Felix do Xingu, PA., 2019, 36 p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, D.C: Island Press, 2005. 155p

MITCHEL,M. What is complexity. In Complexity – A guide tour. Nova York: Oxford Univertisy Press, 2009. p. 3 -14.

MORIN, E. Ciência com consciência. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1982. P. 15 -124.

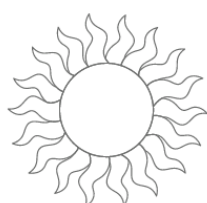
MORIN, E. La epistemologia de la complejidad, In: GARRIDO, El paradigma ecológico en las Ciencias sociales. Barcelona: Editora Icaria, p 55-84, 2007

MORSELLO, C. Efeitos ecológicos e socioeconômicos da comercialização de produtos florestais não madeireiros e importância de seu monitoramento na Amazônia brasileira. In: Pedro Roberto Jacobi. (Org.). Novos Paradigmas, Práticas Sociais e Desafios para a Governança Ambiental. 1ed.São Paulo: Annablume, 2013, p. 299-326.

SEEG, Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações paraas metas do Brasil. Observatório do Clima, 2019, p.33.

SINISGALLI, P. A. Valoração dos danos ambientais de hidrelétricas: Estudos de Caso. Instituto de Economia da Universidade de Campinas. 2005, 226p.





GT3 - Transição energética  
e mudanças climáticas

# HIDROGÊNIO VERDE DA BIOMASSA PARA VEÍCULOS LEVES NO BRASIL: UMA ANÁLISE POR MEIO DA PERSPECTIVA MULTINÍVEL

Luis Guilherme Larizzatti Zacharias<sup>1</sup>; Drielli Peyerl<sup>2</sup>

1 - Luis Guilherme Larizzatti Zacharias. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. [guizach@usp.br](mailto:guizach@usp.br)

2 - Drielli Peyerl. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. [dpeyerl@usp.br](mailto:dpeyerl@usp.br)

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo analisar o potencial de adoção do hidrogênio a partir de biomassa em veículos leves no Brasil. Inserido no campo de pesquisas em inovação e transições sociotécnicas de sistemas, utilizou-se a Perspectiva Multinível como framework de análise. Diferentes dimensões (Política, Cultural, Tecnológica, Industrial e de Mercado) são analisadas para identificar os caminhos e empecilhos para inserção de hidrogênio verde, considerando os diferentes incentivos para a descarbonização do setor de transportes. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, concentrando a maior parte de sua produção no estado de São Paulo. Além disso, o estado possui um grande potencial inexplorado para a utilização de subprodutos da indústria do etanol. Devido à relevância histórica desse estado com esse combustível, o estado de São Paulo será o caso de estudo deste trabalho. Nessa perspectiva, o Plano Nacional de Energia 2050 considera as células a combustível para produção de hidrogênio de biomassa como uma das alternativas no horizonte do setor. Com isso, investimentos e incentivos para a produção de hidrogênio a partir da biomassa (principalmente os subprodutos do etanol) estão sendo realizados. Observa-se que o Brasil está na sua fase inicial, desenvolvendo as primeiras políticas públicas de descarbonização e de incentivo a novos combustíveis como o hidrogênio. Espera-se que com o estabelecimento das bases regulatórias e políticas, o potencial inexplorado do estado de São Paulo e o desenvolvimento de novas tecnologias sejam fortalecidos, tornando o hidrogênio verde atraente para todos os interessados.

**Palavras-Chave:** Hidrogênio verde; Biomassa; Transição energética; Sistema sociotécnico; Perspectiva multinível

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735015>

**ABSTRACT:** This work aims to analyze the potential for the adoption of hydrogen from biomass in light vehicles in Brazil. Inserted in the field of research in innovation and sociotechnical transitions of systems, the Multilevel Perspective was used as an analysis framework. Different dimensions (Political, Cultural, Technological, Industrial and Market) are analyzed to identify the paths and obstacles for the insertion of green hydrogen, considering the different incentives for the decarbonization of the transport sector. Currently, Brazil is the second-largest producer of ethanol globally, concentrating most of its production in the state of São Paulo. The state of São Paulo has great untapped potential for the use of by-products from the ethanol industry. Due to the historical relevance of this state with this fuel, the state of São Paulo will be the case study of this work. In this perspective, the National Energy Plan 2050 considers fuel cells to produce hydrogen from biomass as one of the alternatives on the horizon for the transport sector. Investments and incentives to produce hydrogen from biomass (mainly the by-products of ethanol) are being carried out. It is observed that Brazil is still in its initial phase, developing the first public policies for decarbonization and for encouraging new fuels such as hydrogen. It is expected that with the establishment of the regulatory and political bases, the unexplored potential of the state of São Paulo and the development of new technologies will be strengthened, making green hydrogen attractive to all stakeholders.

**Keywords:** Green hydrogen; Biomass; Energy transition; Sociotechnical system; multilevel perspective

**Introdução:** De acordo com o Plano Nacional de Energia 2050, documento que estabelece estratégias de longo prazo para o setor energético brasileiro, estima-se que a demanda de energia na atividade do setor de transportes possa aumentar de 1,2% a 1,9% ao ano entre 2015 e 2050. Nessa perspectiva, este documento considera as células a combustível para produção de hidrogênio de biomassa como uma das alternativas no horizonte do setor de transportes (EPE, 2021). Com isso, investimentos e incentivos para a produção de hidrogênio a

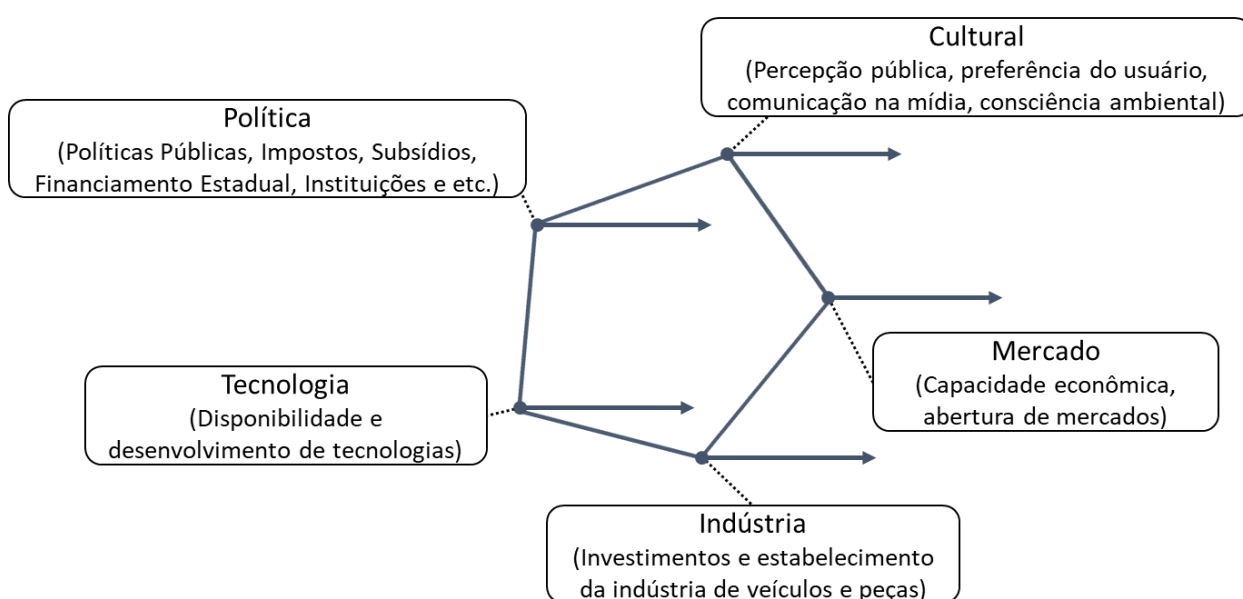
partir da biomassa (principalmente os subprodutos do etanol) estão sendo realizados. As principais rotas de produção de hidrogênio verde (eletrólise ou processos fermentativos) utilizam energia solar, energia eólica e/ou da biomassa. Entre elas, a rota por meio do uso da biomassa é a com menor custo por unidade de medida de energia (~0,04-0,05 US\$/MJ), seguido da energia eólica (~0,06-0,07 US\$/MJ), e da solar (~0,09-0,10 US\$/MJ) (HOTZA; DINIZ DA COSTA, 2008).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, concentrando a maior parte de sua produção no estado de São Paulo (VIDAL, 2020). Além disso, o estado de São Paulo possui um grande potencial inexplorado para a utilização de subprodutos da indústria do etanol. O Programa Nacional do Hidrogênio considera o aproveitamento das estruturas existentes e a utilização da rota do etanol e dos seus subprodutos para a produção de hidrogênio verde no Brasil (MME, 2021). Devido à relevância histórica desse estado com esse combustível, o estado de São Paulo será o caso de estudo deste trabalho. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o potencial de adoção do hidrogênio de biomassa em veículos leves no Brasil. Diferentes dimensões (Política, Cultural, Tecnológica, Industrial e de Mercado) são analisadas para identificar os caminhos e empecilhos para inserção de hidrogênio verde, considerando os diferentes incentivos para a descarbonização do setor de transportes.

**Material e Métodos:** Como framework de análise adotou-se a Perspectiva Multinível (MLP). Esse método foi proposto por Geels (2002) e apresenta uma estrutura para compreender o papel que as dimensões possuem para a formação e evolução tecnológica. Essa metodologia já foi introduzida e validada para estudos de transporte pelo desenvolvedor do método (GEELS, 2012; ROBERTS; GEELS, 2019), sendo adequada para estudar transições no setor de transporte brasileiro. Portanto, para acompanhar de forma abrangente as mudanças prospectadas e necessárias para o setor de transporte, implementamos a abordagem MLP que considera três níveis de análise (paisagem, regime e nicho de inovação) e múltiplas dimensões nas transições.

Esta análise definirá as principais características que influenciam as mudanças do sistema de transporte nas dimensões política, tecnológica, mercadológica, industrial e cultural. Ela ajuda a caracterizar a forma como os regimes de transporte são desestabilizados e como podem surgir janelas de oportunidade para a entrada de atores de nicho (novas tecnologias). Baseado nas dimensões usualmente utilizadas nas análises por meio do MLP, a Figura 1 mostra as dimensões e os aspectos que serão analisados neste estudo.

Figura 1 – Dimensões a serem analisadas para a adoção do hidrogênio



Fonte: Elaboração própria.

Como base para a caracterização dos diferentes níveis e dimensões dos regimes atuais, a pesquisa será baseada nas fontes da Tabela 1.

Tabela 1 – Principais fontes de dados

Dados	Fonte
Dados Consolidados de Setor de Transporte	EPE – Empresa de Pesquisa Energética
Balço Energético Nacional - BEN	EPE – Empresa de Pesquisa Energética
Frota de veículos por combustível	DENATRAN – Departamento Nacional de Tráfego
Anuário Estatístico de Transporte	MI - Ministério da Infraestrutura
Anuário da Indústria Automotiva Brasileira	ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
Produção de Etanol e subprodutos	ÚNICA - União da Indústria de Cana-de-Açúcar

Dados de produção de Biogás	ABiogás - Associação Brasileira do Biogás
Histórico dos preços dos combustíveis	ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Planos, programas, leis, decretos, portarias e outras políticas públicas	Órgãos públicos

Fonte: Elaboração Própria.

**Resultados:** Por meio da framework empregada, observa-se que atualmente o hidrogênio verde possui potencial de adoção no estado de São Paulo. Contudo, com o desenvolvimento das políticas e do mercado, diversos empecilhos devem ser superados. A Tabela 2 sintetiza os principais resultados desse estudo.

Tabela 2 – Os pontos fortes e fracos para a inserção do hidrogênio de biomassa no estado de São Paulo.

Níveis	Pontos Fortes	Pontos Fracos
<b>Paisagem Sociotécnica (Macro)</b>	Mudanças climáticas e urgência de alteração da matriz energética para atender as metas do acordo de Paris.	Trancamento tecnológico e institucional do sistema fóssil desfavorecendo o investimento em novas tecnologias.
<b>Regime Sociotécnico (Meso)</b>	Indústria de etanol e biomassa está bem consolidada no estado de São Paulo. Potencial inexplorado dos subprodutos do etanol disponível para produção de hidrogênio.	Ausência de políticas e regulação do setor. Os custos ainda são mais altos para a produção do hidrogênio do que outros combustíveis líquidos.
<b>Nichos de Inovação Sociotécnicos (Micro)</b>	A alta dos preços dos combustíveis fósseis cria janelas de oportunidade para a inserção de novas tecnologias como o hidrogênio, ainda em fase gestacional.	Disputa com a inserção de outros combustíveis como o gás natural liquefeito e os veículos elétricos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Conclusão:** Para que novos mercados sejam estabelecidos, devem existir janelas de oportunidade para que os regimes existentes possam ser alterados, adotando-se novas tecnologias e combustíveis. As pressões oriundas da problemática climática tem exercido pressão nos governos mundialmente para a descarbonização dos sistemas energéticos e de transportes. Contudo, a adoção do hidrogênio somente ocorrerá quando as dimensões no Brasil e no estado de São Paulo estiverem bem consolidadas. O Brasil está na sua fase inicial,

desenvolvendo as primeiras políticas públicas de descarbonização e de incentivo à novos combustíveis como o hidrogênio. Espera-se que com o estabelecimento das bases regulatórias e políticas, as tecnologias existentes e o desenvolvimento de novas tecnologias sejam fortalecidos, tornando o combustível atraente para o mercado e consumidores.

**AGRADECIMENTOS:** Drielli Peyerl e Luis Guilherme Larizzatti Zacharias agradecem especialmente o atual apoio financeiro dos Processos 2017/18208-8, 2018/26388-9 e 2020/02546-4 por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Os autores agradecem também à Universidade de São Paulo e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) por todo apoio e suporte institucional. Agradecemos o apoio do RCGI – Research Centre for Gas Innovation, localizado na Universidade de São Paulo (USP) e financiado pela FAPESP (2014/50279-4 e 2020/15230-5) e Shell Brasil, e a importância estratégica do apoio dado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) através do incentivo regulatório de P&D.

## Referências

EPE. **Plano Nacional de Energia 2050**. Rio de Janeiro.

GEELS, Frank W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, [S. l.], v. 31, n. 8-9, p. 1257-1274, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8).

GEELS, Frank W. A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. **Journal of Transport Geography**, [S. l.], v. 24, p. 471-482, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.01.021>.

HOTZA, D.; DINIZ DA COSTA, J. C. Fuel cells development and hydrogen production from renewable resources in Brazil. **International Journal of Hydrogen Energy**, [S. l.], v. 33, n. 19, p. 4915-4935, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2008.06.028>.

MME. **Programa Nacional do Hidrogênio - Proposta de Diretrizes**. Brasília.

ROBERTS, Cameron; GEELS, Frank W. **Technological Forecasting & Social**

Change Conditions for politically accelerated transitions: Historical institutionalism , the multi-level perspective , and two historical case studies in transport and agriculture. **Technological Forecasting & Social Change**, [S. l.], v. 140, n. December 2018, p. 221-240, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.019>. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.11.019>.

VIDAL, Fatima. Produção E Mercado De Etanol. **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE**, [S. l.], p. 1-10, 2020.



## TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS PARA O CONSUMO DE COMBUSTÍVEIS NO TRANSPORTE RODOVIÁRIO BRASILEIRO ENTRE 2020 E 2030

Celso Cachola<sup>1</sup>; Ana Clara Costa Andrade<sup>2</sup>; Drielli Peyerl<sup>3</sup>

1 – Celso da Silveira Cachola. Universidade de São Paulo (USP). [celsocachola@usp.br](mailto:celsocachola@usp.br)

2 – Ana Clara Antunes Costa Andrade. Universidade de São Paulo (USP). [anaclara.antunes@usp.br](mailto:anaclara.antunes@usp.br)

3 – Drielli Peyerl. Universidade de São Paulo (USP). [dpeyerl@usp.br](mailto:dpeyerl@usp.br)

**RESUMO:** O setor de transportes atende à demanda por mobilidade da sociedade mundial, facilitando a circulação de pessoas e mercadorias. O Brasil acompanha a tendência mundial no setor de transportes e, tendo como principal modal utilizado o rodoviário. O transporte rodoviário, entre 1990 e 2015, teve as maiores taxas de emissão de gases de efeito estufa (GEE) em comparação com outros modais do setor de transporte. Por meio das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), o Brasil comprometeu-se a reduzir as emissões de GEE do setor de transportes, além de se comprometer a aumentar a participação dos biocombustíveis em sua matriz energética em aproximadamente 18% em 2030. Assim, esta pesquisa tem como principal objetivo prever o consumo de diferentes combustíveis e as emissões de GEE entre 2020 e 2030. Como resultado, o país tende a atingir sua meta de NDC, aumentando o uso de biocombustíveis em sua matriz energética. Apesar de um cenário encorajador de aumento do uso de biocombustíveis, nota-se que o consumo de gasolina também tende a crescer e as emissões de GEE tendem a diminuir de forma não significativa. Portanto, em um cenário desfavorável e no qual não há ações pontuais, como políticas públicas efetivas, dificilmente ocorrerá a transição energética para uma matriz de baixo carbono no transporte rodoviário brasileiro nos próximos anos como o esperado.

**Palavras-Chave:** Consumo de combustível; Transporte rodoviário; Brasil

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16766578>

**ABSTRACT:** The transport sector fulfils the demand for mobility in the world society, facilitating the movement of people and goods. Brazil has followed the global trend in the transport sector, with the main modal used the road. Road transport, between 1990 and 2015, had the highest greenhouse gas (GHG) emission rates compared to other modes of the transport sector. Through its Nationally Determined Contributions (NDC), Brazil has committed to reducing its GHG emissions from the transport sector and also pledged to increase the share of biofuels in its energy matrix by approximately 18% in 2030. Thus, this work has the main objective to predict the energy consumption of different fuels and GHG emissions between 2020 and 2030. As a result, the country tends to reach its NDC target, increasing the use of biofuels in its energy matrix. Despite an encouraging scenario of increased use of biofuels, it should be noted that the consumption of petrol also tends to grow and GHG emissions tend to fall not significantly. Therefore, in an unfavorable scenario and in which there are no punctual actions, such as effective public policies, an energy transition to a low carbon matrix in Brazilian road transport in the coming years will hardly happen as expected.

**Keywords:** Transport fuel consumption; Road transport; Brazil

**Introdução:** O setor de transporte atende à demanda por mobilidade da sociedade mundial, facilitando a circulação de pessoas e mercadorias em todo o planeta (CNT, 2017; SALVI; SUBRAMANIAN, 2015). Este setor compreende diversos modais: (i) transporte rodoviário; (ii) transporte ferroviário; (iii) transporte aéreo; (iv) transporte marítimo; (v) intermodal e (vi) transporte por dutos (MIHLFELD & ASSOCIATES, 2019; SALVI; SUBRAMANIAN, 2015). Dentre os seis modais, o mais utilizado no mundo é o rodoviário, pois proporciona mobilidade e entrega de forma versátil. Pode-se comentar, por exemplo, que por meio do transporte rodoviário, são feitas entregas "porta a porta", ou seja, o produto sai da fábrica e pode ser facilmente entregue na casa do consumidor (MIHLFELD & ASSOCIATES, 2019; SALVI; SUBRAMANIAN, 2015).

No Brasil, o setor de transportes - em 2018 - foi responsável por 32,8% do consumo de energia do país, um total de 84.073 ktep (EPE, 2019). O país acompanhou a tendência mundial nesse setor e o principal modal utilizado foi o rodoviário. Em 2018, representava cerca de 93% do consumo de energia de todo o setor de transportes (EPE, 2019). Em 2016, o transporte rodoviário brasileiro foi o segmento com maior participação na matriz de transporte de carga (61%) e o principal meio de transporte de passageiros, independente da distância (CNT, 2017). Este modal foi o que mais empregou e teve a maior participação na produção de riqueza no setor de transportes (CNT, 2017).

As principais fontes de energia consumida no modal rodoviário brasileiro em 2018 foram o óleo diesel (45,2%) e a gasolina (27,6%) (EPE 2020). Por esta razão, o transporte rodoviário entre 1990 e 2015 (período de disponibilidade de dados) teve as maiores emissões de gases de efeito estufa (GEE) em comparação com outros modais de transporte. Vale ressaltar que as emissões do transporte rodoviário foram maiores do que as emissões dos setores energético, industrial, residencial, agrícola, comercial e público considerando apenas as emissões do consumo de energia (excluindo emissões de processos industriais ou agrícolas) (MCTIC, 2017).

Em 2015, durante a 21ª Conferência das Partes (COP 21), foi assinado o Acordo de Paris, que visa manter o aquecimento do planeta em 1,5 °C, reduzindo assim as emissões de GEE dos países signatários (JAYARAMAN, 2015; SOUZA; CORAZZA, 2017). Por meio de suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC) no Acordo de Paris, o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de GEE do setor de transporte, promovendo medidas de eficiência, melhorando a infraestrutura de transporte e promovendo o transporte público em áreas urbanas (BRASIL, 2015). O país também se comprometeu a aumentar a participação dos biocombustíveis em sua matriz energética em aproximadamente 18% em 2030, e também, a aumentar a participação do biodiesel no óleo diesel comercializado em seu território (BRASIL, 2015).

Portanto, esta pesquisa tem como objetivo prever o consumo de energia de diferentes combustíveis e as emissões de GEE no transporte rodoviário entre

2020 a 2030. Dessa forma, será possível responder às seguintes questões norteadoras: Pode haver aumento no consumo de biocombustíveis no período analisado? Nos próximos anos (2020-2030), poderá haver uma transição energética para uma matriz de baixo carbono no transporte rodoviário brasileiro?

**Material e Métodos:** Os autores elaboraram um modelo preditivo de consumo de energia (e emissões) para o período 2020-2030. O estudo utilizou dados de consumo de energia do Balanço Energético Nacional (BEN) (EPE, 2019), disponibilizado de 1970 a 2019. Os dados de consumo do transporte rodoviário compreendem as seguintes fontes de energia: i. gás natural (GN); ii. óleo diesel; iii. biodiesel; 4. gasolina; v. etanol anidro e vi. etanol hidratado.

O consumo de energia está causalmente relacionado à economia de uma determinada região. Desta forma, foi elaborado um modelo de regressão para cada tipo de combustível disponível. Posteriormente, desenvolveu-se um modelo preditivo de consumo entre os anos de 2020 e 2030. A regressão utilizada neste trabalho, por opção dos autores, foi a *Multivariate Adaptive Regression Spline* (MARS), uma forma de regressão desenvolvida por Jerome H. Friedman (FRIEDMAN, 1991) em 1991.

A regressão modela a relação entre duas variáveis, quantificando a natureza da relação (BRUCE; BRUCE, 2019). Na análise deste trabalho, as duas variáveis utilizadas foram: i. Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil (1970 - 2019) e ii. o consumo de energia em TJ para cada combustível. O consumo de energia foi a variável dependente, ou seja, a variável a ser prevista. O PIB foi a variável independente, ou seja, a variável utilizada para prever os valores de consumo de energia. Além disso, o r-quadrado foi utilizado para avaliar o quão bem o modelo acomodou os dados, ou seja, quão bem o modelo representa a realidade na metodologia desta pesquisa. O r-quadrado varia entre 0 e 1, com resultados próximos de 1 mostrando que o modelo acomodou melhor os dados (BRUCE; BRUCE, 2019).

Nos modelos, um cenário base e um cenário otimista foram considerados para os valores do PIB. Além disso, nesses valores de PIB também foram considerados dados de variação e inflação, previstos pela Instituição Fiscal

Independente no Relatório de Monitoramento Fiscal de novembro de 2019 (INSTITUIÇÃO FISCAL INDEPENDENTE, 2019). Por fim, foi utilizado o *Python* versão 3.8.4 e o pacote *pyearth* para a criação dos modelos.

**Resultados:** A Tabela 1 mostra os valores de r-quadrado dos modelos de regressão para cada tipo de combustível. Os valores mais baixos foram encontrados nos modelos a gasolina e etanol hidratado. Os demais modelos obtiveram r-quadrado superior a 0,95.

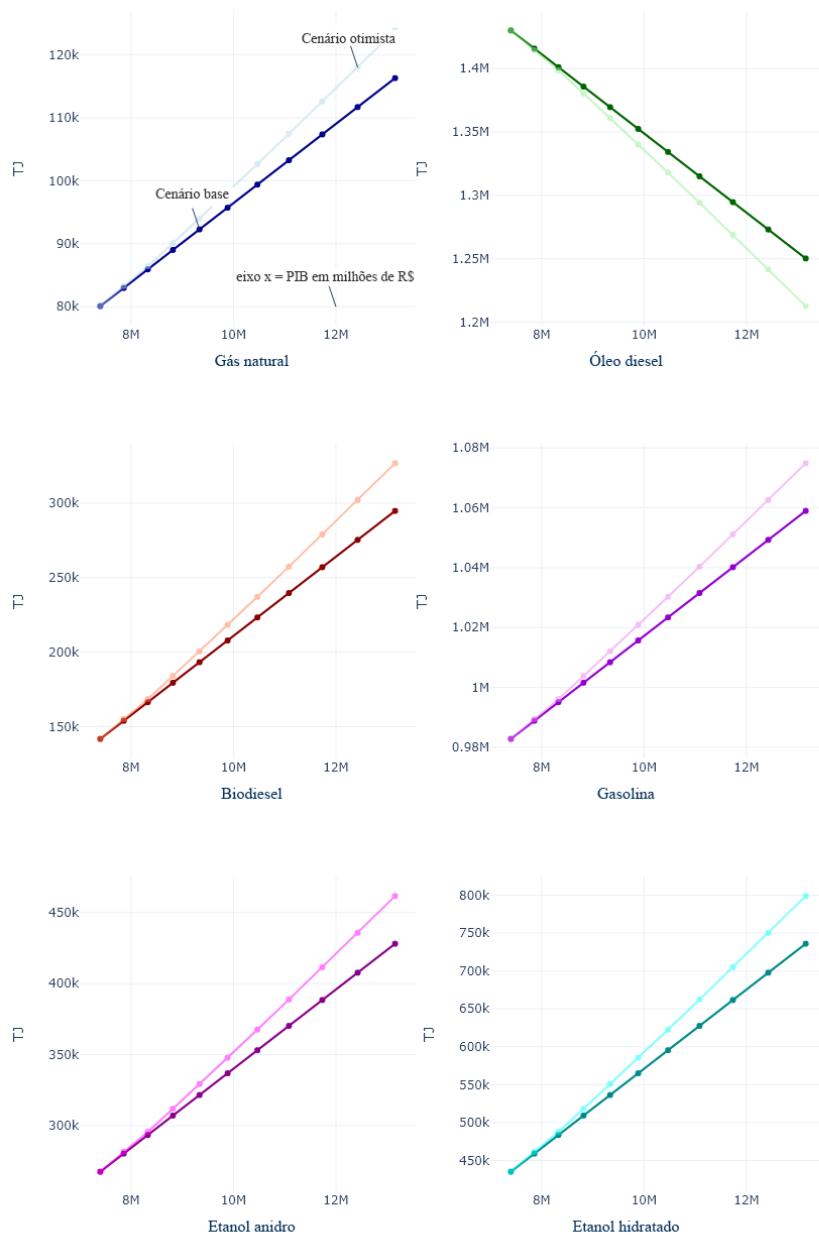
Tabela 1: Valores de R-quadrado

Combustível	R <sup>2</sup>
Gás natural	0,989
Óleo diesel	0,995
Biodiesel	0,986
Gasolina	0,857
Etanol anidro	0,971
Etanol hidratado	0,903

Fonte: Autores com base em (EPE, 2019; FRIEDMAN, 1991; IBGE, 2020).

A Figura 1 mostra os gráficos dos modelos de regressão. Há uma tendência para um aumento maior dos biocombustíveis e do GN, um aumento modesto da gasolina e uma diminuição do óleo diesel. Nota-se que o uso de óleo diesel diminui paralelamente ao aumento dos valores do PIB (eixo x), nos anos correspondentes ao período de estudo.

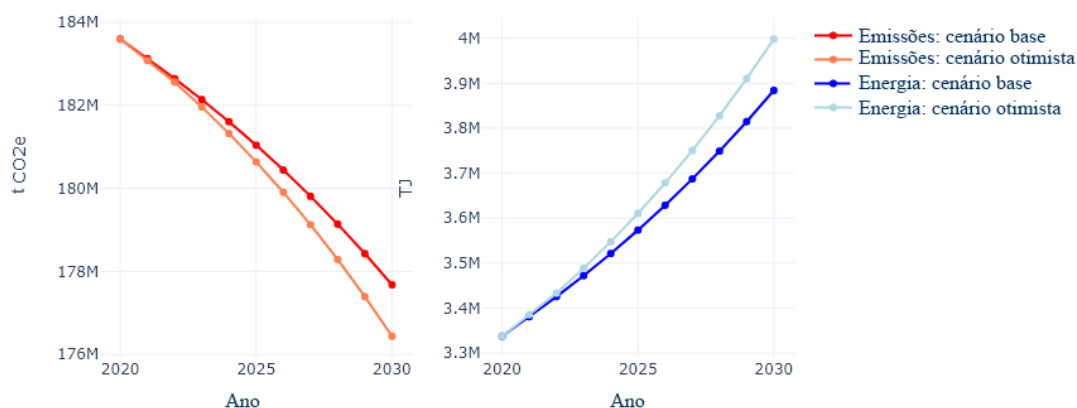
Figura 1: Consumo de combustível e valores de Produto Interno Bruto entre os anos de 2020 e 2030



Fonte: Autores com base em (EPE, 2019; FRIEDMAN, 1991; IBGE, 2020).

A Figura 2 mostra a evolução do CO<sub>2</sub> e dos combustíveis entre 2020 e 2030 nos cenários de base e otimistas. Então, é possível notar que há uma pequena diminuição das emissões no cenário base e otimista.

Figura 2: Consumo de energia e emissões de dióxido de carbono equivalente entre 2020 e 2030



Fonte: Autores com base em (EPE, 2019; FRIEDMAN, 1991; IBGE, 2020).

**Discussão:** O transporte rodoviário brasileiro é o principal consumidor de combustíveis fósseis no setor de energia (SAUER; RODRIGUES, 2016) e esse consumo tem sido responsável por um aumento gradual das emissões de GEE desde 1970. A população em geral e as aglomerações urbanas tendem a crescer ainda mais, levando a um aumento no consumo de transporte. Como resultado, há também um aumento nas emissões de GEE (CARVALHO, 2011). No entanto, esse crescimento pode ser mitigado com o uso de biocombustíveis em vez de combustíveis fósseis. Pode-se notar que, em meados da década passada, as emissões de GEE não acompanharam o consumo de energia no modal rodoviário. As emissões de GEE tiveram uma queda maior do que o consumo e essa diferença se deve ao maior uso de biocombustíveis na matriz energética do transporte rodoviário brasileiro (BEN, 2020).

A perspectiva é de que as emissões de GEE do transporte rodoviário brasileiro nos próximos anos caiam, enquanto o consumo de energia aumentará. A perspectiva se deve ao aumento do consumo de biocombustíveis (vide Figuras 1 e 2). Porém, existem outros fatores que podem contribuir para a queda das emissões no transporte rodoviário, como o aumento da eficiência do motor, a introdução de novas tecnologias, o uso de veículos elétricos híbridos, ou mesmo o

desenvolvimento de motores mais potentes e, por fim, o uso de H<sub>2</sub> (ANDRESS; NGUYEN; DAS, 2011). De fato, a descarbonização do transporte rodoviário é considerada uma necessidade e um dos principais caminhos para um desenvolvimento mais sustentável não só no Brasil, mas também no mundo. A

Figura 3 mostra alternativas para um transporte sustentável.



Fonte: Autores com colaboração de (FREEPIK, 2021).

**Conclusão:** O Brasil se comprometeu a limitar suas emissões no setor de energia aumentando o uso de biocombustíveis e, como pode ser visto nos resultados deste trabalho, a tendência para os próximos anos é que haja um crescimento, reduzindo também as emissões de GEE. De acordo com os resultados apresentados nesta pesquisa, o consumo de biocombustíveis (biodiesel, álcool anidro e álcool hidratado) tende a aumentar na década de 2020 (ver Figura 1), sendo um ponto positivo significativo. Dessa forma, o país tende a atingir sua meta de NDC, aumentando o uso de biocombustíveis em sua matriz energética.



Apesar de um cenário animador de aumento do uso de biocombustíveis, é importante destacar que o consumo de gasolina também tende a crescer entre 2020 e 2030, e, as emissões de GEE não tendem a cair significativamente. Portanto, não se espera uma vigorosa transição energética para uma matriz de baixo carbono no transporte rodoviário brasileiro nos próximos anos. Para reduzir significativamente as emissões de GEE, será necessário adicionar outros tipos de combustível à matriz energética dessa modalidade (incluindo H<sub>2</sub>), além de inserir carros elétricos e biogás. O GN também pode ser usado como ponte para uma matriz menos poluente, pois suas emissões podem ser menores do que as de outros combustíveis fósseis.

Além da oferta de combustíveis alternativos, para que o transporte sustentável cresça no Brasil, é necessário melhorar o transporte público, principalmente nos grandes centros urbanos, e estimular a utilização do transporte ativo (pedestre e ciclista), proporcionando infraestrutura adequada para essas atividades. Vale ressaltar também que a melhoria do transporte público é uma das metas contidas na NDC brasileira.

**Agradecimentos:** Agradecemos o apoio do RCGI – Research Centre for Gas Innovation, localizado na Universidade de São Paulo (USP) e financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2014/50279-4 e 2020/15230-5) e Shell Brasil, e a importância estratégica do apoio dado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis) através do incentivo regulatório de P&D. Peyerl e Costa de Andrade agradecem especialmente o atual apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (2017/18208-8, 2018/26388-9, 2019/17996-8 e 2020/12521-9)

## **REFERÊNCIAS:**

ANDRESS, D.; NGUYEN, T. D.; DAS, S. Energy for Sustainable Development Reducing GHG emissions in the United States' transportation sector. **Energy for Sustainable Development**, v. 15, n. 2, p. 117–136, 2011.

BEN, B. E. N. **Balanco Energético Nacional: Relatório Síntese: ano base 2019**. Rio

de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2020.

BRAZIL. Intended Nationally Determined Contribution: Towards achieving the objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change. **Intended Nationally Determined Contribution**, v. 9, p. 6, 2015.

BRUCE, P.; BRUCE, A. **Estatística Prática para Cientistas de Dados: 50 Conceitos de Dados**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

CARVALHO, C. H. R. DE. Emissões Relativas De Poluentes Do Transporte Motorizado De Passageiros Nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros. **Ipea**, p. 42, 2011.

CNT. **Transporte rodoviário: desempenho do setor, infraestrutura e investimentos**. Brasília: [s.n.].

EPE. Balanço energético nacional: Ano base 2018. **EPE - Empresa de Pesquisa Energética**, p. 67, 2019.

FREEPIK. **Home**. Disponível em: <<https://br.freepik.com/home>>. Acesso em: 18 jun. 2021.

FRIEDMAN, J. H. Multivariate Adaptive Regression Splines. **The Annals of Statistics**, v. 19, n. 1, p. 115–123, 1991.

IBGE. **Produto Interno Bruto - PIB**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. Acesso em: 17 jun. 2020.

INSTITUIÇÃO FISCAL INDEPENDENTE. Relatório de Acompanhamento Fiscal. 2019.

JAYARAMAN, T. The Paris Agreement on Climate Change: Background, Analysis and Implications. **Review of Agrarian Studies: RAS**, 2015.

MCTIC. Estimativas Anuais de Emissões Totais de Gases de Efeito Estufa no Brasil. p. 89, 2017.

MIHLFELD & ASSOCIATES. **The 6 Modes of Transportation**. Disponível em: <<https://blog.mihlfeld.com/the-6-modes-of-transportation>>. Acesso em: 2 jul. 2021.

SALVI, B. L.; SUBRAMANIAN, K. A. Sustainable development of road transportation sector using hydrogen energy system. 2015.

SAUER, I. L.; RODRIGUES, L. A. Pré-sal e Petrobras além dos discursos e mitos: disputas, riscos e desafios. v. 30, n. 88, 2016.

SOUZA, M. C. O.; CORAZZA, R. I. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 42, p. 52–80, 2017.

## A VIDA SOCIAL DA ENERGIA NO BRASIL 1970-2020

Andrea Lampis<sup>1</sup>; Silvia Sayuri Mandai<sup>2</sup>

1 – Andrea Lampis. Instituto de Energia e Ambiente Universidade de São Paulo. [alampis@usp.br](mailto:alampis@usp.br)

2 – Silvia Sayuri Mandai, Instituto de Energia e Ambiente Universidade de São Paulo. [silvia.mandai@usp.br](mailto:silvia.mandai@usp.br)

**RESUMO:** Este artigo contribui para o debate sobre as trajetórias sociotécnicas da energia na América Latina a partir da análise do caso brasileiro. O artigo analisa de maneira comparativa a evolução da matriz energética e as políticas energéticas ao longo do período 1970-2020 com ênfase nas narrativas e nos imaginários contidos nos principais documentos de políticas energética como o Balanço Energético Nacional e os planes energéticos. Com base numa metodologia dedutiva se parte de elementos empíricos específicos para tentar alcançar conclusões de relevância general à luz das categorias conceituais dos estudos sociais da ciência e a tecnologia, em particular, a categoria de configuração sociotécnicas. O conceito de vida social da energia é mais abrangente do apresentado neste trabalho embora as políticas energéticas e suas implicações sociais aqui analisadas sejam elementos sustâncias que contribuem à construção do conceito de vida social, junto com o consumo, as percepções e as implicações em termos de distribuição e acesso.

**Palavras-Chave:** Vida social da energia; Transição Energética; Configurações sociotécnicas; Política energética; Brasil

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735021>

**ABSTRACT:** This article contributes to the debate on the sociotechnical trajectories of energy in Latin America based on the analysis of the Brazilian case. The article comparatively analyzes the evolution of the energy matrix and energy policies over the period 1970-2020, with an emphasis on the narratives and imaginaries contained in the main energy policy documents such as the National Energy Balance and energy plans. Based on a deductive methodology, specific empirical elements are used to try to reach conclusions of general relevance in light of the conceptual categories of the social studies of science and technology, in particular, the category of sociotechnical configurations. The concept of social life of energy is broader than presented in this work, although energy policies and their social implications analyzed here are substantial elements that contribute to the construction of the concept of social life, along with consumption, perceptions and implications in terms of distribution and access.

**Keywords:** Social life of energy; Energy Transition 2; Sociotechnical configurations 3; Energy Policy 4; Brazil.

**Introdução:** Este trabalho faz parte de uma agenda de pesquisa mais ampla sobre a vida social da energia na América Latina, que questiona o papel da materialidade na sociologia e nas ciências sociais. Neste texto que é parte de uma pesquisa mais ampla se limita a discussão usando dois pontos de entrada: i) energia elétrica entre as diferentes fontes de energia e ii) Brasil como caso ilustrativo.

Uma das ferramentas fundamentais das políticas neoliberais é a transformação gradual e constante dos marcos jurídicos que possibilitam a mobilidade do capital e dos atores econômicos. No recente livro do Banco Mundial *Rethinking Power Sector Reform in the Developing World*, destaca-se como durante a década de 1990 um novo paradigma para a reforma do setor elétrico emergiu com a influência determinante dos elementos articuladores do Consenso de Washington. Esse modelo, especifica o texto - sem dedicar mais espaço ou atenção aos conflitos ambientais ou à resistência das populações nos territórios específicos onde as transformações estavam sendo implementadas -

começou a se espalhar pelo mundo em desenvolvimento. A abordagem promoveu a reestruturação das empresas nacionais de eletricidade para criar uma arena de competição, ao mesmo tempo que delegava responsabilidades ao setor privado sob um quadro regulatório claro. Após 25 anos, poucos países em desenvolvimento conseguiram adotar o modelo em sua totalidade, enquanto muitos outros enfrentaram desafios políticos e econômicos ao longo do caminho. Na obra *Rethinking Power Sector Reform in the Developing World* o Banco Mundial fornece uma avaliação abrangente da reforma do setor de energia nos países em desenvolvimento, examinando as evidências de se as reformas contribuíram para melhorar o desempenho do setor (FOSTER; RANA, 2020). Ele também examina até que ponto o paradigma da reforma permanece relevante para a nova agenda de política social e ambiental do século 21 e é capaz de se adaptar à ruptura tecnológica emergente: i) Liberdade para resolver contratos relativos a bens de interesse público com cancelamentos ou sem qualquer tipo de penalidade; ii) isenção do pagamento de impostos relativos à proteção social dos trabalhadores; iii) isenção do pagamento de impostos sobre os impactos ambientais causados.

**Mudança climática e energia: implicações sociais da transição climática:** Em relação aos debates sobre geração de energia, meio ambiente e sustentabilidade do seu uso, que segue no continente uma lógica de mercantilização dos recursos naturais (SVAMPA, 2013; WALTER, 2009), a literatura internacional recente tem se concentrado na análise dos relação entre geração de energia renovável e serviços ecossistêmicos. Em um trabalho recente em Energias Renováveis, por exemplo, de Assis Espécie e colegas analisam a existência de pelo menos cinco eixos de relevância central quando se considera a relação entre energia renovável e serviços ecossistêmicos: (i) Preocupações sobre o grau de dependência que as instalações hidrelétricas têm da conservação florestal; (ii) a relevância da gestão do solo em bacias hidrográficas para reduzir a erosão do solo e melhorar a geração de energia por usinas hidrelétricas; (iii) o surgimento de esquemas operacionais ambientalmente corretos para preservar e / ou aliviar os impactos das usinas hidrelétricas nos serviços do ecossistema fluvial; (iv) a adoção do

pagamento por serviços ecossistêmicos como instrumento de promoção de estratégias de uso do solo que beneficiem a geração de energia hidrelétrica por meio da participação de diferentes atores; e (v) o uso de métodos de avaliação econômica como meio de abordar cenários de compensação entre a geração de energia e a manutenção de certos serviços ecossistêmicos (DE ASSIS ESPÉCIE et al., 2019).

**A política energética no Brasil:** A formulação da política energética no Brasil apresenta uma estrutura vertical dirigida por uma entidade de caráter político e técnico, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), e pelo poder executivo, por meio do Ministério de Minas e Energia (MME). Os princípios gerais da política energética brasileira foram definidos pelo Congresso Nacional, a partir da edição da Lei nº 9.478/1997 (BRASIL, 1997). A partir dessa Lei, foram estabelecidos os princípios da Política Energética Nacional acerca do uso racional das fontes energéticas, buscando não só a conservação energética, mas também do meio ambiente (BRASIL, 1997; ALTOÉ et al., 2017).

A conformação da atual institucionalidade energética do Brasil teve início em 2004 com o Novo Modelo do Setor Elétrico e teve como justificativa garantir a modicidade das tarifas, a garantia do abastecimento e a inclusão social por meio de programas de universalização; inclusive a medida foi retirar a Eletrobrás do plano de desestatização (PUERTO; SAUER, 2015). Ao longo do item 2.4, serão descritas as instituições responsáveis pela formulação da política energética brasileira, ou seja, o MME e o CNPE, apresentando seus respectivos quadros organizacionais, número de trabalhadores, orçamentos anuais, principais responsabilidades e as regulamentações centrais de 2016 a 2020.

**Material e Métodos:** O trabalho analisa de forma comparada as políticas energéticas e a evolução das ofertas energéticas no Brasil à luz da perspectiva dos estudos sociais da ciência e a tecnologia interessados na combinação entre transformações políticas, sociais, culturais, institucionais, tecnológicas e materiais que compreende como configurações sociotécnicas (BYRNE et al., 2011; LATOUR et al., 2008; PAPACHRISTOS; ADAMIDES, 2016; SANT'ANA, 2011). As principais

transformações e viragem tanto nas políticas como na oferta primária são analisadas no horizonte histórico dos últimos 15 anos a partir do processo interativo esquematizado a continuação: i) Construção de uma estrutura conceitual inicial; ii) construção da linha do tempo;) análise da matriz energética;) análise dos principais marcos e conflitos: análise dos atores impulsores da transformação; iv) construção de gráficos de montagem (Latour) e; v) ajuste da estrutura conceitual. *O trabalho apresenta resultados parciais já que a análise dos aspetos relevantes para a perspectivas dos estudos da ciência e a tecnologia estão sendo desenvolvidos a partir da análise da materialidade das transformações e a evidência da política. Contudo serão apresentados num estágio quase final caso o trabalho seja selecionado.*

**Resultados:** No Brasil, a produção primária de energia mostra dois períodos de forte crescimento: na primeira metade da década de 1980, resultante do processo de industrialização e a partir da segunda década de 1990. A análise da produção primária de energia recente chama atenção para a evolução da autoprodução de energia elétrica. Nesse contexto, vale ressaltar a diferença entre a matriz energética e a elétrica. A primeira se refere ao conjunto de fontes de energia disponíveis para atividades industriais (e.g., queima de combustíveis fósseis para a movimentação de máquinas), locomoção de automóveis (e.g., gasolina, etanol), preparo de alimentos (e.g., lenha) e geração de eletricidade. Ou seja, a matriz elétrica é apenas uma parte da matriz energética.

A oferta interna de energia tem aumentado ao longo dos anos, com uma certa estabilização de 2016 à 2019 por volta de 300 mil tep (Fig. 1), considerando as fontes petróleo e seus derivados, gás natural, carvão mineral, coque, urânio  $U_3O_8$ , hidráulica, lenha, carvão vegetal, derivados de cana, eólica, solar e outras fontes renováveis e não-renováveis (Fig. 2).

Figura 1. Histórico da oferta interna de energia, em milhares de toneladas equivalentes de petróleo no Brasil 1970-2020

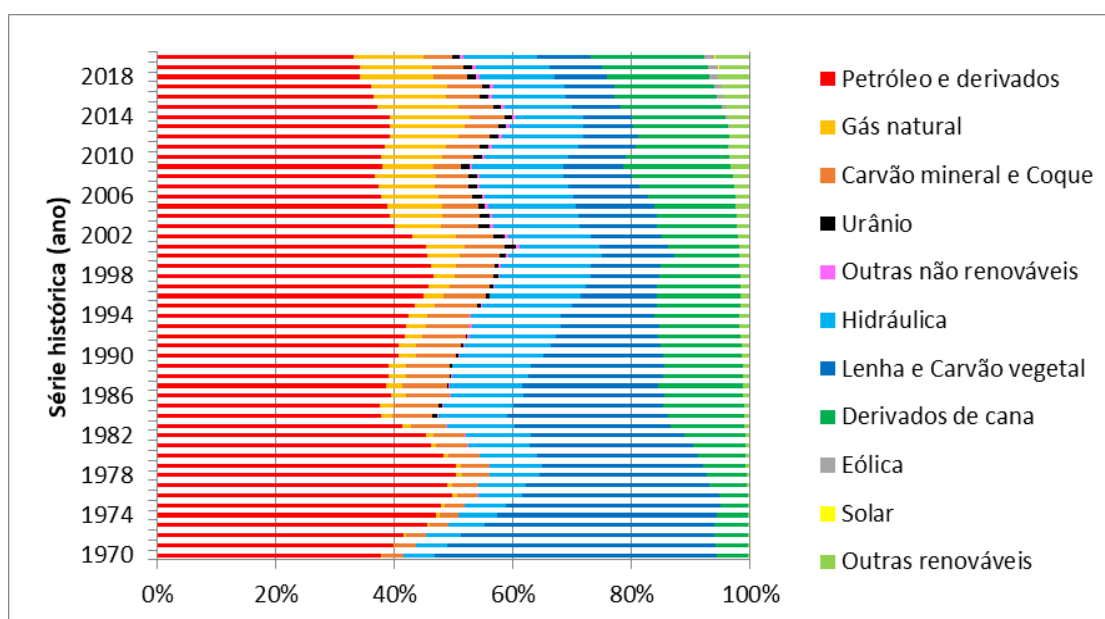


Fonte: Elaboração própria, com base em EPE/BEN (2020).

Na Figura 2, é possível observar como a matriz energética do Brasil foi se modificando ao longo do tempo, com uma tendência de aumento da predominância das fontes não renováveis. De maneira geral, o petróleo e seus derivados têm sido a fonte mais dominante (Fig. 2), sendo utilizados principalmente como combustível para a movimentação de veículos, em forma de gasolina e diesel.



Figura 2. Histórico da oferta interna de energia, em porcentagem no Brasil 1970-2020



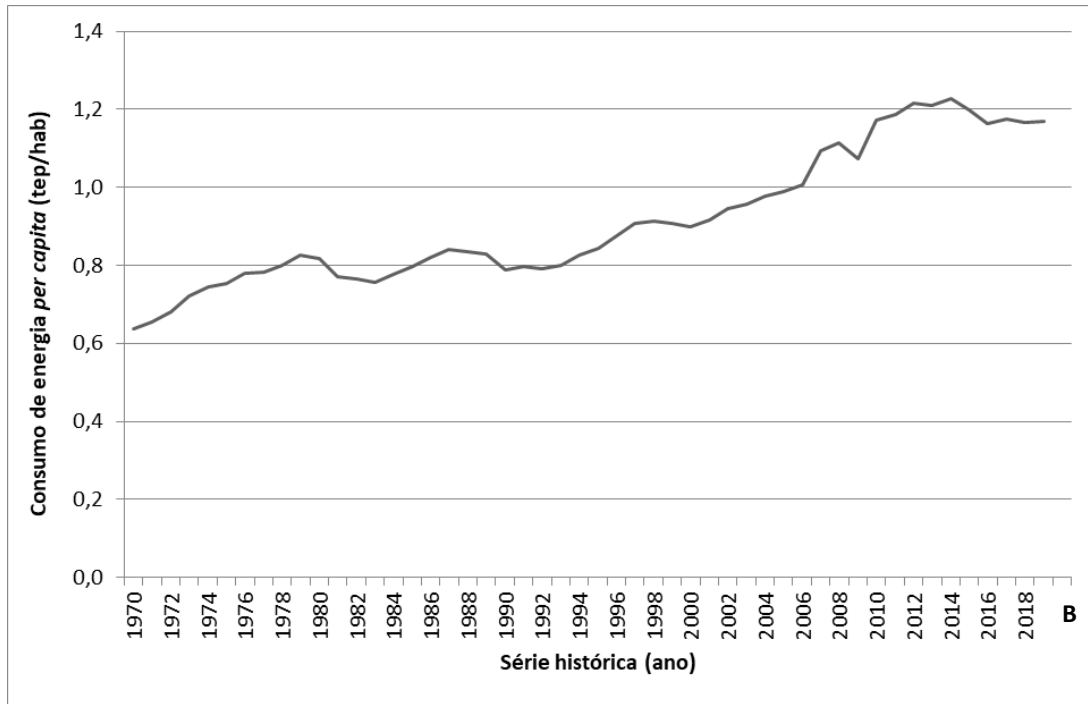
Fonte: Elaboração própria, com base em (MME-EPE, 2021).

Entre as fontes renováveis, houve uma diversificação ao longo do tempo (eólica e solar), aumento da participação hidrúlica e de derivados de cana e redução do uso de lenha e carvão vegetal. Neste último caso, ocorreu substituição da lenha e carvão vegetal por: gás de cozinha e eletricidade para o cozimento de alimentos; gasolina, álcool e diesel para a movimentação de veículos; e eletricidade (principalmente da fonte hidrúlica), carvão mineral e derivados de cana para as atividades industriais. Portanto, com a diversificação da matriz energética e universalização da energia elétrica, ocorreu redução do consumo de lenha.

O consumo total de energia é obtido a partir da soma do consumo de energia na rede do Sistema Interligado Nacional (SIN) do Brasil, considerando o consumo suprido por autoprodução na rede. O consumo de energia *per capita* (Fig. 3) e por PIB (Fig. 5) tem aumentado ao longo dos anos com uma taxa mais acentuada de crescimento nas décadas de 1970 e 2000, para os setores industrial e de transportes desde 1970 (Fig. 4). O aumento de consumo está relacionado ao crescimento populacional e ao aumento da urbanização, da ocupação do território brasileiro, do ritmo de aquisição de equipamentos eletrodomésticos e da taxa de

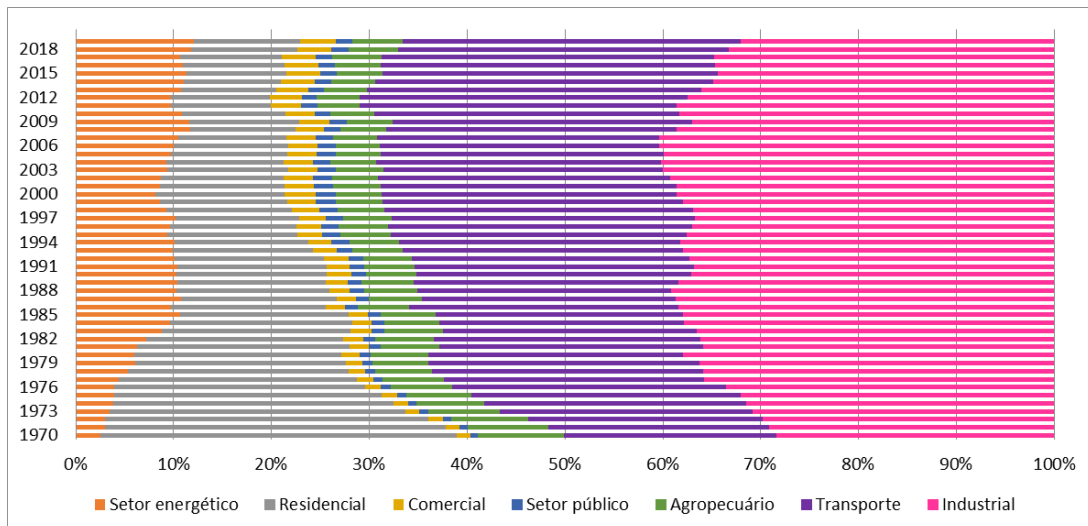
motorização. O consumo de derivados de petróleo apresentou maior crescimento de 1970 a 2000, com intensificação na década de 1980.

Figura 3. Consumo de energia per capita, em toneladas equivalentes de petróleo, no Brasil, de 1970 à 2019.



Fonte: Elaboração própria, com base em EPE/BEN (2020).

Figura 4. Consumo de energia per capita, em porcentagem e por fonte energética no Brasil, de 1970 à 2019.



Fonte: Elaboração própria, com base em EPE/BEN (2020).

**Discussão:** Quais são as considerações que podem ser feitas na perspectiva de construir uma compreensão das trajetórias sociotécnicas? Primeiro, considerando o peso só parcialmente alterado da importância das fontes de energia não renováveis no Brasil, como na América Latina e no Caribe (OLADE, 2019), não parece haver lugar para uma transição energética significativa em curso em termos do que e como a energia é produzida. Do exposto, é lógico inferir uma relação com um dos debates mais críticos, não só nas ciências sociais, mas nas políticas públicas latino-americanas nas últimas duas décadas em geral: o retorno a um modelo de desenvolvimento extrativista, baseado em a extração de matérias-primas. Este modelo, focado na reprimarização da economia (PASQUAL et al., 2016), com algumas diferenças notáveis como o caso brasileiro onde há certo desenvolvimento industrial, define o abandono do projeto de industrialização por substituição de importações - central nas décadas de sessenta e setenta (VERCELLONE; CARDOSO, 2017) e uma reconfiguração da divisão internacional do trabalho. Em outras palavras, na perspectiva que nos interessa, a compreensão da evolução energética apenas pelo olhar para a composição da oferta primária de energia ao longo do tempo é proposta como um elemento essencial para falar sobre Vida Social da Energia e 'Trajetórias sociotécnicas da energia.

**Conclusão:** Já que as trajetórias sociotécnicas o são também pelo seu caráter discursivo (BLANCO-WELLS, 2019; JASANOFF; KIM, 2013), ou seja, se conformam ou “ensamblam” (com Blanco) também a partir da produção do imaginário (com Jasanoff e Kim), de uma ideia sobre o que é 'justo', o que é 'socialmente útil', 'economicamente viável' e, acima de tudo, 'o que representa progresso e modernidade', não pode passar despercebido. que - neste caso OLADE - muitas instituições constroem seus discursos e coisas materiais como coleta de dados e, portanto, posteriormente, políticas e intervenções na realidade material e social, a partir dos imaginários sociotécnicos.

**Agradecimentos:** Se agradece à FAPESP para o financiamento relativo ao processo de bolsa de pós-doutoramento no país 2018/17626-3.

## Referências:

BLANCO-WELLS, G. La vida social de la energía: apuntes para el estudio territorializado de las transiciones energéticas. **Sociologias**, v. 21, n. 51, p. 160–185, 2019.

BYRNE, R. et al. **Energy Pathways in Low-Carbon Development: From Technology Transfer to Socio-Technical Transformation** STEPS Centre Working Papers. [s.l.: s.n.].

DE ASSIS ESPÉCIE, M. et al. Ecosystem services and renewable power generation : A preliminary literature review. **Renewable Energy**, v. 140, p. 39–51, 2019.

FOSTER, V.; RANA, A. **Rethinking Power Sector Reform in the Developing World**. Washington, D.C.: The World Bank, 2020.

JASANOFF, S.; KIM, S. H. Sociotechnical Imaginaries and National Energy Policies. **Science as Culture**, v. 22, n. 2, p. 189–196, 2013.

LATOURETTE, B. et al. A Note on Socio-Technical Graphs. v. 22, n. 1, p. 33–57, 2008.

MME-EPE. **MME-EPE\_2021\_BEN\_Síntese\_2020\_EN**. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-en/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Paginas/Brazilian-Energy-Balance-2021.aspx>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

OLADE. **Panorama Energético de América Latina y el Caribe 2019**. Quito, Ecuador: [s.n.].

PAPACHRISTOS, G.; ADAMIDES, E. A reproductive systems-based methodology for socio-technical transitions research. **Technological Forecasting and Social Change**, 2016.

PASQUAL, J. C. et al. Implications and Challenges for the Energy Sector in Brazil and Mexico to Meet the Carbon Emission Reductions Committed in Their INDC during the COP 21-CMP11. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 37, p. 31–46, 2016.

PUERTO, J. A.; SAUER, I. L. Política energética en Brasil: Implementación del componente renovable. **Energética**, v. 45, p. 95–106, 2015.

SANT'ANA, D. R. A socio-technical study of water consumption and water conservation in Brazilian dwellings. n. January, p. 411, 2011.

VERCELLONE, C.; CARDOSO, P. Nueva división internacional del trabajo, capitalismo cognitivo y desarrollo en América Latina. **Chasqui. Revista Latinoamericana de Comunicación**, v. 2017, n. 133, p. 37, 2017.

### Referências Institucionais

BRASIL. 1995. Lei Nº 9.074/2004, de 07 de julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 1995 jul.08.

BRASIL. 1997. Lei Nº 9.478/1997, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 1997 ago.07. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9478.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.htm)

BRASIL. 2000. Decreto Nº 3.520, de 21 de junho de 2000. Dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2000 jun.23. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3520.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3520.htm)

BRASIL. 2004. Lei Nº 10.848/2004, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nºs 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2004 mar.16.

BRASIL. 2018. Decreto nº 9.601/2018, de 05 de dezembro de 2018. Altera o Decreto nº 3.520, de 21 de junho de 2000, que dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Conselho Nacional de Política Energética - CNPE. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2018 dez.11. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9601.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.601%2C%20DE%205,que%20lhe%20confere%20o%20art.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9601.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.601%2C%20DE%205,que%20lhe%20confere%20o%20art.)

BRASIL. 2019a. Decreto Nº 9.675, de 2 de janeiro de 2019. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério de Minas e Energia, remaneja cargos em comissão e funções de confiança e substitui cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS por Funções Comissionadas do Poder Executivo - FCPE e transforma cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores - DAS. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2019 jan.02. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9675.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9675.htm)

BRASIL. 2019b. Decreto nº 10.105/2019 - Altera o Decreto nº 3.520, de 21 de junho de 2000, que dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Conselho

Nacional de Política Energética - CNPE. Diário Oficial da União, Brasília (DF), 2019 nov.07. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10105.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10105.htm#art1)

BRASIL. 2021a. Planalto, Ministros: Conheça a equipe que coordena as ações e políticas do governo do presidente Jair Bolsonaro. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/conheca-a-presidencia/ministros>. Acesso em 14 fev. 2021.

BRASIL. 2021b. Controladoria-Geral da União, Servidores Públicos. Disponível em: <http://www.portaltransparencia.gov.br/servidores>. Acesso em 14 fev. 2021.

# VEÍCULO 100% ELÉTRICO BRASILEIRO PARA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

Milton Francisco dos Santos Junior<sup>1</sup>; Eloy Fassi Casagrande Jr<sup>2</sup>

1 – Milton Francisco dos Santos Junior. UTFPR. [miltonfsj@yahoo.com.br](mailto:miltonfsj@yahoo.com.br)

2 – Eloy Fassy Casagrande Jr. UTFPR. [eloy.casagrande@gmail.com](mailto:eloy.casagrande@gmail.com)

**RESUMO:** O mundo está vivendo um momento de transição, saindo da utilização dos veículos à combustão interna para veículos elétricos. Entretanto, diversas são as questões que afetam os fabricantes de automóveis, empresas de energia elétrica, consumidores e usuários dos veículos elétricos, impactando a sua popularização, tais como: a) haverá energia elétrica para alimentar todos os veículos elétricos? b) como garantir que os veículos elétricos serão recarregados somente com energias renováveis? c) os veículos elétricos, considerando a sua capacidade de armazenamento de energia elétrica, poderão fomentar a aceleração da transição energética para a maximização da utilização de fontes renováveis de energia elétrica? O artigo busca esclarecer todos estes pontos e registrar o entendimento de que os veículos elétricos são uma importante ferramenta de fomento das fontes renováveis e intermitentes de energia elétrica. Conclui que já existem modelos de negócios envolvendo a exploração comercial de veículos elétricos entendidos como apropriados sob todos os aspectos analisados, apresentando exemplo.

**Palavras-Chave:** Veículos elétricos; Energia Solar; Transição energética.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735009>

**ABSTRACT:** The world is experiencing a moment of transition, moving from the use of internal combustion vehicles for all-electric ones. However, there are several issues that affect car manufacturers, electric power companies, consumers, and users of all-electric vehicles, impacting their popularization, such as: a) will there be electricity to power all electric vehicles? b) how to ensure that electric vehicles will be recharged only with renewable energies? (c) can electric vehicles, considering their capacity to store electricity, encourage the acceleration of the energy transition to maximize the use of renewable sources of electricity? The article seeks to clarify all these points and to record the understanding that electric vehicles are an important tool for the promotion of renewable and intermittent sources of electricity. It concludes that there are already business models involving the commercial exploitation of electric vehicles understood as appropriate in all aspects analyzed, presenting an example.

**Keywords:** All-electric vehicles; Solar Energy; Energy transition.

**Introdução:** A humanidade enfrenta hoje um de seus maiores desafios, diante das mudanças climáticas e suas trágicas consequências. Os veículos puramente elétricos, zero emissões durante a rodagem, têm se apresentado como uma solução sustentável de mobilidade rodoviária em todo o mundo. Entretanto, diversas são as questões que afetam os fabricantes de automóveis, empresas de energia elétrica, consumidores e usuários dos veículos elétricos, impactando a sua popularização.

As 3 (três) principais variáveis que gravitam em torno da popularização dos veículos elétricos são: (i) a autonomia proporcionada com apenas uma carga das baterias (não objeto do presente artigo), (ii) o tempo de recarga (não objeto do presente artigo) e (iii) a transição energética da matriz de energia elétrica, para a expansão das fontes renováveis, que possuem a característica de serem intermitentes (esta sim, objeto do presente artigo).

Muitos recursos têm sido investidos em novas tecnologias de baterias e em outras frentes de pesquisa para possibilitar uma maior autonomia para os



veículos elétricos, sendo que, atualmente, diversos veículos já apresentam autonomias consideradas suficientes para a maioria das aplicações. Portanto, a autonomia dos veículos elétricos não será abordada no presente artigo.

Da mesma forma, diversas são as pesquisas e tecnologias em estudo para diminuir o tempo de recarga das baterias dos veículos elétricos. Assim, o presente artigo também não se aprofundará nesta questão.

Diversos aspectos relacionados à infraestrutura de geração de energia a partir de fontes renováveis e intermitentes, para garantir o suprimento do abastecimento do sistema com a ampla massificação da utilização dos veículos elétricos ainda se apresentam como mitos, até por não serem conhecidos em adequada profundidade por pessoas leigas no assunto. No presente artigo, são apresentadas maiores informações sobre alguns aspectos da infraestrutura energética, no sentido de tentar desmistificar alguns pontos e sinalizar possíveis soluções para algumas questões. Também apresenta um modelo de negócio que pode viabilizar uma maior abrangência para a necessária garantia de uma perfeita transição energética para o predomínio das fontes limpas e renováveis de energia elétrica, de forma a ajudar na popularização dos veículos elétricos.

**Material e Métodos:** De acordo com as categorias do domínio cognitivo da Taxonomia de Bloom, o tema será abordado de forma hierárquica, englobando somente a primeira categoria, do Conhecimento. Não serão abordadas as categorias Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação.

Isto, tendo em vista a “necessidade de dominar habilidades mais simples (fatos) para, posteriormente, dominar as mais complexas (conceitos)” (FERRAZ, 2010, pg.422).

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa básica. Quanto aos objetivos, é uma pesquisa descritiva. Já quanto a forma de abordagem, a pesquisa é qualitativa. Por fim, quanto aos procedimentos de pesquisa, trata-se de pesquisa bibliográfica e documental.

**Resultados:** O artigo contribui não apenas para os profissionais ligados diretamente à industrialização de veículos elétricos e às companhias do setor elétrico, mas pode beneficiar também outros *stakeholders*, ao sinalizar novas oportunidades e permitir uma ampliação da rede de atores envolvidos na obtenção do desenvolvimento em bases sustentáveis.

O resultado do artigo pode contribuir para um eventual fomento do desenvolvimento tecnológico atrelado à viabilização de veículos elétricos e dos equipamentos e sistemas para a expansão das fontes renováveis de energia elétrica, podendo também servir de base para a formulação de políticas de incentivo ao desenvolvimento sustentável.

**Discussão:** A discussão em tela contribui para o Grupo de Pesquisa Tecnologia e Meio Ambiente (TEMA), do qual o autor participa, no que se refere aos benefícios para o meio ambiente advindos da tecnologia de mobilidade sustentável e das fontes limpas e renováveis de energia elétrica, que proporciona um combate à poluição e às mudanças climáticas.

No artigo são discutidas as seguintes questões:

- a) haverá energia elétrica para alimentar todos os veículos elétricos?
- b) como garantir que os veículos elétricos serão recarregados somente com energias renováveis?
- c) os veículos elétricos, considerando a sua capacidade de armazenamento de energia elétrica, poderão fomentar a aceleração da transição energética para a maximização da utilização de fontes renováveis de energia elétrica?

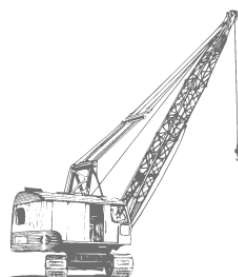
O artigo busca esclarecer todos estes pontos e registrar o entendimento de que os veículos elétricos são uma importante ferramenta de fomento das fontes renováveis e intermitentes de energia elétrica.

**Conclusão:** Conclui que já existem modelos de negócios envolvendo a exploração comercial de veículos elétricos entendidos como apropriados sob

todos os aspectos analisados, apresentando exemplo de empresa que planeja integrar os veículos zero emissões em si, com uma utilização compartilhada, atrelada à autoprodução de energia solar fotovoltaica de forma distribuída e democratizada.

#### **Referências:**

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. São Carlos, SP. Gestão da Produção, v. 17, n. 2, 2010.



GT4 - Grandes projetos de  
infra-estrutura e impactos  
socioambientais

# O AIIB NA ORDEM FINANCEIRA INTERNACIONAL: ANÁLISE COMPARATIVA OS INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL DOS PROJETOS DO AIIB E DO BANCO MUNDIAL NA ÍNDIA (2017-2020)

Felipe Jukemura<sup>1</sup>

1 – Felipe Jukemura. PUC-SP. [jukemurafelipe48@gmail.com](mailto:jukemurafelipe48@gmail.com)

**RESUMO:** O presente trabalho tem por intuito analisar a atuação *do Asian Infrastructure Investment Bank* (AIIB) em perspectiva comparada com o Banco Mundial (BM) em relação a adoção de mecanismos de análise socioambiental em seus projetos. Assim, objetiva-se entender como o surgimento do AIIB pode ser compreendido dentro da atual ordem financeira internacional, seja em sobreposição, complementaridade ou divergência a outros Bancos Multilaterais de Desenvolvimento (BMD). Para tanto, analisou-se os projetos realizados pelos dois bancos na Índia no período entre 2017 e 2020 considerando as questões socioambientais atreladas a aprovação deles. Essa análise é constituída de duas partes, a primeira é uma descrição geral e comparação de todos os vinte projetos realizados no período proposto, levando em consideração valores investidos, classificação de risco e instrumentos de análise socioambiental adotados. Segue-se com a comparação do conteúdo dos instrumentos de análise de impacto socioambiental de um projeto do AIIB e um do BM, tendo por base para a comparação 10 parâmetros. Conclui-se que o AIIB pode ser compreendido como um banco de via média, isso é, com a internalização de alguns padrões dos BMDs já estabelecidos, mas com características inovadoras. Notadamente percebe-se a incorporação da forma dos instrumentos de análise socioambiental e alguns guias do BM, mas ao mesmo tempo, o AIIB apresenta inovações em relação ao BM como o foco em infraestrutura, os empréstimos para projetos de variados portes, o maior respeito e integração de políticas e programas do mutuário ou a “redução” da complexidade dos instrumentos de análise socioambiental.

**Palavras-Chave:** *Asian Infrastructure Investment Bank*; Banco Mundial; Desenvolvimento Sustentável; Análise socioambiental; Índia

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735093>

**ABSTRACT:** This expanded summary aims to analyze the performance of the Asian Infrastructure Investment Bank (AIIB) in a compared perspective to the World Bank (WB) in relation to the adoption of Environmental and Social Assessment (ESA) mechanisms in their projects. Thus, the objective is to understand how the emergence of the AIIB can be understood within the current international financial order, whether in overlap, complementarity, or divergence from other Multilateral Development Banks (MDBs). To this end, the projects carried out by the two banks in India in the period between 2017 and 2020 were analyzed, considering the social and environmental issues linked to their approval. This analysis is made up of two parts, the first is a general description and comparison of all twenty projects carried out in the proposed period, considering the amounts invested, risk classification and the ESA instruments adopted. The content of the ESA instruments of an AIIB project and a WB project is then compared, based on 10 parameters for comparison. It is concluded that the AIIB can be understood as a middle way bank, that is, with the internalization of some standards of the already established MDBs, but with innovative characteristics. Remarkably, the incorporation of the form of ESA instruments and some WB guides can be seen, but at the same time, the AIIB presents innovations in relation to the WB such as the focus on infrastructure, loans for projects of various sizes, greater respect and integration borrower's policies and programs or “reducing” the complexity of socio-environmental analysis instruments.

**Keywords:** Asian Infrastructure Investment Bank; World Bank; Sustainable Development; Environmental and Social Assessment; India

**Introdução:** Em outubro de 2013, em meio ao Fórum de Cooperação Econômica da Ásia e do Pacífico (APEC), o presidente chinês Xi Jinping anunciou o estabelecimento de um novo Banco Multilateral de Desenvolvimento (BMD), o *Asian Infrastructure Investment Bank* (AIIB), que buscaria a promoção da interconectividade e integração econômica da região assim como a cooperação com outros BMDs já existentes (WEISS, 2017). No intuito de se tornar uma

instituição genuinamente multilateral, países membros do Banco Mundial (BM) e do Banco Asiático de Desenvolvimento (BAD) foram convidados a participar da nova instituição provendo tanto os fundos iniciais do banco como participando de sua gestão. Mesmo com receios iniciais de algumas potências ocidentais, em especial dos EUA, que foram contra a criação do Banco, tal iniciativa culminou em junho de 2015 na assinatura dos *Articles of Agreement* do AIIB, contando com a assinatura de 50 nações e, posteriormente em dezembro do mesmo ano, com a adesão de outros 7 membros (ETZIONI, 2016; KAWAI, 2015; LIAO, 2015). Hoje o banco já compreende 85 membros sendo 46 membros regionais e 39 não regionais (AIIB, 2021a).

Dada sua relação com a China e por compreender um dos dois últimos BMDs a surgirem, a literatura especializada tem se debruçado sobre o AIIB analisando a emergência desse novo banco sob diferentes óticas, principalmente quanto aos seus impactos sobre a arquitetura financeira internacional, o alcance da influência do banco, suas características enquanto reprodutoras de um modelo de desenvolvimento chinês, se o mesmo seria um adversário em relação à atual arquitetura financeira internacional, e qual seria sua relação com os demais BMDs, para ficar em alguns debates (BEESON; XU, 2019; GRANSOW; PRICE, 2019; ZHAO; GOU; LI, 2019).

Assim, quatro visões acerca da atuação e significado dessa nova instituição predominam, as que veem a emergência do AIIB como uma repetição das características e funcionamento de outras instituições já existentes trazendo poucas inovações (GRANSOW; PRICE, 2019; HAMEIRI; JONES, 2018; KELLERMAN, 2019), aquelas que compreendem o AIIB como um instrumento da política externa chinesa e conseqüentemente com potencial de internacionalizar seu modelo de desenvolvimento dentro da atual ordem liberal (BEESON; XU, 2019; LIANG, 2020; STEPHEN; SKIDMORE, 2019), aquelas que consideram a emergência do AIIB como uma possibilidade de via média, com a internalização de alguns padrões internacionais atrelados a características inovadoras (BORQUEZ; FARAN, 2019; LIANG, 2020; ZHAO; GOU; LI, 2019; ZHU 2020) e, por fim, aquelas visões que salientam a capacidade de cooperação e ação complementar

entre o AIIB e os BMDs já existentes (BAUMANN, 2017; SHELEPOV, 2017; WANG, 2017).

Desse modo a presente pesquisa levanta as seguintes perguntas: em que medida o AIIB pode ser compreendido em relação aos outros BMDs existentes – especificamente o BM –, seja em sobreposição, complementaridade ou divergência? Até que ponto podemos pensar no AIIB como um proponente de inovação e novas formas de se pensar o desenvolvimento mesmo com a incorporação de normas e standards de outros BMDs para sua legitimação internacional?

No intuito de responder essas perguntas utilizou-se de uma comparação entre o BM e o AIIB. Levando-se em conta a importância do debate sobre desenvolvimento sustentável, e a necessidade de uma análise que tome por base a maneira que o AIIB tem atuado, comparou-se as análises socioambientais atreladas à aprovação dos projetos desses dois bancos. Argumenta-se que a atuação do AIIB pode ser compreendida como uma “via média” entre as instituições já estabelecidas e representantes do status quo e novas formas de desenvolvimento, ao incorporar alguns padrões internacionais e passar por alguns isomorfismos, mas, ao mesmo tempo, ao apresentar características inovadoras que possibilitam que o AIIB permeie por nichos que o BM não estaria comportando.

**Material e Métodos:** A fim de tornar os projetos mais comparáveis entre si, pretende-se analisar projetos realizados entre 2017 e 2020 cujo destinatário do financiamento foi a Índia. A escolha do país se dá devido a sua importância enquanto país receptor de investimentos de ambas as instituições. Em relação ao AIIB, foram 20 projetos aprovados dentro do período proposto – o maior número dentre todos os países receptores de financiamento pelo banco (AIIB, 2021b). No tocante ao BM, o país também apresenta grande importância, a exemplo, em 2020 foram investidos mais de 4,5 bilhões de dólares no país, sendo o país que mais recebeu empréstimos (WORLD BANK, 2020). Além disso, como constam nos *Environmental and Social Framework* (ESF) dos dois bancos, uma das condições



para criar a classificação de risco social e ambiental é a capacidade e comprometimento do cliente (AIIB, 2016; WORLD BANK, 2016), de tal modo que ao fixar o mutuário, todas as diferenças recairiam no projeto em si e na percepção dos bancos de seus riscos e não no país que receberia os empréstimos.

Baseando-se na ideia da comparação dos projetos desenvolvidos pelo AIIB (2021b) e pelo BM (2021), buscar-se-á analisar documentos referentes à gestão social e ambiental de cada projeto, ou como genericamente chamados no inglês *Environmental and Social Assessment* (ESA). Pois, tal qual Esteves, Franks e Vanclay (2012) apontam, os processos de avaliação de impacto social refletem vieses e diretrizes de ação de cada instituição.

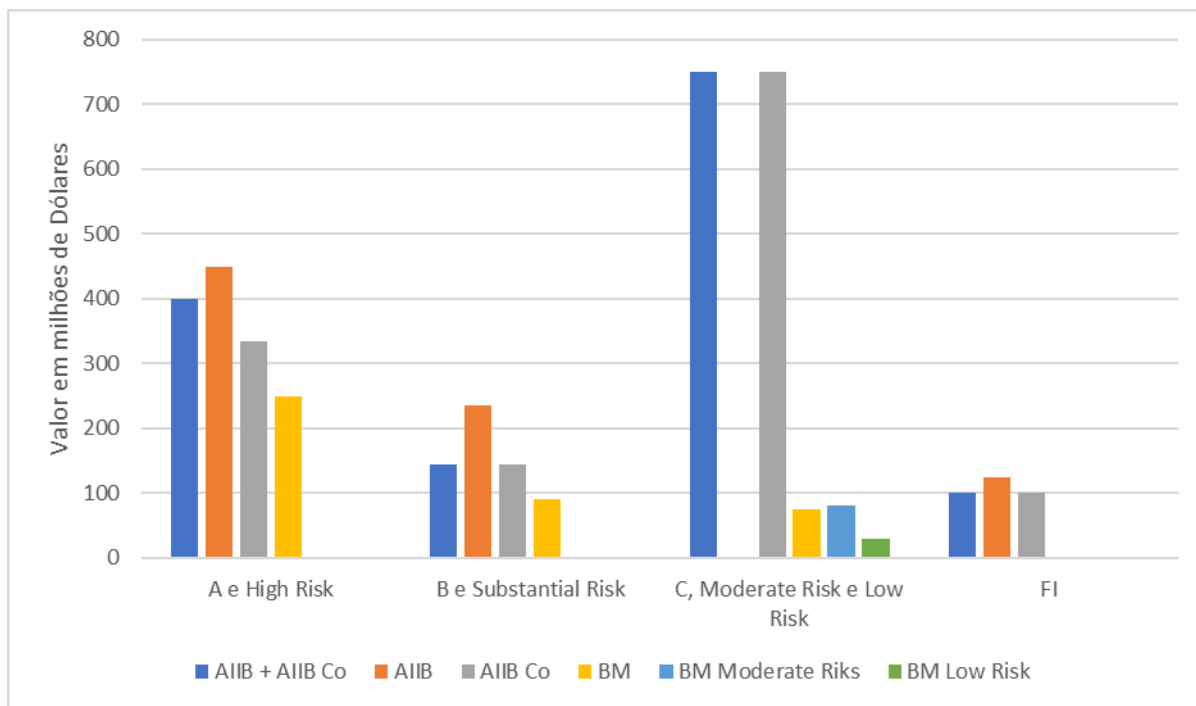
A metodologia de pesquisa será dividida em duas partes, uma comparação de todos os projetos realizados pelo AIIB e pelo BM na Índia no período especificado, seguida da realização de dois estudos de caso, a partir de uma análise mais detalhada de um projeto financiado por cada banco. No que tange à primeira parte, realizou-se um levantamento de 20 projetos do AIIB, dos quais 11 são cofinanciados (AIIB Co), e 7 do BM, tendo em conta que um desses projetos também consta na listagem dos projetos do AIIB por ser cofinanciado por ambas as organizações. Nessa comparação levou-se em conta fatores como a classificação de risco dos projetos, o montante financiado, o setor em que os recursos foram alocados e os instrumentos de análise adotados.

Já na segunda parte, tendo por base literatura especializada em políticas de salvaguarda e avaliações de impacto (AGOL; LATAWIEC; STRASSBURG, 2014; ESTEVES; FRANKS; VANCLAY, 2012; FISCHER, 2007; GLASSON; THÉRIVEL; CHADWICK, 2012; TSHIBANGU; MONTAÑO, 2016; TSUJI, 2017), a presente pesquisa propôs o uso de 10 parâmetros para guiar a comparação entre os dois projetos selecionados de cada banco. Os parâmetros propostos, derivados da literatura supracitada são: “Descrição do plano de ação”; “Coleta de dados de linha de base”; “Conformidade com padrões ambientais e sociais”; “Inclusão de outras políticas, planos e programas (PPPs) relevantes”; “Consulta de autoridades na área”; “Consulta pública e divulgação de informações”; “Identificação dos

principais impactos”; “Proposta de Medidas de Mitigação”; “Descrição de indicadores de avaliação” e; “Estudo de alternativas ao projeto”.

**Resultados e Discussão:** Nessa seção serão apresentados os principais resultados da pesquisa em diálogo com o que a literatura especializada tem discutido sobre o tema. Na primeira parte da análise, destacam-se variáveis de comparação: os montantes dos empréstimos realizados; as áreas dos projetos e; os instrumentos usados na realização dos ESAs desses projetos. No que concerne à primeira variável (gráfico 1), percebe-se uma predisposição do AIIB a realizar empréstimos de maior valor quando comparado com o BM tanto no caso dos projetos de maior risco socioambiental – A e substantial risk -, como de risco intermediário – B e high risk -, nesses casos o valor investido pelo BM correspondia a cerca de 65% do valor médio investido pelo AIIB. Para além disso, quando analisados o desvio padrão apresentado pelos valores dos empréstimos do AIIB, nota-se resultados altos - 185,391 e 170,840 para as classificações A e B respectivamente -, o que demonstra um perfil que pode ser considerado “agressivo” ao investir em projetos de inúmeros portes independentemente do risco socioambiental que esses apresentem. Dessa primeira coleta de dados já é importante então notar que – com base nos projetos estudados-, diferentemente do que coloca Kellerman (2019), dificilmente poder-se-ia fazer a constatação de que, baseado no modelo de escolha racional e de aversão à perda, esse novo banco passaria a espelhar o padrão de ação dos BMDs já existentes. Ademais, essa grande mobilização de recursos para projetos de diversos portes começa a apontar para a entrada do AIIB em nichos que as instituições mais tradicionais não atuam.

Gráfico 1 - Média de valores investidos por Banco e Categoria



Fonte: Elabora pelo autor com base em AIB 2021b e WORLD BANK 2021.

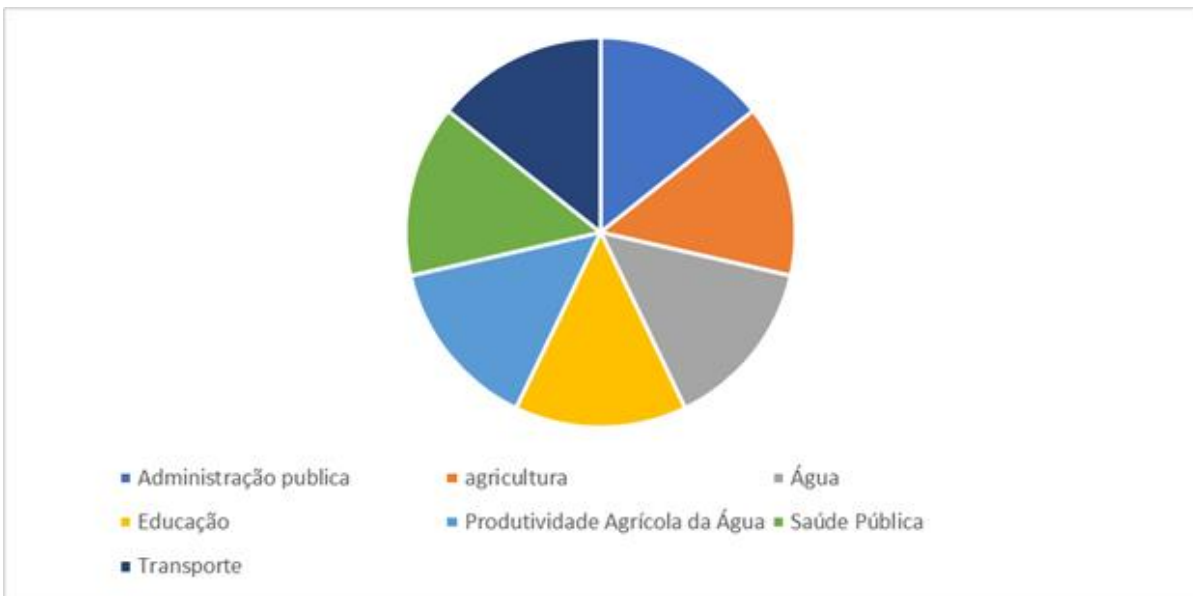
No que tange à segunda variável, em consonância à última observação sobre o AIB estar entrando em nichos não contemplados pelos BMDs tradicionais, a atuação do AIB é concentrada no setor de infraestrutura, tendo, no caso dos projetos analisados, uma preponderância do setor de transporte e energia, representando 35% e 20% dos projetos realizados (gráfico 2), atuação essa já prevista no Article of Agreement do AIB e no próprio nome da instituição. Assim, como apontam Zhu (2020) e Borquez e Faran (2019) o próprio foco em infraestrutura pode ser compreendido como uma inovação importante ao se comparar com o BM que apresenta um portfólio de projetos cada vez mais difuso (gráfico 3).

Gráfico 2 – Projetos por setor AIB



Fonte: Elaborado pelo autor com base em AIIB 2021b.

Gráfico 3 - Projetos por setor BM



Fonte: Elaborado pelo autor com base em WORLD BANK 2021.

Na análise dos instrumentos de ESA utilizados, nota-se uma clara diferença entre o AIIB e o BM, pois, quase todos os projetos do BM apresentam um mesmo grupo de instrumentos - *Environmental and Social Commitment Plan (ESCP)*, *Environmental and Social Management Plan (ESMP)*, *Environmental and Social Management Framework (ESMF)*, *Environmental and Social Review Summary (ESRS)*, *Environmental and Social Impact Assessment (ESIA)* e *Environmental and Social Management System (ESMS)* -, já o AIIB fez uso de quase todos os 23

instrumentos constatados. Contudo, isso não apresenta necessariamente um sinal de grande inovação pois, muitos desses instrumentos usados pelo AIIB são documentos que apresentam o mesmo escopo que aqueles 6 do BM, a exemplo o *Social Impact Assessment (SAI)* e o *Environmental Impact Assessment (EIA)* que compõe o ESIA ou o *Resettlement Policy Framework (RPF)* que compõe o ESMF. Por fim, é importante tomar especial atenção para o uso de SIAs, EIAs e ESIA's pelo AIIB pois a adoção cada vez mais expressiva desses instrumentos reflete uma grande preocupação por parte do AIIB em fazer com que seus projetos sejam social e ecologicamente sustentáveis ao avaliar o impacto que eles causariam, distanciando-se do medo que alguns países europeus e os EUA tinham no começo em relação ao banco (ZHU, 2020).

Na segunda parte da pesquisa, no intuito de aprofundar diferenças e semelhanças no modo de atuação do AIIB em comparação com o BM, recaiu-se na apresentação do conteúdo dos instrumentos de ESA de dois projetos – o Gujarat Rural Roads (MMGSY) do AIIB e o *Himachal Pradesh State Roads Transformation Project* do BM. Esses projetos foram escolhidos por, primeiramente, se localizarem na categoria de risco “intermediária”. Em segundo lugar, por se tratar de projetos de um mesmo setor, o de transporte, setor que concentra o maior montante de investimentos feitos no país pelas duas instituições. Por fim, quando avaliados os valores investidos, ambos apresentam um valor muito próximo da média dos seus bancos, tendo o projeto do BM um valor investido igual a 82 milhões de dólares e o AIIB um valor de 329 milhões de dólares, valores idênticos à média de todos os projetos dos seus respectivos bancos na Índia – no caso do AIIB foram desconsiderados os projetos de categoria FI. Na tabela 1, que traz os parâmetros citados na seção anterior, é possível observar um resumo com os principais pontos dos instrumentos de análise socioambiental desses projetos.

Antes de entrar no mérito do conteúdo desses instrumentos é necessário, contudo, fazer uma primeira observação. Dentro dos instrumentos analisados, desconsiderando-se aqueles de caráter mais institucional – como o *Project Summary Information (PSI)* ou o *Project Document* -, o número de páginas analisadas para o projeto do AIIB foi igual a 351, ao passo que, no caso do projeto do BM, esse número já salta para 1208 páginas. Tal aferição possivelmente

corroborar com a ideia de que comparado com os BMDs já existentes o AIIB teria “reduzido” aspectos de aquisição e análise de risco, mas em deixar de cobrir nenhum aspecto de risco importante tendo possivelmente maior eficiência que os BMDs tradicionais (ZHAO; GOU; LI, 2019). Mas é importante analisar com profundidade o conteúdo desses instrumentos para compreender se de fato mesmo “reduzidos” os instrumentos do AIIB continuam cobrindo os indicadores de avaliação mais importantes.

Tabela 1 - Avaliação socioambiental AIIB X BM

<i>Gujarat Rural Roads (MMGSY)</i>	X	<i>Himachal Pradesh State Roads Transformation Project</i>
<b>Descrição do plano de ação</b>		
<p>Descreveu-se o plano de criação e condução dos principais instrumentos de análise ambiental (ESIA, ESMP, ESMF etc.), além de alguns instrumentos como o GRC. O próprio ESMP pode ser enfatizado, já que relata as atividades e responsáveis por cada parte do projeto. Ademais foram criados 9 manuais de operação a serem adotados dentro de um ECoP.</p>		<p>O próprio ESMP pode ser enfatizado, já que relata as atividades e responsáveis por cada parte do projeto, junto a ele o ESCP também traz as medidas, prazos e responsáveis na execução do projeto. Além disso alguns mecanismos também tiveram seu plano de condução categoricamente detalhado, como o GRM.</p>
<b>Coleta de dados de linha de base</b>		
<p>Os dados foram coletados a nível nacional, regional e distrital. A coleta se dividiu em aspectos físicos e sociais, sendo dado maior detalhamento para o primeiro. Essa coleta se dividiu em dados primários e secundários, como o Censo da Índia e as consultas, contudo é importante notar que algumas das fontes que foram usadas eram de 2001 e, foram usadas até fontes como a Wikipedia.</p>		<p>Os dados foram coletados a nível distrital e, em todas as regiões em um raio de 15 km do projeto. A coleta se dividiu em aspectos físicos e sociais, sendo dado maior detalhamento para o primeiro. Essa coleta se dividiu em dados primários e secundários, como o Censo da Índia e as consultas.</p>
<b>Conformidade com padrões ambientais e sociais</b>		
<p>Adota-se todos os padrões do BAII presentes em seu ESF. Nacionalmente o projeto também se alinha com 13 leis e regulamentações ambientais indianas. No tocante a padrões internacionais adota-se alguns poucos manuais como o do <i>EIA Training Resource</i> da ONU, ou o <i>IFC EHS Guidelines on Occupational Health and Safety</i>.</p>		<p>Adota-se todos os padrões do BM presentes em seu ESF, além de adotar 2 diretivas e 4 guias do próprio Banco. Nacionalmente o projeto também se alinha com 24 e 25 leis e regulamentações indianas, no projeto de Baddi Sai Ramshahar e Dadhol Ladrour respectivamente. Vale nota que a agência implementadora apresenta ainda algumas certificações como o ISO 9001:2008 ou o ISO 14001:2004. Pouco se apresenta de concreto em termos de padrões internacionais, ressaltando-se somente que o próprio</p>

BM pode ser visto como uma fonte desses padrões.

---

### Inclusão de outras políticas, planos e programas (PPPs) relevantes

---

Outras PPPs foram incluídas principalmente nas questões tribais alinhando-se com o *Chief Minister's ten-point programme*, e na aquisição de terras com o programa *Mahatma Gandhi National Rural Employment Guarantee Act*. Ademais o projeto integra um programa maior, o PMGSY.

Pouco se trouxe de inclusão de PPPs, salvo na questão de gênero, articulando-se programas nacionais e internacionais. O projeto ainda servirá de lançamento para projeto maior do Governo de HP.

---

### Consulta de autoridades na área

---

Reportou-se que autoridades e especialistas foram consultados para averiguar preocupações e percepções de impactos sociais do projeto, mas sem maiores detalhes. Em alguns pontos específicos também se cita a participação de autoridades, seja na contratação de staffs, em inspeções de campo e pesquisa ou no acompanhamento de questões tribais.

Reportou-se que autoridades e especialistas foram consultados para averiguar preocupações e percepções de impactos sociais do projeto, mas sem maiores detalhes. Em alguns pontos específicos também se cita a participação de autoridades, seja na contratação de staffs, em auditorias etc.

---

### Consulta pública e divulgação de informações

---

Foram realizadas 7 consultas compreendendo 175 pessoas além de outras discussões informais foram realizadas. Essas consultas trouxeram alguns problemas, percepções e sugestões acerca do projeto - nos anexos dos documentos existem com os registros das consultas e listas de presença. Criou-se um GRC para atender reclamações.

Foram realizadas 32 consultas, 20 em Baddi Sai Ramshahar e 12 em Dadhol Ladrou, compreendendo um total de grupos focais composto por 250 homens e 218 mulheres - existindo consultas separadas para grupos vulneráveis. Essas consultas tiveram por objetivo informar a população sobre o projeto assim como trazer problemas, percepções e sugestões acerca do projeto - existe nos documentos somente o registro de presença dessas consultas. Criou-se um GRM para atender reclamações.

---

### Identificação dos principais impactos

---

Impactos foram associados a quatro pontos: à seleção do local;

Impactos foram enquadrados dentro dos diferentes ESS do



ao design do projeto; à construção e; às operações e manutenção. Tendo sido identificados e detalhados um total de 17 no ESIA, além de se apresentar sumarizado outros possíveis riscos no ESMP.

Banco, tendo sido identificados e detalhados cerca de 20 pontos por projeto no ESIA, além de se apresentar sumarizado outros possíveis riscos no ESMP.

---

### Proposta de Medidas de Mitigação

---

Apresenta ordem de prioridade de ações: eliminar; reduzir; regular e; contrabalançar. No ESIA, quando apresentado os riscos, as propostas de mitigação compreendem entre 3 e 8 medidas a serem adotadas - alguns riscos apontados não apresentavam medidas de mitigação, ou apresentavam medidas muito fracas. No EMP 63 medidas foram apontadas para os diferentes riscos e fases do projeto.

Apresenta ordem de prioridade de ações: antecipar; minimizar; mitigar e; compensar. No ESIA, quando apresentados os riscos, as propostas de mitigação compreenderam em média 3,85 medidas a serem adotadas - alguns riscos apontados não apresentavam medidas de mitigação, ou apresentavam medidas muito fracas. No ESMP 59 e 60 medidas de mitigação para o projeto de Dadhol-Ladrour e Baddi-Sai-Ramshahr respectivamente.

---

### Descrição de indicadores de avaliação

---

Divididos em três grandes grupos relativos à qualidade do ar ambiental, da água e do barulho. Contabilizam-se 15 indicadores e parâmetros de avaliação.

Divididos em três grupos relativos à condição ambiental; gestão ambiental e; desempenho operacional. Contabilizam-se 19 parâmetros de avaliação, com maior detalhamento para os relacionados ao ar, água barulho e solo - esses últimos sendo os únicos com os *standarts* a serem usados na avaliação.

---

### Estudo de alternativas ao projeto

---

Não apresenta qualquer estudo de alternativas ao projeto.

Apresentou-se tanto uma comparação da alternativa com e sem projeto, quanto alternativas para abarcar alguns problemas específicos.

Fonte: Elaborada pelo autor com base em AIIB, 2017; GSRRDA, 2017a; GSRRDA, 2017b; KISS, 2020a, 2020b, 2020c, 2020d, 2020e, 2020f; MITIKU, 2020a, 2020b; RAI, 2020; R&BD, 2017

Ao se fazer a análise dos instrumentos de ESA utilizados nesses dois projetos, nota-se então que, principalmente no caso do ESIA, ESMP e ESMF há muitas semelhanças na forma e conteúdo dos instrumentos desses dois bancos – tendo em conta somente o menor nível de detalhamento presente nos documentos do AIIB, reflexo direto da sua própria extensão-, o que pode ser compreendido como um transbordamento do isomorfismo institucional observado nos ESF por Grasow e Price (2019). Essas semelhanças são encontradas principalmente na identificação dos principais impactos e as respectivas propostas de avaliação e em alguns indicadores de avaliação ambiental. No que concerne a isomorfismos por parte do AIIB é imprescindível pontuar que ele ainda incorpora integralmente um manual do IFC, o *IFC EHS Guidelines on Occupational Health and Safety*.

Contudo, também se faz necessário pontuar algumas diferenças que o AIIB apresenta em comparação ao BM, uma das mais importantes é o fato do projeto Gujarat Rural Roads (MMGSY) não apresentar qualquer estudo de alternativas ao projeto, estudo esse que tem uma seção própria nos instrumentos do BM. Ademais, nas coletas de dados de linha de base, nota-se que, por mais que os dados coletados sejam similares (aspectos físicos e sociais com maior ênfase para os físicos), o nível de detalhamento do BM é muito superior, seja por fazer a coleta em regiões dentro de um raio de 15 km do projeto, seja pelas fontes utilizadas, uma vez que dentro das fontes usadas pelo AIIB tem-se, dentre outras, um Censo de 2001 – mais de 15 anos defasado no momento de aprovação do projeto -, e uma página da Wikipedia.

Além disso, o projeto do AIIB se integra mais a PPPs nacionais que o BM, no caso, nota-se por exemplo os programas *Chief Minister's ten-point programme*, o *Mahatma Gandhi National Rural Employment Guarantee Act*. e o PMGSY, ao passo que o projeto do BM quase não toca nessa questão. E, por mais que exista ligeira diferença entre o número de leis nacionais e permissões levadas em conta nos projetos, somente no caso do BM se salienta o fato de (KISS, 2020a, p. 49; RAI, 2020, p. 48) “*In the event of any conflict or inconsistency between the provisions of this GOI, GoHP and RPF and the provisions of World Bank's ESF, the provisions of the ESF shall prevail*”. O que enfatiza a ideia de que o AIIB está agindo em maior respeito e integração as políticas domésticas dos países mutuários

Para além disso outras diferenças também valem ser notadas, como nas consultas públicas do BM existirem dados desagregados por gênero, mas, ao mesmo tempo, os instrumentos do AIIB terem uma maior transparência das consultas por apresentarem as notas feitas durante as mesmas pelos consultores – por mais que essas notas sejam breves e poucas vezes em inglês.

**Conclusão:** Após análise geral de todos os projetos aprovados pelo AIIB e pelo BM entre os anos de 2017 e 2020 cujo mutuário foi a Índia – no caso do BM os projetos regidos pelo novo ESF -, e uma segunda análise mais detalhada do conteúdo dos instrumentos utilizados para a realização das ESAs de um projeto de cada banco, as conclusões a que se caminha esse trabalho dialogam fortemente com a literatura que coloca o AIIB como um banco de via média (BORQUEZ; FARAN, 2019; LIANG, 2020; ZHAO; GOU; LI, 2019; ZHU 2020).

Apesar de existirem alguns padrões que passam a ser incorporados dentro do AIIB, como o formato do ESIA, ESMP, ESMF etc. do BM e mesmo a incorporação direta de instrumentos do BM, como o *IFC EHS Guidelines on Occupational Health and Safety*, é possível ver que a atuação do AIIB passa a permear alguns nichos que o BM não comporta. Esses nichos podem então ser entendidos como as inovações trazidas pelo novo banco, sejam essas inovações o foco em infraestrutura, os empréstimos para projetos de portes, o maior respeito e integração de PPPs do mutuário ou a “redução” da complexidade dos instrumentos de análise socioambiental desses projetos.

**Agradecimentos:** O trabalho foi financiado por uma bolsa de pesquisa PIBIC-CEPE.

### Referências:

ASIAN INFRASTRUCTURE INVESTMENT BANK. Environmental and Social Framework. 2016. Disponível em: [https://www.aiib.org/en/policies-strategies/\\_download/environment-framework/Final-ESF-Mar-14-2019-Final-P.pdf](https://www.aiib.org/en/policies-strategies/_download/environment-framework/Final-ESF-Mar-14-2019-Final-P.pdf) Acesso em 10/02/2021.

ASIAN INFRASTRUCTURE INVESTMENT BANK. Members of the bank. Atual. 2021a. Disponível em: <https://www.aiib.org/en/about-aiib/governance/members-of-bank/index.html>. Acesso em: 15/01/2021.

ASIAN INFRASTRUCTURE INVESTMENT BANK. PROJECT DOCUMENT OF THE THE ASIAN INFRASTRUCTURE INVESTMENT BANK Republic of India Gujarat Rural

Roads (MMGSY) Project. 2017. Disponível em: [https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/\\_download/India/document/MMGSY\\_Project\\_document.pdf](https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/_download/India/document/MMGSY_Project_document.pdf). Acesso em: 06/04/2021

ASIAN INFRASTRUCTURE INVESTMENT BANK. Project List. Atual. 2021b. Disponível em: <https://www.aiib.org/en/projects/list/index.html?status=Approved>. Acesso em: 15/01/2021.

AGOL, Dorice; LATAWIEC, Agnieszka. E; STRASSBURG, Bernardo B.N.. Evaluating impacts of development and conservation projects using sustainability indicators: Opportunities and challenges. In: Environmental Impact Assessment Review 48, 2014 (pp. 1 - 9).

BAUMANN, Renato. Os novos bancos de desenvolvimento: independência conflitiva ou parcerias estratégicas?. In: Rev. Econ. Polit. [online], vol.37, n.2, 2017 (pp. 287-303).

BEESON, Mark; XU, Shaomin. China's evolving role in global governance: The AIIB and the limits of an alternative international order. In: K. Zeng (Ed.), Handbook of the international political economy of China, 2019 (pp. 345-360). (Handbooks of Research on International Political Economy series). Edward Elgar Publishing.

BORQUEZ, Andre; NARU, Faran. El Banco Asiático de Inversión en Infraestructura apuntando al camino del medio: uniéndose a las filas de los Bancos Multilaterales de Desarrollo, pero con características chinas. In: estudos internacionais • Belo Horizonte, v. 7, n. 3, dezembro 2019 (pp 103 - 120).

ESTEVES, Ana Maria; FRANKS, Daniel; VANCLAY, Frank. Social impact assessment: the state of the art. In: Impact Assessment and Project Appraisal, 2012 (pp. 34-42).

FISCHER, Thomas B. The Theory and Practice of Strategic Environmental Assessment: Towards a More Systematic Approach (1st ed.). Routledge. 2007

GUJARAT STATE RURAL ROAD DEVELOPMENT AGENCY (GSRRDA). Environmental and Social Management Framework for Gujarat Rural Roads (MMGSY) Project. 2017a. Disponível em: [https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/\\_download/India/ESMF\\_MMGSY\\_Gujarat.pdf](https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/_download/India/ESMF_MMGSY_Gujarat.pdf). Acesso em: 10/04/2021.

GUJARAT STATE RURAL ROAD DEVELOPMENT AGENCY (GSRRDA). Tribal Population Planning Framework for Gujarat Rural Roads (MMGSY) Project. 2017b. Disponível em: [https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/\\_download/India/TPPF\\_MMGSY\\_Gujarat.pdf](https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/_download/India/TPPF_MMGSY_Gujarat.pdf). Acesso em: 10/04/2021.

GLASSON, John; THÉRIVEL, Riki; CHADWICK, Andrew. Introduction to environmental impact assessment. 2012

GRANSOW, Bettina; PRICE, Susanna. Social Risk Management at AIIB - Chinese or International Characteristics?. In: J OF CHIN POLIT SCI 24, 2019 (pp. 289-311).

HAMEIRI, Shahar; JONES, Lee. China challenges global governance?. In: Chinese international development finance and the AIIB, International Affairs, Volume 94, Issue 3, May 2018 (pp. 573–593).

LIANG, Wei. China's Institutional Statecraft under Xi Jinping: Has the AIIB Served China's Interest? In: Journal of Contemporary China. 2020

KELLERMAN, Miles. The proliferation of multilateral development banks. In: The Review of International Organizations, Springer, vol. 14(1), March 2019 (pp. 107-145).

KISS, Agnes I. Baddi-Sai-Ramshahr (Km 11.500 to 45.00) Revised Environmental and Social Impact Assessment Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020a. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/168001580339154446/Revised-Environmental-and-Social-Impact-Assessment-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

KISS, Agnes I. Baddi-Sai-Ramshahr (Km 11.500 to 45.00) Revised Environmental and Social Management Plan (ESMP) Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020b. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/243251580811664116/Revised-Environmental-and-Social-Management-Plan-ESMP-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

KISS, Agnes I. Dadhol-Ladrour (Km 0.00 to KM 13.500) Revised Environmental and Social Management Plan (ESMP) Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020c. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/921971580521260353/Revised-Environmental-and-Social-Management-Plan-ESMP-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

KISS, Agnes I. Resettlement Framework Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020d. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/386871586197132224/Resettlement-Framework-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

KISS, Agnes I. Resettlement Plan Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020e. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/911341586196573938/Resettlement-Plan-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

KISS, Agnes I. Revised Gender-Based Violence (GBV) Assessment Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020f. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/363131580519175257/Revised->

Gender-Based-Violence-GBV-Assessment-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328 Acesso em: 08/05/2021

MITIKU, Tesfamichael Nahusenay. 2020a. Appraisal Environmental and Social Review Summary (ESRS) - Himachal Pradesh State Roads Transformation Project - P163328 (English). Washington, D.C.: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/909331578594051314/Appraisal-Environmental-and-Social-Review-Summary-ESRS-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

\_\_\_\_\_. 2020b. Environmental and Social Commitment Plan (ESCP) - Himachal Pradesh State Roads Transformation Project - P163328 (English). Washington, D.C.: World Bank Group. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/737551578594016833/Environmental-and-Social-Commitment-Plan-ESCP-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

RAI, Rajendra. Dadhol-Ladrour (Km 0.00 to KM 13.500) Revised Environmental and Social Impact Assessment Himachal Pradesh State Roads Transformation Project (P163328) (English). Washington, D.C.: World Bank Group. 2020. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/484701581697954850/Revised-Environmental-and-Social-Impact-Assessment-Himachal-Pradesh-State-Roads-Transformation-Project-P163328> Acesso em: 08/05/2021

ROADS AND BUILDINGS DEPARTMENT (PANCHAYAT). Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) for Gujarat Rural Roads (MMGSY) Project. 2017. Disponível em: [https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/\\_download/India/environmental-social-impact-assessment.pdf](https://www.aiib.org/en/projects/approved/2017/_download/India/environmental-social-impact-assessment.pdf). Acesso em: 10/04/2021

SHELEPOV, Andrey. New and Traditional Multilateral Development Banks: Current and Potential Cooperation. In: International Organizations Research Journal 12(1), March 2017 (pp. 127-147).

STEPHEN, Matthew D.; SKIDMORE, David. The AIIB in the Liberal International Order. In: The Chinese Journal of International Politics, Volume 12, Issue 1, Spring 2019 (pp. 61-91).

TSHIBANGU, Ghislain Mwamba; MONTAÑO, Marcelo. Energy related Strategic Environmental Assessment applied by Multilateral Development Agencies – An analysis based on good practice criteria. In: Environmental Impact Assessment Review 61, 2016 (pp. 27-37)

TSHUJI, Masami. Compliance with Environmental Safeguard Policy – Comparative Analysis of Projects Financed by Asian Development Bank. In: International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 8, No. 10, October 2017 (pp. 753 – 756).

WANG, Hongying. New Multilateral Development Banks: Opportunities and Challenges for Global Governance. In: Global Policy Volume 8. Issue 1. February 2017 (pp. 113 – 118).

WORLD BANK. Environmental and social framework: Setting environmental and social standards for investment project financing. 2016. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/383011492423734099/pdf/The-World-Bank-Environmental-and-Social-Framework.pdf>. Acesso em: 12/02/2021.

WORLD BANK. Projects. Atual 2021. Disponível em: <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/projects-list>. Acesso em: 20/03/2021

WORLD BANK. World Bank Annual Report 2020. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/34406/9781464816192.pdf>. Acesso em: 01/05/2021

ZHAO, Jianzhi; GOU, Yannan; LI, Wanying. A New Model of Multilateral Development Bank: a Comparative Study of Road Projects by the AIIB and ADB. In: J OF CHIN POLIT SCI 24, 2019 (pp. 267–288).

ZHU, Jiejun. Two Approaches to Institutionalizing the New Development Assistance: A Comparative Analysis of the Operational Institutions of NDB and AIIB. In: Jing Y., Mendez A., Zheng Y. (eds) New Development Assistance. Governing China in the 21st Century. Palgrave Macmillan, Singapore, 2020 (pp. 75 – 97).

## CAPITAL ESTRANGEIRO E GERAÇÃO DE ENERGIA NA AMAZÔNIA: CONSIDERAÇÕES SOBRE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS (PCHs)

Ednilson Gomes de Souza Junior

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) –  
[ednilson.junior@yahoo.com.br](mailto:ednilson.junior@yahoo.com.br)

**RESUMO:** Com mais de 100 anos de experiência no setor, o Brasil é o segundo maior produtor de energia hidrelétrica no mundo, ficando atrás apenas da China. Atualmente, o país possui 1370 hidrelétricas em operação, sendo 426 denominadas Pequenas Centrais Hidrelétricas, com potência entre 5 e 30 MW. Buscando contribuir para o avanço do debate sobre a expansão das PCHs no território brasileiro e entender como o capital estrangeiro está se apropriando dos recursos amazônicos, este trabalho tem como objetivo identificar e mapear as empresas que controlam as PCHs na Amazônia, partindo de uma análise da estrutura acionária de cada uma delas, utilizando como base de pesquisa os bancos de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica. O mapeamento apontou que cerca de 18% das PCHs são controladas pela Itália, Canadá e França.

**Palavras-Chave:** Amazônia; Pequenas Centrais Hidrelétricas; Energia Hidrelétrica; Privatização, Estrangeirização

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735105>



**ABSTRACT:** With over 100 years of experience in the sector, Brazil is the second largest producer of hydroelectric energy in the world, second only to China. Currently, the country has 1370 hydroelectric plants in operation, 426 of which are called Small Hydropower Plants, with power between 5 and 30 MW. Seeking to contribute to the advancement of the debate on the expansion of SHPs in the Brazilian territory and to understand how foreign capital is appropriating Amazon resources, this paper aims to identify and map the companies that control SHPs in the Amazon, starting from an analysis of the shareholding structure of each one of them, using as a research base the databases of the National Electric Energy Agency. The mapping showed that about 18% of SHPs are controlled by Italy, Canada and France.

**Keywords:** Amazon; Small Hydropower Plants; Hydroelectric Energy; Privatization, Foreignization

**Introdução:** Com mais de 100 anos de experiência no setor, o Brasil é o segundo maior produtor de energia hidrelétrica no mundo, ficando atrás apenas da China (IHA, 2020). Atualmente, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o país possui 1370 hidrelétricas em operação, sendo 219 Usinas Hidrelétricas (UHE), com potência superior a 30 MW, 426 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), com potência entre 5 e 30 MW, e 725 Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), com potência inferior a 5 MW (ANEEL, 2021a).

Na Amazônia, maior bacia hidrográfica do mundo, a história da exploração hidrelétrica tem início na década de 1970 (ATHAYDE *et al.*, 2019) e se desenvolve ligada à construção de grandes usinas, como Belo Monte, no Pará, e Santo Antônio e Jirau, em Rondônia. Mas seguindo uma tendência observada em todo o Brasil, a região também vivenciou a instalação acelerada das pequenas usinas a partir dos anos 2000, enquanto as grandes hidrelétricas apresentaram um crescimento menos acelerado. Este crescimento é fruto de grandes investimentos do Governo Federal, por meio da criação de programas como o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), além de financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que entre 2002 e 2020, investiu bilhões na construção, ampliação e repotenciação de usinas em todo o País (SOUZA JR, 2021).

Mesmo com o crescimento na instalação de PCHs observado nos últimos 20 anos, o debate acadêmico sobre o tema ainda é muito incipiente, ao contrário do observado no caso das grandes usinas, em que existem milhares de artigos, dissertações e teses publicadas (ATHAYDE *et al.*, 2019; COUTO; OLDEN, 2018; SOUZA JR, 2021). Neste trabalho, buscamos contribuir para o avanço do debate sobre a expansão das PCHs no território brasileiro, mas jogando luz sobre um tema ainda menos estudado: as empresas que controlam as pequenas usinas. Os resultados apresentados neste resumo são parte da pesquisa de doutorado do autor, intitulada “O Grande Negócio das Pequenas Usinas: Quem contra as PCHs no Brasil?”, que analisou o controle de 430 pequenas usinas em operação em todo o país, apontando que mais de 90% delas pertencem ao capital privado (SOUZA JR, 2021). Aqui, com um recorte territorial reduzido, o objetivo é mapear quem são os proprietários das PCHs em operação na Amazônia, tanto na delimitação do bioma, quanto da Amazônia Legal, buscando identificar a presença do capital estrangeiro.

**Material e Métodos:** Para o mapeamento dos proprietários, as técnicas utilizadas foram as pesquisas documental e bibliográfica. As etapas da pesquisa foram: I – Levantamento das PCHs em operação na Amazônia, através do ‘Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA)’, que disponibiliza informações referentes a todas as fontes de geração em operação, construção e construção não iniciada em todo o Brasil (ANEEL, 2021a); II – Análise da estrutura acionária de cada PCH, com informações disponíveis no portal ‘Participação Acionária das Empresas de Geração de Energia Elétrica’, também da ANEEL (ANEEL, 2021c); e III – Consulta aos sites das empresas, além de portais de notícias, artigos e outras fontes secundárias. Esta etapa foi a que apresentou a maior limitação da pesquisa, devido à pouca ou nenhuma informação disponível na internet sobre algumas empresas, principalmente as que possuem apenas uma PCH.

**Resultados e Discussão:** O debate sobre a estrangeirização da terra, compreendida como o processo de “apropriação do território – multidimensional e multiescalar – por agentes (trans) nacionais, cujo objetivo é a alienação do território para atender as demandas do capital externo e para a garantia de sua acumulação”,

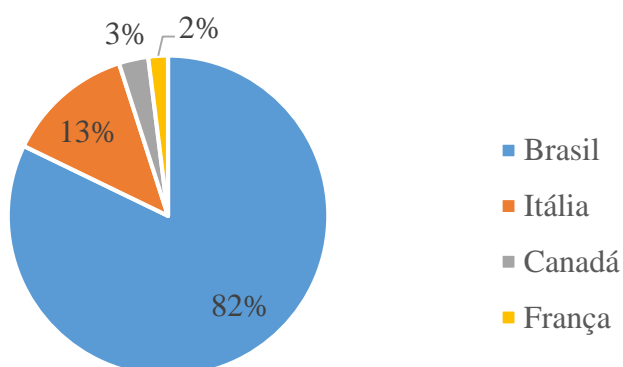
ganhou notoriedade no século XXI, mas suas raízes são mais antigas e fazem parte da formação socioespacial da América Latina (PEREIRA, 2019, p. 72). No território amazônico, Herrera (2016, p. 137), aponta que a estrangeirização ocorreu sob a promessa de implementação de um modelo de integração regional, mas que na verdade, resultou na formação de uma “área de livre acesso ao capital mundial”, facilitando a expansão do setor privado nesta região por meio de conglomerados econômicos nacionais e internacionais. O resultado não foi a integração e desenvolvimento da região, mas a dominação e exploração predatória dos recursos, a degradação ambiental e diversos conflitos envolvendo os povos da floresta.

Historicamente, durante o processo de privatização do setor elétrico brasileiro iniciado na década de 1990, o capital privado internacional se fez presente na aquisição de diversos ativos, como a empresa de geração Cachoeira Dourada (GO), comprada pela chilena Endesa e pela peruana Edgel, a GERASUL (RS), comprada pela belga Tractebel, a CESP-Paranapanema (SP), comprada pela americana Duke Energy, e a CESP-Tietê (SP), comprada pela americana AES em parceria com a belga Gerasul (BERMANN, 2001). Décadas depois, o país continua sendo alvo de investimentos estrangeiros no setor, desempenhando um importante papel na estratégia de empresas que buscam expandir seus negócios.

Atualmente, existem 101 PCHs operando no território amazônico, o que representa cerca de 24% de todas as PCHs em operação no Brasil. O mapeamento dos proprietários revelou que 100% das pequenas hidrelétricas estão sob o controle do capital privado, sendo que 18% delas pertencem a empresas estrangeiras: Engie, Brookfield e Eneel (Gráfico 01). A título de informação, cabe destacar que a nível nacional, o mapeamento apresentado por Souza Jr (2021) revelou que 12 países controlam um total de 122 PCHs no Brasil, tendo o Canadá e a China no topo do ranking, com 34 PCHs cada.

Figura 1 – Origem das empresas que controlam PCHs na Amazônia

### Origem das empresas que controlam PCHs na Amazônia



Fonte: Elaborado pelo autor7

Na sequência, a Tabela 1 apresenta a lista de proprietários, o total de PCHs e MW que cada um controla, além dos estados em que estão presentes e, em seguida, serão traçadas breves considerações sobre cada empresa.

Tabela 1 – PCHs controladas pelo capital estrangeiro na Amazônia

País	Proprietário	PCH	Capacidade Instalada (MW)	Estado
França	Engie	Engenho José Gelásio da Rocha	24.4	MT
		Rondonópolis	26.6	MT
Canadá	Brookfield	Salto Corgão	27.0	MT
		Salto	19.0	MT
		Sacre 2	30.0	MT
Itália	Eneel	Alto Araguaia	0.8	MT
		Alto Paraguai	1.6	MT
		Casca III	12.4	MT
		Primavera	8.1	MT
		São Domingos	2.4	MT
		Casca II	3.5	MT
		Culuene	1.7	MT
		Braço Norte	5.1	MT
		Poxoréo	1.2	MT
		Cabeça de Boi	30.0	MT
		Da Fazenda	27.0	MT
		Agro Trato	14.0	TO
Isamu Ikeda	27.6	TO		

---

Total de MW	262.7
-------------	-------

Fonte: Elaborado pelo autor

**Eneel (Itália):** A Eneel é a maior controladora estrangeira de PCHs na Amazônia, com um total de 13 pequenas usinas, e se denomina também como a maior empresa privada do setor elétrico brasileiro e líder no desenvolvimento de fontes renováveis de energia no país. Em 2006, a empresa adquiriu 11 PCHs da Rede Empresas de Energia Elétrica e suas controladas Rede Power do Brasil e Tocantins Energia, no valor de R\$ 450 milhões (O GLOBO, 2006). Atualmente, além das PCHs, possui a maior planta solar do Brasil, no Estado do Piauí, uma UHE e uma usina termelétrica (ENEL, 2021). Uma característica importante da ENEL é que ela atua em toda a cadeia energética, ou seja, na geração, distribuição, transmissão e comercialização da energia.

**Brookfield (Canadá):** Apesar de possuir apenas três PCHs em território amazônico, a canadense Brookfield é a empresa que detém o maior número de PCHs em operação no país, 34 no total (SOUZA JR, 2021). A empresa nasceu no Brasil, há mais de cem anos, fundada por dois investidores canadenses, sendo a primeira fornecedora de serviços de transporte e eletricidade do país, responsável por lançar os primeiros bondes elétricos de São Paulo e do Rio de Janeiro (MELO, 2018). Em seu site, afirma estar presente em 30 países e possuir mais de 200 usinas hidrelétricas, com capacidade instalada de 7.800 MW. Além disso, também atua nos ramos de infraestrutura, energias renováveis e investimentos imobiliários (BROOKFIELD, 2021). A empresa tem aproveitado a crise na economia brasileira para comprar negócios de outras empresas em apuros e assim expandir sua atuação no Brasil, já tendo investido quase R\$ 27 bilhões no país entre os anos de 2013 e 2018 (ISTOÉ, 2017; MELO, 2018). Além da aquisição de diversas PCHs já em operação no país (ENERGISA, 2014; EXAME, 2015; PEREIRA, 2011; TEIXEIRA, 2015), a empresa também atua na construção de novas usinas (FUENTEFRIA, 2011; PM RIBAS DO RIO PARDO, 2017).

**Engie (França):** A francesa ENGIE, que possui duas PCHs na Amazônia, é uma multinacional que atua no setor de energias renováveis e na produção térmica com baixas emissões de CO<sub>2</sub>, além de se intitular como a maior produtora independente de energia do mundo e a maior produtora privada de energia elétrica do Brasil. A ENGIE

Brasil possui capacidade instalada de 10.211MW, obtida por um parque de geração composto por em 61 usinas, das quais quase 90% são provenientes de fontes renováveis e com baixas emissões de gases do efeito estufa (ENGIE, 2021).

**Conclusão:** O trabalho aqui apresentado buscou identificar a presença do capital estrangeiro no controle das PCHs em operação na Amazônia, apontando a presença de três empresas ligadas à França, Canadá e Itália. Estes números alertam para a privatização e perda de soberania sobre a água, importante não só para o crescimento econômico e estratégico do país, mas também para a reprodução cultural de muitas comunidades que vivem às margens do desenvolvimento capitalista, representando a entrega da nossa maior riqueza natural nas mãos de quem prioriza o lucro, sem nenhum compromisso social. Com o aumento da escassez hídrica em diversas partes do mundo, o capital estrangeiro encontra no Brasil uma oportunidade de se apropriar destas reservas, encontrando facilidades para chegar e se instalar. Enquanto o lucro gerado com o barramento de centenas de rios é direcionado ao setor privado e a outros países, os impactos e conflitos são genuinamente públicos e brasileiros, estando associados principalmente aos povos originários e comunidades tradicionais de nosso país.

**Agradecimentos:** O autor agradece à UENF e à FAPERJ pelo financiamento desta pesquisa, por meio da concessão de bolsa de doutorado no período de 2017 a 2021.

### Referências:

ANEEL. Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA. 2021a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllWjIYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

\_\_\_\_\_. Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA. 2021b. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllWjIYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>>. Acesso em: 25 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. Participação Acionária das Empresas de Geração de Energia Elétrica. 2021c. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/paracemp/apl/APL.NEW/PAE\\_vMKR\\_ParticipacaoAcionariaUsinaslist.asp?cmd=search&t=vMKR\\_ParticipacaoAcionariaUsinas&z\\_USINA=LIKE&x\\_USINA=&v\\_USINA=AND&w\\_USINA=LIKE&y\\_USINA=&z\\_GrupoEconomico=LIKE&x\\_GrupoEconomico=&v\\_GrupoEconomico=AND&w](http://www2.aneel.gov.br/paracemp/apl/APL.NEW/PAE_vMKR_ParticipacaoAcionariaUsinaslist.asp?cmd=search&t=vMKR_ParticipacaoAcionariaUsinas&z_USINA=LIKE&x_USINA=&v_USINA=AND&w_USINA=LIKE&y_USINA=&z_GrupoEconomico=LIKE&x_GrupoEconomico=&v_GrupoEconomico=AND&w)>.

ATHAYDE, S. *et al.* Mapping research on hydropower and sustainability in the Brazilian Amazon: advances, gaps in knowledge and future directions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 2019. v. 37, p. 50-69. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877343518300769>>.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: para quê? para quem? Crises e alternativas para um país sustentável.** São Paulo: Livraria da Física, 2001.

BROOKFIELD. Energia Renovável. 2021. Disponível em: <<https://www.brookfield.com/pt-br/nossas-empresas/energia-renovavel>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

COUTO, T. B. A.; OLDEN, J. D. Global proliferation of small hydropower plants – science and policy. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 2018. v. 16, n. 2, p. 91-100.

ENEL. Enel no Brasil. 2021. Disponível em: <<https://www.enel.com.br/pt/quemsomos/a201611-enel-brasil.html>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ENERGISA. Energisa vende ativos de Geração para a Brookfield por R\$ 1,4 Bilhão. **ENERGISA**, 2014. Disponível em: <<http://grupoenergisa.com.br/paginas/noticia.aspx?id=37>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

ENGIE. Sobre a Engie Brasil. 2021. Disponível em: <<https://www.engie.com.br/institucional/sobre-a-engie/>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

EXAME. Brookfield avança em energia com compra de usinas da EDP. **Revista Exame**, 2015. Disponível em: <<https://exame.com/negocios/brookfield-avanca-em-energia-com-compra-de-usinas-da-edp/>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

FUENTEFRIA, L. Estado terá novas PCHs em operação em até dois anos. **Jornal do Comércio**, 2011. Disponível em: <<https://www.jornaldocomercio.com/site/noticia.php?codn=69648>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

HERRERA, J. A. A estrangeirização de terras na Amazônia Legal brasileira entre os anos 2003 e 2014. **Revista Campo-Território**, 2016. v. 11, n. 23, p. 136-164.

IHA. **2020 Hydropower Status Report - Sector trends and insights.** International Hydropower Association. Disponível em: <[https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2019\\_hydropower\\_status\\_report\\_0.pdf](https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2019_hydropower_status_report_0.pdf)>.

ISTOÉ. Brookfield avança com Lava Jato e 'pechinchas'. **Revista Istoé**, 2017. Disponível em: <<https://istoe.com.br/brookfield-avanca-com-lava-jato-e-pechinchas/>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MELO, L. Quem é a Brookfield, a empresa canadense que investiu quase R\$ 27 bilhões no Brasil em 5 anos. **G1**, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/quem-e-a-brookfield-a-empresa-canadense-que-investiu-quase-r-27-bilhoes-no-brasil-em-5-anos.ghtml>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

O GLOBO. Enel compra 11 pequenas centrais hidrelétricas no Brasil. 2006. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/enel-compra-11-pequenas-centrais-hidreletricas-no-brasil-4580916>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PEREIRA, L. I. Estrangeirização da Terra no Brasil: Notas Teóricas e Metodológicas. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, 2019. v. 15, n. 29, p. 71-92.

PEREIRA, R. Bertin vende usina de 30 MW para Brookfield Energia. **Estadão**, 2011. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,bertin-vende-usina-de-30-mw-para-brookfield-energia-imp-,712957>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PM RIBAS DO RIO PARDO. Paulo Tucura se reúne com analistas da Brookfield para tratar sobre geração de energia. **Prefeitura Municipal de Ribas do Rio Pardo**, 2017. Disponível em: <<https://www.ribasdoriopardo.ms.gov.br/imprensa/noticias/gabinete-do-prefeito/paulo-tucura-se-reune-com-analistas-da-brookfield-para-tratar-sobre-geracao-de-energia>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA JR, E. G. **O Grande Negócio das Pequenas Hidrelétricas: Quem controla as PCHs no Brasil?** [Tese de Doutorado] Programa de Pós-Graduação em Políticas Sociais: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes/RJ, 2021.

TEIXEIRA, P. A. Brookfield viabilizou três PCHs no leilão A-5. **Canal Energia**, 2015. Disponível em: <<https://www.canalenergia.com.br/noticias/4931830/brookfield-viabilizou-tres-pchs-no-leilao-a5>>. Acesso em: 15 jan. 2021.



# TÉCNICAS DE INFRAESTRUTURA NA CONSTRUÇÃO DA REPRESA GUARAPIRANGA E SEU IMPACTO NO TERRITÓRIO

Carlos César Leonardi<sup>1</sup>

1 – Carlos César Leonardi. Universidade de São Paulo. [cesar.leonardi82@gmail.com](mailto:cesar.leonardi82@gmail.com)

**RESUMO:** O trabalho tem o objetivo de recuperar a história da transformação do espaço urbano da cidade de São Paulo por meio de grandes projetos de engenharia e das técnicas utilizadas, valendo-se da análise da construção da represa Guarapiranga no início do século XX, voltada para a produção de energia elétrica. O projeto foi desenvolvido e articulado pela companhia Light em um território localizado, administrativamente, no município de Santo Amaro, ao sul da Capital paulista. A importância dessa análise reside no fato de aferir a complexa relação existente entre os processos de atuação técnica de infraestrutura e os territórios a serem transformados por esses processos intervencionistas, os quais são suportes do desenvolvimento econômico territorial onde se instalam. Os impactos ambientais, advindos das obras, perpassaram pelo deslocamento populacional, pelas alterações da paisagem, pela destruição das memórias coletivas, atreladas ao território ocupado, e revelaram a dimensão interdisciplinar quando pretende-se analisar os aspectos socioambientais, estes interdependentes na conformação espacial. Para tanto, fez-se um estudo a partir de documentos escritos e imagéticos pertencentes ao arquivo da extinta Light, da revisão bibliográfica existente e da confrontação do uso das técnicas empregadas na construção da Guarapiranga com o espaço urbano central da Capital Federal do país, que passava por um movimento de modernização e adequação ao momento histórico nas décadas iniciais do século XX.

**Palavras-Chave:** Espaço urbano; Represa Guarapiranga; Técnica; Hidrelétrica.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735111>

**ABSTRACT:** The work aims to recover the history of the transformation of urban space in the city of São Paulo through large engineering projects and the techniques used, drawing on the analysis of the construction of the Guarapiranga dam in the early 20th century, aimed at the production of electricity. The project was developed and articulated by the company Light in a territory located, administratively, in the municipality of Santo Amaro, south of the capital of São Paulo. The importance of this analysis lies in the fact that it assesses the complex relationship that exists between the processes of technical performance of infrastructure and the territories to be transformed by these interventionist processes, which support the territorial economic development where they are installed. The environmental impacts arising from the works permeated through population displacement, changes in the landscape, the destruction of collective memories, linked to the occupied territory, and revealed the interdisciplinary dimension when it is intended to analyze the social and environmental aspects, these interdependent in spatial conformation. Therefore, a study was made from written and image documents belonging to the archive of the extinct Light, the existing literature review and the confrontation of the use of techniques employed in the construction of Guarapiranga with the central urban space of the Federal Capital of the country, which it was undergoing a movement of modernization and adaptation to the historical moment in the early decades of the 20th century.

**Keywords:** Urban space; Guarapiranga Dam; Technique; Hydroelectric.

**INTRODUÇÃO:** A formação das cidades sempre esteve associada a presença das águas que permitiam supri-las nas diversas necessidades da sua população. Em São Paulo não foi diferente e a apropriação das águas do rio Guarapiranga e seus afluentes, no início do século XX, foi pensada e articulada para a produção de energia elétrica, em uma cidade que crescia rapidamente (RADESCA, 1958).

Os processos econômico e social exigiam a produção e o fornecimento de energia de modo mais eficiente, o que ensejou o represamento do Guarapiranga pela empresa canadense *The São Paulo Tramway, Light and Power Company Ltd.*

A Light foi fundada em 1899, em Toronto, exclusivamente para explorar as

atividades de transporte público na cidade de São Paulo por meio de energia elétrica, o que levou a empresa a produzir, a partir da hidreletricidade, a força motriz para os seus bondes elétricos. O objetivo era atender as atividades econômicas que se desenvolviam na capital paulista e auferir grandes lucros (SOUZA, 1982).

As obras de construção para o represamento do rio Guarapiranga, e outros cursos d'água que para ele fluíam, ocorreram entre os anos de 1906 e 1909 e deu-se em território do extinto município de São Amaro, ao sul da cidade de São Paulo. A construção da represa de Santo Amaro, denominada posteriormente de Guarapiranga, estava inserida no contexto de dinamizar as atividades econômicas urbanas e na utilização dos usos múltiplos das águas como fonte geradora para a produção de energia, a fim de atender a urbanidade de São Paulo.

Para a construção da represa Guarapiranga foi utilizada a técnica do desmonte hidráulico de encostas, cujo princípio técnico não era novidade no Brasil, pois já fora empregado no período colonial para a mineração de pedras e metais preciosos, contudo, utilizando-se de rodas d'água como potência motora (PATACA, 2017).

As ações da empresa na construção e administração das suas obras produziram uma série de alterações no território, modificando a paisagem da região e transformando o espaço geográfico nas suas relações socioambientais.

Tais processos técnicos de engenharia, que envolviam a construção de represas e usinas hidrelétricas, reconfigurariam a cidade de São Paulo e sua região de influência próxima em um complexo sistema de produção e consumo energético, muito conferido na documentação elaborada dos relatórios técnicos, mapas e plantas de engenharia e arquitetura, além de matérias jornalísticas e de propaganda política dos feitos do poder público e da companhia (SÁVIO, 2015).

As obras da represa também geraram subsídios para os estudos e a elaboração de artigos didáticos nas revistas das politécnicas, alguns utilizados neste trabalho, pois muitos cursos de engenharias estavam sendo reformulados ou instalados na cidade.

Nesse sentido, procurar acompanhar as apropriações territoriais promovidas pela Light em suas técnicas construtivas, mais precisamente naquelas empregadas na construção da Guarapiranga, a primeira grande represa para São Paulo, revela a

dinâmica da transformação espacial atrelada ao desenvolvimento do capital.

Além disso, fomenta a necessidade da emergência de uma compreensão interdisciplinar nas diversas ações que propiciaram a transformação do espaço urbano, sobressaindo, neste trabalho, o viés histórico e socioambiental.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa utilizou-se das revisões de fontes bibliográficas históricas, de mapas e em registros imagéticos, por meio de fotografias da construção da represa Guarapiranga e de outras imagens que se relacionam no emprego das técnicas construtivas em períodos contemporâneos e em cidades destacadas no território nacional nas décadas iniciais do século XX.

Muitos dos materiais pesquisados pertencem ao acervo dos arquivos da Fundação Energia e Saneamento, a qual passou a ser a detentora dos documentos produzidos pela Light durante a sua atuação em São Paulo.

Esses documentos são relatórios de gestão da Light no período de construção da represa e, sobretudo, são as fotografias digitalizadas das obras com suas legendas, que nos subsidiaram na escrita deste trabalho sobre a intervenção de grande magnitude territorial, em que as técnicas de engenharia foram utilizadas para a apropriação das águas da Guarapiranga na produção energética.

A pesquisa também percorreu pelos arquivos virtuais do Instituto Moreira Salles, a fim de encontrar materiais que esclarecessem e inspirassem a compreensão de técnicas construtivas de grande impacto na transfiguração dos espaços, notadamente em fins do século XIX e início do século XX, época na qual despontavam as ações urbanísticas da chamada modernização dos grandes centros urbanos em moldes europeus (CUSTÓDIO, 2012).

**A GUARAPIRANGA NA GRANDE ESCALA DE ABORDAGEM:** A represa Guarapiranga está localizada na bacia hidrográfica do rio Tietê, no trecho do Alto Tietê, em sua margem esquerda, a qual é constituída de diversos rios e córregos, destacando o rio Pinheiros, o Tamanduateí e o Guarapiranga, este inicialmente denominado M'boy-

Guaçu (ARAUJO; SOLIA, 2014).

À época da construção da represa, entre os anos de 1906 e 1909, as terras estavam localizadas administrativamente no município de Santo Amaro, o qual foi anexado à São Paulo somente em 1935 (SÃO PAULO, 1935).

O Alto Tietê corresponde a um percurso do rio de aproximadamente 250 quilômetros, desde a sua nascente, na Serra do Mar, em Salesópolis, para além das proximidades de Santana de Parnaíba. Percorre um vale sinuoso e foi precisamente nesse trecho, na antiga Parnaíba, onde a Light construiu, em 1901, a primeira grande usina hidrelétrica por meio do aproveitamento de pequenas quedas d'água a fim de atender, inicialmente, os serviços de transporte público por trilhos da Capital, anteriormente conduzidos por tração animal (SOUZA, 1982).

Figura 1 - Demarcação da bacia hidrográfica do Alto Tietê no Estado de São Paulo



Fonte: Ferreira e Martinelli (2000, p. 83), base cartográfica. Adaptação do autor (2018).

Na representação cartográfica anterior (Figura 1) é possível observar o trajeto do rio Tietê, da sua nascente, em Salesópolis, até a sua foz, no rio Paraná. Perfaz um

trajeto no sentido noroeste, atravessando o Estado de São Paulo e não apresenta significativas quedas d'água em seu alto curso (RADESCA, 1958).

Anteriormente à construção da represa, a região vinha passando por um processo de ocupação humana e o seu território sendo alterado pelo adensamento populacional e pelas diversas obras de engenharia advindas da ocupação espacial, na qual, a grande represa sobressairia mais tarde, pois formou um grande lago e a notável mutação territorial que possibilitou a criação de uma paisagem inteiramente nova nas bordas meridionais do Planalto Paulistano (SANTOS, 1958, p. 51 e 52).

O represamento das águas foi realizado com o intuito de regularizar a vazão do rio Tietê e aumentar a capacidade de geração de energia na usina hidrelétrica localizada a jusante, em Santana de Parnaíba, a qual tinha a sua produção comprometida em épocas de estiagem (RADESCA, 1958).

Um sistema hidrelétrico de grande magnitude e impacto no território surgiu a partir das obras de engenharia, inicialmente pensadas pela Light para desenvolver o transporte urbano de São Paulo por meio de bondes elétricos, mas com o passar do tempo teve na produção e distribuição de eletricidade uma de suas principais atividades (SÁVIO, 2015).

Assim, com a construção da primeira usina hidrelétrica de grande porte no Estado, iniciada “após barrar o rio Tietê a 33km da Capital e aproveitando uma queda de água natural existente junto à cidade de Santana de Parnaíba, na altitude de 711 metros acima do nível do mar” (RADESCA, 1958, p. 107), teve a necessidade de regular a constância das águas para movimentar essas turbinas geradoras de energia.

A imperiosa necessidade de fornecer energia elétrica à cidade de São Paulo e sua área de influência ocasionou profundas alterações na paisagem e foi a rede hidrográfica, sem nenhuma dúvida para Radesca (1958), o elemento natural que maior transformação veio a sofrer.

O desenvolvimento econômico paulista, e do Brasil, estava inserido na divisão internacional do trabalho, no qual o país configurou-se como produtor e exportador de produtos primários e o café sobressaia como o principal produto desde o século XIX,

produzido em larga escala e em grandes propriedades rurais (MATTOS, 1958; CARVALHO, 2003).

Para tanto, em São Paulo foram realizadas muitas obras de infraestrutura urbana a fim de atender às novas exigências da economia capitalista, que enxergava nas técnicas uma possibilidade de apropriação do espaço em benefício do sistema de produção (RICARDI, 2013).

São Paulo tornava-se um centro urbano, industrial, financeiro e político dinâmico, tudo isso muito favorecido pelos implementos oriundos da produção cafeeira e, muito importante, pela expansão da energia elétrica que implementou novos meios de transporte e facilitadores para a produção, na qual o capital estrangeiro da Light teve um papel preponderante (SILVA, 2008).

A determinação de um movimento em conjunto, através da formação social que compreende uma estrutura produtiva e uma estrutura técnica, foi fundamental na expansão capitalista nesse período. Segundo Santos (1977, p. 87), “trata-se de uma estrutura técnico-produtiva expressa geograficamente por uma certa distribuição da atividade de produção”, reproduzindo uma ordem internacional na qual a cidade de São Paulo estava inserida.

A formação do represamento das águas do rio Guarapiranga não foi por estímulos locais e sim em virtude dos interesses vinculados ao desenvolvimento econômico da Capital paulista em uma rede global de negociações e, segundo Jorge (2015, p. 212), “em um momento de intensificação dos fluxos de pessoas, capitais, mercadorias e ideias entre diferentes partes do planeta em decorrência de expansão da economia capitalista [...] no contexto da chamada 2ª Revolução Industrial”.

**A TÉCNICA DE CONSTRUÇÃO DA REPRESA:** As obras da represa foram feitas pelo processo hidráulico, utilizando o método de hidromecanização, o qual consistia no jateamento de água sob forte pressão produzida por bombas elétricas para realizar o desmonte de encostas.

Nota-se, aqui, a eletricidade como força imperativa dos movimentos de alteração da paisagem em um constante processo produtivo do capital, no qual, o

território e seus elementos naturais são apropriados e transformados na incessante cadeia de obtenção energética.

O transporte liquefeito do material erodido pela força hidráulica era direcionado por calhas e servia para a formação dos taludes da barragem. “Era a maior obra do gênero, à época, em todo o hemisfério sul” (ARAUJO; SOLIA, 2014, p. 45).

A técnica do uso da força das águas não era nova no país. Tal processo já ocorreu no Brasil colonial e fora trazido pelos colonizadores portugueses na exploração de metais e pedras preciosas no interior, por meio de rodas d’água (PATACA, 2017). Agora, para a construção da represa, a força da água provinha da eletricidade.

Antes de iniciar propriamente o desmonte dos morros, um suporte deveria ser construído com o intuito de transportar o acúmulo de sedimentos para o local apropriado e que serviria para o suporte de barramento da própria água da represa.

As fundações de sustentação da barragem eram erguidas para limitar a área a ser ocupada pelas águas, como demonstrado na parte central da imagem fotográfica em posição longitudinal (Figura 2). Na imagem percebemos o desmonte da encosta pela força dos jatos d’água, cujo solo diluído ia sendo removido pelo conduto inclinado e tendo os sedimentos carregados e depositados por calhas ao longo da parede de reforço, visível como sendo um espelho d’água e preenchendo praticamente toda a imagem captada.

Figura 2 – Cópia fotográfica. Construção da represa de Santo Amaro (Guarapiranga). Vista geral da plataforma de reforço da barragem, 1907





Fonte: Acervo digital da FES (2016). 16,5 x 22,0 cm [ELE.CEI.SAM.001.1068]

Assim, a técnica da hidromecanização, ou processo hidráulico, promovia a descompactação das encostas pela força da água. O transporte desse material erodido era transportado pelas calhas para a formação dos aterros de terra que constituiriam as paredes da própria barragem, como já mencionado.

Observa-se na fotografia (Figura 3) um morro em Santo Amaro sendo desbastado por um forte jato d'água para ir conformando a futura represa. Na porção centralizada da foto está o jorro de água que na monocromia preto e branco da fotografia permite-nos ver o contraste entre a água e o morro. Salientamos, ainda, a presença de um poste com fios de energia elétrica, responsável pelo funcionamento do equipamento elétrico que descompactava a parede da encosta.

Consiste em uma complementariedade sequencial, na qual a energia era utilizada para obter a promoção de mais energia e, conseqüentemente, ocasionar alterações ambientais de diversas ordens e que ensejam estudos interdisciplinares para a compreensão do espaço em constante transformação.

Esse processo de desmonte hidráulico, de morros e de encostas, era eficiente e também foi empregado em anos seguintes para uma das maiores intervenções urbanísticas ocorrida na cidade do Rio de Janeiro.

Mais uma vez estavam as técnicas de engenharia possibilitando a transformação urbana e que foi registrada por imagem fotográfica (Figura 4). Tratava-se da demolição do Morro do Castelo, lugar da primeira ocupação da cidade e constituía em um dos pontos de sua fundação no século XVI (PEREIRA, 2016, p. 140).

Na imagem, expressiva da transformação da paisagem, vemos o Morro do Castelo sendo destruído, em uma ação de durou anos. A acuidade do fotógrafo registra os fortes jatos d'água descompactando o morro e possibilitando uma conformação geográfica que não existe mais. Nota-se que aos poucos as casas iam desmoronando, representadas como entulhos no centro da foto e permitindo prospectar as demais construções que iriam ser corroídas pelo avassalador processo que desabrigou quatro mil pessoas de suas residências (BURGI, 2016).

Todo o material retirado do Morro do Castelo foi utilizado para aterrar áreas litorâneas e possibilitar a ampliação e ocupação urbana. Para Turazzi (2006) essas eram *fotografias de engenharia*, ou seja, registros das obras de intervenções na cidade e que possuem importância documental para reforçar e divulgar os progressos da nação brasileira em empreendimentos ligados à própria engenharia e ao desenvolvimento social e econômico do país sob a égide da modernização remodeladora da paisagem.

Em uma observação capturada pelo escritor e cronista da época, há uma certa indignação nos traçados do projeto urbano: “Remodelar o Rio! Mas como? Arrazando os morros [...] Mas não será mais o Rio de Janeiro; será toda outra qualquer cidade que não elle” (LIMA BARRETO, 1928. Grafia da época).

Notamos a relação existente nas intervenções empregadas em Santo Amaro/São Paulo e no Rio de Janeiro, então Capital do país, onde as iniciativas de empresas privadas, nas suas relações com o poder público, juntamente com a atuação dos agentes técnicos, promoviam a alteração da paisagem, remodelando-a e transformando-a em algo distinto que existia no lugar.

Figura 3 – Retirada de aterro para a construção da represa de Santo Amaro (Guarapiranga), 1907



Fonte: Acervo digital da FES (2016). 16,5 x 22,0 cm [ELE.CEI.SAM.001.1067]

Figura 4 - Demolição do Morro do Castelo, no Rio de Janeiro, 1922



Fonte: Instituto Moreira Salles (IMS). Acervo fotográfico digital, 2018.  
Foto: 9 out. 1922, por MALTA, Augusto.

A obra da barragem que possibilitou o represamento das águas da Guarapiranga foi feita praticamente por meio da compactação dos sedimentos que eram retirados de um lugar e depositados em outro, contudo deve-se salientar que somente uma estrutura de terra compactada não suportaria a força de escape da água ao se projetar

para além da represa e, no caso, transportar-se com o intuito de regular a vazão no rio Tietê para a produção hidrelétrica a jusante.

Uma estrutura mais sólida deveria ser construída, sobretudo na passagem das águas e situado justamente sobre o talvegue do rio Guarapiranga. Assim, quando houvesse a necessidade de mais água para suprir a deficiência do Tietê, ela sairia por um túnel em arcos de cimento armado com barras de aço cravadas de espaço a espaço até a superfície, passando a água por baixo da barragem e munido de dois sistemas de comportas, a fim de garantir maior segurança e evitando o perigo da falta de coesão entre a terra da barragem e a alvenaria do túnel, que poderia levar à ruína da barragem (GREMIO POLYTECHNICO, 1908, p. 142).

No início do século XX, o concreto armado estava distante de ser uma técnica construtiva de fato no país, embora ela tenha sido aplicada precisamente em 1901, na construção de um túnel na Estrada de Ferro Central do Brasil (FREITAS, 2011, p. 97).

Verificamos que o uso do concreto armado como material construtivo na represa Guarapiranga foi posterior ao túnel da Central do Brasil, mas é concomitante à construção do primeiro edifício de concreto armado no Estado de São Paulo ocorrida por meio da construção, entre 1907 e 1908, da estação ferroviária de Mayrink, na região de Sorocaba, e projetada pelo arquiteto Victor Dubugras (1868 - 1933), então professor da Escola Politécnica de São Paulo e contratado da Estrada de Ferro Sorocabana. (GOLDEMBERG, 2015).

**CONCLUSÃO:** A construção da represa Guarapiranga, no início do século XX, só pode ser entendida a partir de uma visão global interdisciplinar e que compreende a interrelação de múltiplos fatores e atores.

A sua construção deu-se para atender ao fim de regular a vazão do rio Tietê e mantê-lo constante para a movimentação das turbinas e a produção de hidroeletricidade em Parnaíba, rio abaixo, a jusante da represa.

Embora o espaço urbano concentrado da cidade de São Paulo fosse o local pensado para as ações de intervenção técnica, elas não se restringiram à cidade, mas foram complementadas por outras áreas, que por meio das técnicas construtivas

vieram a relacioná-las em uma dimensão de atuação ampla, mas de visão centrada para a sua destinação.

A técnica do desmonte hidráulico, embora não fosse novidade na época da construção da represa, foi potencializada pela força advinda da energia elétrica, possibilitando a descompactação do solo, o transporte de sedimentos e o seu uso no soerguimento dos taludes que dariam sustentação à represa. Soma-se a isso, a utilização do concreto armado, nos primórdios do seu uso no país, impulsionado em diálogo com o desenvolvimento e crescimento das cidades.

Assim, o uso da água na produção de energia elétrica foi usado, tanto como meio e fim, para a construção da maior represa a atender São Paulo no limiar do século XX e, apesar de, construída em local afastado da sua destinação final, a área urbanizada paulistana, atendeu ao seu intento. Contudo, ocasionou alterações ambientais que somente estudos que recuperam a sua dimensão sócio espacial, em uma relação interdisciplinar, poderão dar conta de dimensionar os reflexos pontuais dessa atuação das técnicas no território.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ricardo; SOLIA, Mariângela. Guarapiranga 100 anos. São Paulo: Fundação Energia e Saneamento, 2014.

BURGI, Sérgio. O paço, a praça e o morro. Rio de Janeiro: Instituto Moreira Salles, 2016.

CARVALHO, Rogério Lopes Pinheiro de. Ritmos e impressões: modernidade e cosmopolitismo em São Paulo, 1899-1920. 2003. Dissertação (Mestrado em História Social). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

CUSTÓDIO, Vanderli. Inundações e escassez de água na região metropolitana de São Paulo. São Paulo: FAPESP; Humanitas, 2012.

FERREIRA, Graça Maria Lemos; MARTINELLI, Marcello. Geografia em mapas: Brasil – estados e regiões. São Paulo: Moderna, 2000.

FREITAS, Maria Luíza de. Modernidade concreta: as grandes construtoras e o concreto armado no Brasil, 1920 a 1940. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2011.

FUNDAÇÃO ENERGIA E SANEAMENTO. Arquivo virtual disponível em: <http://www.energiaesaneamento.org.br/>. Acesso em: 5 fev. 2016.

GOLDEMBERG, José (coord.) USP 80 anos. São Paulo: Edusp, 2015.

GREMIO POLYTECHNICO. As obras da "Light" em Santo Amaro. Revista Polytechnica. São Paulo, v.4, n. 21, p. 135-142, abr./maio 1908.

INSTITUTO MOREIRA SALLES. Sítio: <https://ims.com.br/acervos/fotografia/>

Acesso em: 19 abr. 2018.

JORGE, Janes. Guarapiranga: de represa combatida a patrimônio ambiental, 1906-2006. In: JORGE, Janes (org.) Cidades Paulistas: estudos de história ambiental urbana. São Paulo: Alameda, 2015. p. 209 - 238.

LIMA BARRETO. Megalomania. Revista Careta. Rio de Janeiro. p. 37, ed. n. 636. p. 37. 28 ago. 1928. In: Acervo digital da Biblioteca Nacional. Disponível em: <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=083712&pasta=ano%20192&pescq=&pagfis=24094> Acesso em: 26 ago. 2021.

MATTOS, Dirceu Lino de. O parque industrial paulistano. In: AZEVEDO, Aroldo de (org.) A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. v. 3: Aspectos da metrópole paulista. p. 5-98.

PATACA, Ermelinda Moutinho. História e filosofia da química: química, mineração e metalurgia no período colonial brasileiro. São Paulo: Univesp, Aula 5. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BNJJgOrP92w> Acesso em: 31 ago. 2021.

PEREIRA, Adriana Martins. Lentes da memória: a descoberta da fotografia de Alberto de Sampaio, 1888-1930. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2016.

RADESCA, Maria de Lourdes P. Souza. O problema da energia elétrica. In: AZEVEDO, Aroldo de (Org.) A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. v. 3: Aspectos da metrópole paulista. p. 99-120.

RICARDI, Alexandre. A Companhia Água e Luz do Estado de São Paulo e suas relações de conflito na formação do parque elétrico paulistano, 1890-1910. 2013. Dissertação (Mestrado em História Social). São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SANTOS, Elina de Oliveira. Tietê, o rio de São Paulo. In: AZEVEDO, Aroldo de (org.) A cidade de São Paulo: estudos de geografia urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. v. 1: A região de São Paulo. p. 46-67.

SANTOS, Milton. Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. *Boletim Paulista de Geografia*, no. 54, julho de 1977. São Paulo: AGB, p. 81-99. Disponível em: [http://miltonsantos.com.br/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=eoRlkiMb60a9hmtEo6d9J2\\_oaH41VayW9bXpNCKKDFc](http://miltonsantos.com.br/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=eoRlkiMb60a9hmtEo6d9J2_oaH41VayW9bXpNCKKDFc) Acesso em: 6 jun. 2016.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n. 6.983, de 22 de fevereiro de 1935. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1935/decreto-6983-22.02.1935.html> Acesso em: 30 ago. 2021.

SÁVIO, Marco A.C. Lembranças da Cachoeira do Inferno: as águas, a energia e a represa de Parnahyba (1899-1901). In: JORGE, Janes (org.) Cidades Paulistas: estudos de história ambiental urbana. São Paulo: Alameda, 2015. p. 119-135.

SILVA, João Luiz Máximo da. Cozinha Modelo: o impacto do gás e da eletricidade na casa paulistana (1870-1930). São Paulo: Edusp, 2008.

SOUZA, Edgard de. História da Light: primeiros 50 anos. São Paulo: ELETROPAULO, 1982.

TURAZZI, Maria Inez. Paisagem construída: fotografia e memória dos “melhoramentos urbanos” na cidade do Rio de Janeiro. Belo Horizonte: Varia História. v. 22, n. 35. p. 64-78, jan/jun., 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-87752006000100005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-87752006000100005). Acesso em: 3 abr. 2018.

# PANORAMA DE PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS: OS EFEITOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS CAUSADOS PELOS RUÍDOS PROVENIENTES DA PRODUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA – OUTUBRO/2021

Matheus Noronha<sup>1</sup>; Gabriele Benfatti<sup>2</sup>; Andre Themoteo<sup>3</sup>; Riomar Jorge<sup>4</sup>; Sandro Yamamoto<sup>5</sup>; Carolina Kimura<sup>6</sup>; Talita Narciso<sup>7</sup>; Rosemeire de Souza<sup>8</sup>; Vivian Blaso<sup>9</sup>

1 – ESPM – Escola Superior de Propaganda e Marketing. [matheus@abeeolica.org.br](mailto:matheus@abeeolica.org.br)

2 – USJT – Universidade São Judas Tadeus. [gabriele@abeeolica.org.br](mailto:gabriele@abeeolica.org.br)

3 – UFABC - Universidade Federal do ABC [andre@abeeolica.org.br](mailto:andre@abeeolica.org.br)

4 – Faculdade de Engenharia de Sorocaba [riomar@abeeolica.org.br](mailto:riomar@abeeolica.org.br)

5 – FGV Fundação Getulio Vargas [sandro@abeeolica.org.br](mailto:sandro@abeeolica.org.br)

6 – Poli-USP Escola Politécnica da Universidade de São Paulo [carolina@abeeolica.org.br](mailto:carolina@abeeolica.org.br)

7 – FMU Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas [talita@abeeolica.org.br](mailto:talita@abeeolica.org.br)

8 – ESPM Escola Superior de Propaganda e Marketing [rose.v.silva@hotmail.com](mailto:rose.v.silva@hotmail.com)

9 – USP Universidade de São Paulo - Centro de Síntese Usp Cidades Globais. [vivianblaso@ciudadesafetivas.com.br](mailto:vivianblaso@ciudadesafetivas.com.br)

**RESUMO:** A fonte de energia eólica é uma fonte de geração proveniente do vento com característica renovável e limpa. Além de não emitir carbono, a fonte pode coexistir com diversas atividades humanas como agricultura e agropecuária. Apesar dos inúmeros efeitos positivos para a sociedade, economia e meio ambiente, a geração eólica possui uma adversidade em seu processo de geração de energia: *os ruídos emitidos*. Estes ruídos são causados por componentes e pás eólicas em atrito com o vento no processo de geração energia, e podem atingir níveis de decibéis prejudiciais para a saúde humana, meio ambiente e até mesmo gerar a desvalorização de ativos imobiliários. Para compreender os diferentes campos de estudo que investigam o impacto dos ruídos causados pela fonte eólica, o objetivo do presente trabalho é apresentar um panorama de pesquisas científicas sobre o impacto dos ruídos causados pela fonte de energia eólica. Já o objetivo específico é identificar caminhos que possibilitem a realização de uma agenda para pesquisas futuras. A metodologia empregada baseia-se em um estudo bibliométrico com análise de conteúdo sobre o tema *ruídos e energia eólica* e utilização dos *softwares: MaxQda, Bibliometrix e VosViewer*. Os dados coletados representam uma amostra final de 193 artigos dos anos de 1988 a 2021. Os resultados apresentam três *clusters* que sinalizam os principais estudos que investigam o campo dos impactos causados pelos ruídos das turbinas eólicas: *(i) Impactos Ambientais e Questões do Meio Ambiente; (ii) Impactos Sociais e Saúde; (iii) O&M e temas técnicos*.

**Palavras-Chave:** Energia Eólica; Ruídos; Impactos Ambientais; Impactos Sociais; Impactos Econômicos

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735126>



**ABSTRACT:** The wind energy source is a source of generation coming from the wind with a renewable and clean characteristic. In addition to not emitting carbon, wind energy can coexist with various human activities such as agriculture and farming. Despite the countless positive effects for society, economy and the environment, wind generation has an adversity in its energy generation process: *the noise emitted*. These noises are caused by components and wind blades in friction with an event in the energy generation process and can reach decibel levels that are harmful to human health, the environment and even generate a devaluation of real estate assets. To understand the different fields of study that investigate the impact of noise caused by the wind source, the goal of this paper is to present an overview of scientific research on the impact of noise caused by the wind energy source. The specific objective is to identify the main research paths for carrying out a research agenda. The methodology used is based on a bibliometric study with content analysis on the topic of noise and wind energy and the use of software: *MaxQda, Bibliometrix and VosViewer*. The collected data represent a final sample of 193 articles from the years 1988 to 2021. The results present three clusters that signal the main studies that investigate the field of impacts caused by the noise of wind turbines: (i) *Environmental Impacts and Environmental Issues*; (ii) *Social Impacts and Health*; (iii) *O&M and technical topics*.

**Keywords:** Wind Energy; Noises; Environmental impacts; Social Impacts; economic

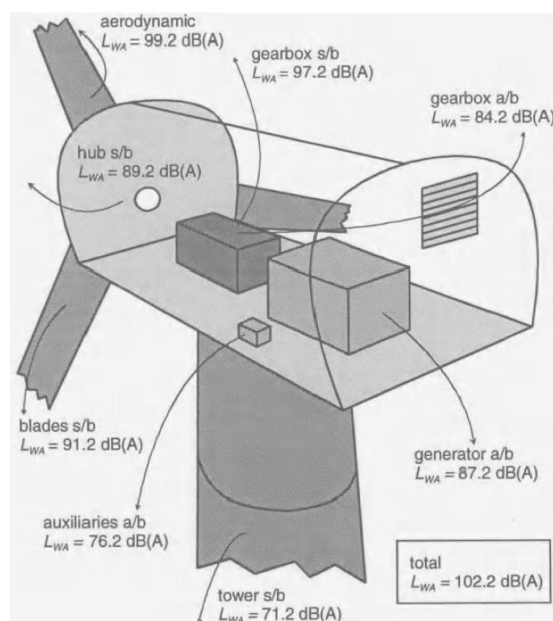
**INTRODUÇÃO:** A fonte de energia eólica é uma fonte de geração proveniente do vento com característica renovável e limpa. Além de não emitir carbono durante a geração de energia, a fonte eólica pode coexistir com diversas atividades como agricultura e agropecuária nos locais onde são instalados os parques eólicos (ABDELRAHEM, HACKL, KENNEL, 2017; MOHAMMED, 2014). Apesar dos inúmeros efeitos positivos para a sociedade, economia e meio ambiente, a geração eólica possui uma adversidade em seu processo de geração de energia: *os ruídos emitidos* (SORKHABI, 2016). Este não é um problema que afeta apenas a fonte eólica, mas ocorre em maior e menor grau com outras fontes de energia que fazem uso de máquinas eletromecânicas (DIO, 2018). Durante a operação destas máquinas há a geração de vibrações mecânicas e acústicas, as quais são propagadas por toda a

estrutura e ao ambiente. No caso da fonte eólica, os ruídos são causados por seus componentes e pás eólicas. Os ruídos internos são ocasionados pelo funcionamento da parte eletromecânica do aerogerador e externos quando do atrito do vento nas pás eólicas e componentes no processo de geração energia. Tais ruídos podem atingir níveis de decibéis prejudiciais para a saúde humana, meio ambiente e até mesmo gerar a desvalorização de ativos imobiliários (LEDO et al., 2011; TONIN, 2019).

No aerogerador de um parque eólico, ocorrem ruídos de banda larga (faixa acima de 100 Hz) e de baixa frequência (abaixo de 100 Hz), devido à interação das pás com a atmosfera e à própria mecânica da turbina eólica. Estes ruídos também podem ser classificados em mecânico, ocorrendo pelo funcionamento do gerador e *gearbox*, e aerodinâmico, ocorrendo pela interação dos fluxos de ar e as pás eólicas (LUZ, 2018).

De modo a exemplificar melhor os ruídos oriundos do aerogerador, a Figura 1 traz a contribuição de cada componente: pás, *hub*, *gearbox*, gerador e torre, tanto para o ruído propagado pela estrutura (*a/b*), quanto pelo ar (*s/b*) (LUZ, 2018).

Figura 1 - Contribuição de cada componente do aerogerador na geração do ruído



Fonte: LUZ (2018)

O ruído é inerente ao parque eólico e pode variar conforme: a posição e tipo da turbina; relevo do terreno onde se encontra o aerogerador; velocidade e direção do vento; condições locais do solo; e condições meteorológicas. Além disso, os ruídos podem ser distinguidos pela sua faixa de frequência e intensidade. A alta frequência,

faixa acima de 6 MHz, é desagradável e prejudicial para o ouvido humano, e a baixa frequência, faixa abaixo dos 300 Hz, acaba sendo mais suportável, porém produz efeitos orgânicos mais acentuado. Em relação à intensidade, ruídos superiores à 90 decibéis provocam traumas ao ouvido humano. No entanto, os ruídos ocorrem normalmente de forma combinada. A combinação de alta frequência e alta intensidade são nocivas à saúde e podem destruir de forma irreversível as estruturas do ouvido humano (BAKKER et al., 2012; LUZ, 2018; ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1979).

Baseado na contextualização apresentada e na ascendência temática, a pergunta de pesquisa é “*Como encontra-se o panorama atual de pesquisa sobre energia eólica e os impactos causados pelos ruídos?*”. Para responder essa pergunta de pesquisa, o objetivo geral do presente trabalho é (i) apresentar um panorama de pesquisas científicas sobre o impacto dos ruídos oriundos da fonte de energia eólica. Já o objetivo específico é: (ii) identificar caminhos que possibilitem a realização de uma agenda para pesquisas futuras.

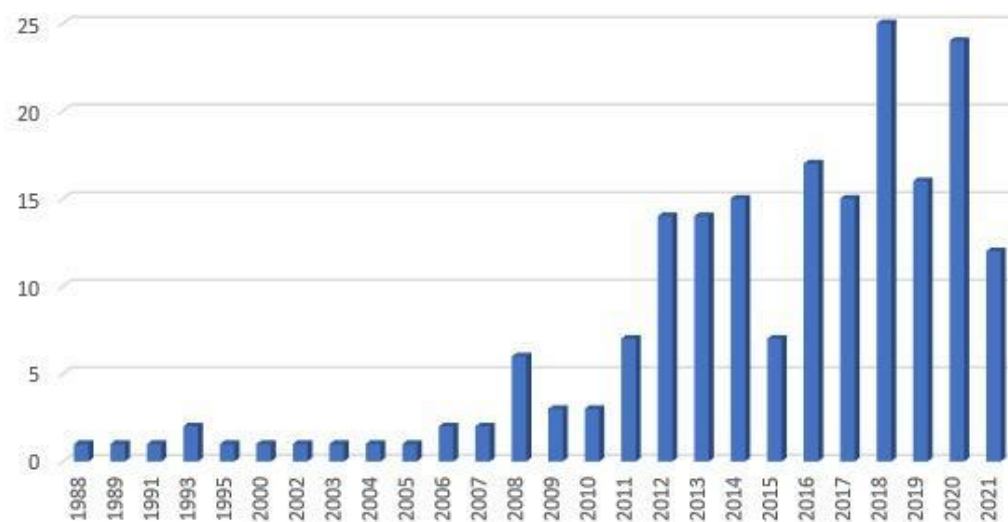
Além da introdução, a estrutura do artigo contará com 5 seções. Primeiro, o *Referencial Teórico*, que abordará brevemente o conceito de ruídos oriundos dos aerogeradores da fonte de energia eólica e a articulação de alguns autores extraídos da bibliometria. Segundo a *Metodologia*, esta seção apresenta os principais caminhos e ferramentas utilizadas como critério para investigação científica. Terceiro, a *Análise de Dados*, contempla as principais análises coletadas das bases de dados analisadas ao longo do trabalho. Quarto, os *Resultados e Discussões*, apresentam as principais inferências dos dados, demonstrando os grupos de pesquisa (*clusters*) e linhas de estudo. Quinto e último, as *Conclusões e Agenda para Pesquisas Futuras*, apresenta um panorama de pesquisas com base nas análises e resultados aferidos durante o desenvolvimento do material.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O artigo é um estudo bibliométrico apoiado com análise de conteúdo sobre o tema *energia eólica e ruídos* com operação dos *softwares: MaxQda, Bibliometrix e VosViewer*. Os dados coletados representam uma amostra final de 193 artigos, datado dos anos de 1998 a 2021. A coleta de dados foi realizada em quatro estágios principais: extração dos dados na base *Scopus*, separação dos

estudos de maior relevância e realização leituras e resumos por tema; análise de conteúdo utilizando *softwares*; e composição de resultados da sistematização da base.

**RESULTADOS:** A evolução dos estudos sobre impactos e ruídos ambientais apresentou-se ascendente a partir dos anos de 2012 (Figura 1). A razão dessa ascendência deve-se ao crescimento de capacidade instalada nos países do hemisfério norte do mundo, devido aos subsídios e incentivos nas estratégias e planos nacionais para evitar a emissão de carbono traçados pelos diferentes governos da região. Adicionalmente, as pesquisas realizadas estão concentradas nas regiões da Europa e América do Norte para investigar os impactos causados pelos ruídos, principalmente nos países com mais potência instalada de energia eólica em suas matrizes energéticas (China, Estados Unidos e Europa).

Figura 1: Crescimento de Publicações ao longo dos anos.

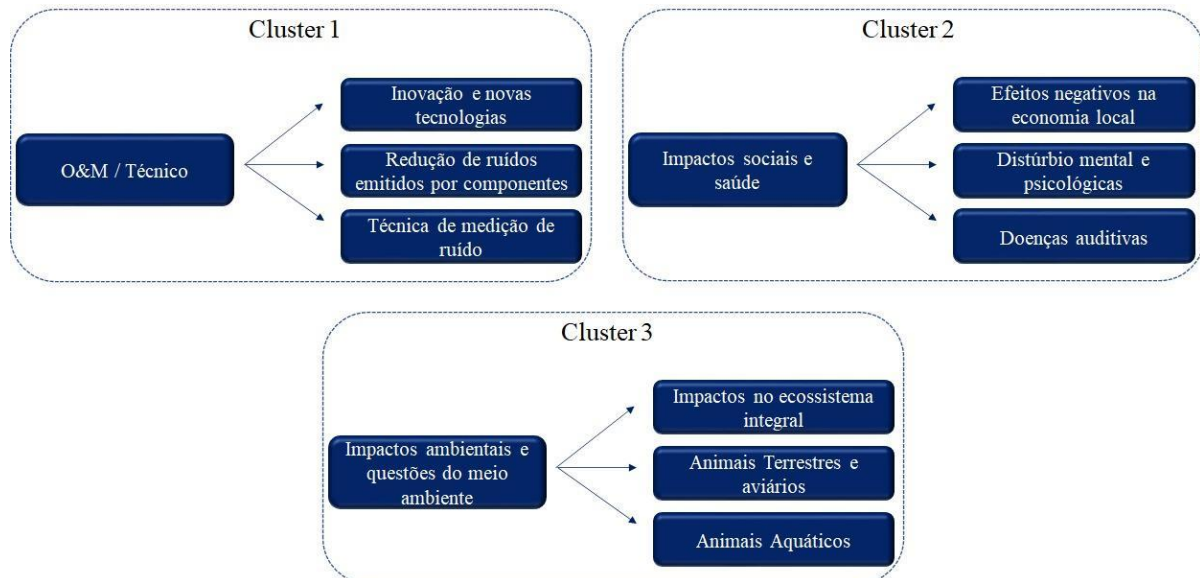


Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os resultados apresentam *três grupos de pesquisa (clusters)* significativos para o campo de estudo e que tem sido estressado ao longo da literatura para balizar as investigações científicas. Estes *clusters* de pesquisa são: (i) *Impactos Ambientais e Questões do Meio Ambiente*; (ii) *Impactos Sociais e Saúde*; (iii) *O&M e Temas Técnicos*. Os três *clusters* se desdobram em nove linhas de pesquisas que abrangem o campo de estudos: *inovação e novas tecnologias*; *redução de ruídos emitidos por componentes*; *técnicas de medição de ruídos*; *impactos no ecossistema integral*; *animais terrestres e*

*aviários; animais aquáticos; efeitos negativos na economia local; distúrbios mentais e psicológicos; doenças auditivas* (Figura 2).

Figura 2: Clusters e linhas de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

**DISCUSSÃO:** O presente trabalho apresenta caminhos de pesquisa baseado nos principais artigos da área, considerando seus clusters e linhas de pesquisa apresentados na Figura 2. Os artigos mais citados apresentam um total e *1.009 citações* em diversas revistas científicas e demonstram que as preocupações causadas na sociedade, meio ambiente e operações tecnológicas são destaque para o campo de estudo sobre ruídos e parques eólicos (Tabela 1). As análises de cunho bibliométrico ressaltam a importância de avançar a pesquisa no contexto dos mercados emergentes e a necessidade de investigar formas de inovar tecnologicamente para reduzir o impacto social e ambiental em diferentes ecossistemas.

Destaca-se a importância do advento de novas tecnologias como a fonte *eólica offshore*, produção de energia do eólica no mar. Esta tecnologia apresenta características que tem efeitos no ecossistema marinho e que precisam ser aprofundadas por pesquisadores em novas agendas de pesquisa. Ademais, os efeitos em comunidades de animais aviários e terrestres também são um consentimento a ser investigado, considerando: *fertilidade do solo, impacto na cadeia alimentar de animais, rotas migratórias etc.*

Os efeitos socioeconômicos também devem ser considerados nas agendas de pesquisas futuras, visualizando a questão imobiliária, preservação de terras e questões de crenças culturais que permeiam os cultos de determinadas comunidades locais. Neste sentido, o papel do mercado é fundamental para equalizar as demandas sociais, ambientais e econômicas.

Tabela 1: Autores mais citados e Linhas de Pesquisa

Classif.	Autor	Tema	Citação	Linha de pesquisa
1	Bakker et al. (2012)	<i>Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress</i>	134	Distúrbio mental e psicológicos
2	Boukhezza et al. (2006)	<i>Nonlinear control of variable-speed wind turbines for generator torque limiting and power optimization</i>	133	Técnica de medição de ruído
3	Rabin et al. (2006)	<i>The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (Spermophilus beecheyi)</i>	129	Animais terrestres e aviários
4	Ledo et al. (2011)	<i>Roof mounting site analysis for micro-wind turbines</i>	122	Inovação e novas tecnologias
5	Koo et al. (2014)	<i>Model tests for a floating wind turbine on three different floaters</i>	95	Inovação e novas tecnologias
6	Chan et al. (2018)	<i>Blade shape optimization of the Savonius wind turbine using a genetic algorithm</i>	88	Inovação e novas tecnologias
7	Larsen et al. (2007)	<i>Effects of wind turbines on flight behavior of wintering common eiders: Implications for habitat use and collision risk</i>	86	Impactos no ecossistema integral
8	Yen & Ahmed (2013)	<i>Enhancing vertical axis wind turbine by dynamic stall control using synthetic jets</i>	80	Inovação e novas tecnologias
9	Mithraratne (2009)	<i>Roof-top wind turbines for microgeneration in urban houses in New Zealand</i>	79	Efeitos negativos na economia local
10	Bergström et al. (2013)	<i>Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community</i>	63	Animais aquáticos

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

**CONCLUSÃO:** Os estudos sobre energia eólica e ruídos apresentam um vasto campo para explorar novas inovações, efeitos colaterais causados no ambiente, saúde humana e economia que necessitam ser aprofundados no contexto prático. Adicionalmente, a literatura demonstra linhas de pesquisa que podem fomentar o avanço tecnológico e econômico que pode ser fomentado por políticas públicas com a finalidade de reduzir e mitigar os impactos causados pela fonte de energia em questão. Adicionalmente, estratégias de distanciamento de comunidades locais e reservas ambientais podem ser exercidas com vistas a mitigar o impacto dos ruídos,

contemplando assim uma literatura sobre distanciamento de turbinas e residências para pesquisas futuras. Nestas futuras análises é de suma importância a consideração das características de relevo e do terreno da região estudada. Sugere-se para que os pesquisadores aprofundem as sugestões de pesquisa futura endereçadas em cada *cluster* mapeado, seguindo premissas apontadas pelos principais pesquisadores do tema. Além disso, pesquisas realizadas no contexto de mercados emergentes investigando os impactos e adversidades causadas pelos ruídos em países como Brasil, China, Rússia e Índia podem fomentar novos caminhos para viabilizar a soluções de mitigação, considerando as características do vento e fatores socioeconômicos destas regiões

**AGRADECIMENTOS:** *Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro.*

#### **REFERÊNCIAS:**

ABDELRAHEM, Mohamed; HACKL, Christoph Michael; KENNEL, Ralph. **Simplified model predictive current control without mechanical sensors for variable-speed wind energy conversion systems.** *Electrical Engineering*, v. 99, n. 1, p. 367-377, 2017.

BAKKER, Roel H. et al. **Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress.** *Science of the total environment*, v. 425, p. 42-51, 2012.

BERGSTRÖM, Lena; SUNDQVIST, Frida; BERGSTRÖM, Ulf. **Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community.** *Marine Ecology Progress Series*, v. 485, p. 199-210, 2013.

BOUKHEZZAR, Boubekour; SIGUERDIDJANE, Houria; HAND, M. Maureen. **Nonlinear control of variable-speed wind turbines for generator torque limiting and power optimization.** 2006.

CHAN, Chun Man; BAI, H. L.; HE, D. Q. **Blade shape optimization of the Savonius wind turbine using a genetic algorithm.** *Applied energy*, v. 213, p. 148-157, 2018.

DIO, Daniele Gimenes de. **Avaliação do ruído ocupacional em operadores da caldeira de biomassa de uma indústria papeleira.** 49. Monografia de especialização - Engenharia de Segurança do Trabalho - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Noise effects handbook, National Association of Noise Control Officials.** Office of the Scientific Assistant, Office of Noise



Abatement and Control, U.S. 1979, revised 1981. Disponível em: [www.nonoise.org/library/handbook/handbook.htm](http://www.nonoise.org/library/handbook/handbook.htm). Acessado em: 01 set. 2021.

KOO, Bonjun J. et al. **Model tests for a floating wind turbine on three different floaters**. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, v. 136, n. 2, 2014.

LARSEN, Jesper K.; GUILLEMETTE, Magella. **Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk**. Journal of Applied Ecology, v. 44, n. 3, p. 516-522, 2007.

LEDO, L.; KOSASIH, P. B.; COOPER, P. **Roof mounting site analysis for micro-wind turbines**. Renewable Energy, v. 36, n. 5, p. 1379-1391, 2011.

LUZ, Eduardo Pereira da et al. **Simulação do ruído de aerogeradores em parques eólicos**. 139. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharel em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2018.

MITHRARATNE, Nalanie. **Roof-top wind turbines for microgeneration in urban houses in New Zealand**. Energy and Buildings, v. 41, n. 10, p. 1013-1018, 2009.

MOHAMED, M. H. **Aero-acoustics noise evaluation of H-rotor Darrieus wind turbines**. Energy, v. 65, p. 596-604, 2014.

RABIN, Lawrence A.; COSS, Richard G.; OWINGS, Donald H. **The effects of wind turbines on antipredator behavior in California ground squirrels (*Spermophilus beecheyi*)**. Biological Conservation, v. 131, n. 3, p. 410-420, 2006.

SORKHABI, Sami Yamani Douzi et al. **The impact of land use constraints in multi-objective energy-noise wind farm layout optimization**. Renewable Energy, v. 85, p. 359-370, 2016.

TONIN, Rodrigo Petrongari. **Ruído e vibração em máquinas no sistema de colheita de árvores inteiras**. 76. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciência Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

YEN, Joshua; AHMED, Noor A. **Enhancing vertical axis wind turbine by dynamic stall control using synthetic jets**. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, v. 114, p. 12-17, 2013.

## MODELO DE ANÁLISE PARA OS IMPACTOS CUMULATIVOS DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS EM CASCATA

Silvia Sayuri Mandai<sup>1</sup>; Evandro Mateus Moretto<sup>2</sup>; Jocilene Barros<sup>3</sup>; Evandro Albiach Branco<sup>4</sup>; Gustavo Arcoverde<sup>5</sup>; Neiva Cristina Araújo<sup>6</sup>; Emílio Moran<sup>7</sup>

1 – Silvia Sayuri Mandai. Universidade de São Paulo. [silvia.mandai@usp.br](mailto:silvia.mandai@usp.br)

2 – Evandro Mateus Moretto. Universidade de São Paulo. [evandromm@usp.br](mailto:evandromm@usp.br)

3 – Jocilene Barros. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. [jocilene.barros@inpe.br](mailto:jocilene.barros@inpe.br)

4 – Evandro Albiach Branco. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. [evandroalbiach@hotmail.com](mailto:evandroalbiach@hotmail.com)

5 – Gustavo Arcoverde. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. [gustavo.arcoverde@inpe.br](mailto:gustavo.arcoverde@inpe.br)

6 – Neiva Cristina Araújo. Universidade de Rondônia. [neiva.araujo@unir.br](mailto:neiva.araujo@unir.br)

7 – Emílio Moran. Michigan State University. [moranef@msu.edu](mailto:moranef@msu.edu)

**RESUMO:** Há importantes lacunas metodológicas para se analisar devidamente os impactos cumulativos de um conjunto de empreendimentos, considerando as complexidades e interações entre os impactos. Esse é o caso de aproveitamentos hidrelétricos, os quais afetam funções ecossistêmicas de forma significativa, especialmente quando em cascata. Assim, o presente trabalho propõe uma abordagem metodológica para analisar os impactos cumulativos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) em cascata na fase de operação pela perspectiva dos sistemas socioecológicos e analisa as mudanças de uso e cobertura da terra de sete PCHs na sub-bacia Guaporé no estado de Rondônia. Foram utilizadas as classificações do MapBiomas, considerando um *buffer* de 50km linear aos rios Branco e Saldanha para 3 períodos: início da operação da primeira PCH (1999); último ano disponível do MapBiomas, quando todas as PCHs estão em operação (2020); e ano intermediário (2011), quando a quarta PCH entrou em operação. A formação florestal apresentou perdas sucessivas (total de 3.393 km<sup>2</sup>), com maiores perdas entre 1999 e 2011. A maior parte dessa cobertura vegetal se converteu em pastagem e agricultura anual, classes que tiveram maior aumento de 1999 a 2020. As demais classes tiveram pouca variação em porcentagem e área. Portanto, observou-se que as mudanças de uso e cobertura da terra podem representar um testemunho relevante das diversas alterações ecossistêmicas causadas por PCHs em cascata em distintos intervalos de tempo, podendo se revelar uma abordagem para a avaliação de impactos cumulativos.

**Palavras-Chave:** Amazônia; Avaliação de Impactos; Bacia do rio Madeira; Energia hidroelétrica; Uso e cobertura da terra.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735135>

**ABSTRACT:** There are important methodological gaps in analyzing the cumulative impacts of a set of projects, considering the complexities and interactions between impacts. This is the case of hydroelectric power plants, which affect ecosystem functions significantly, in special, when in cascade. Thus, the present study proposes a methodological approach to analyze the cumulative impacts of Small Hydropower Plants (SHP) in cascade in the operational phase, using the socio-ecological systems approach, as well as analyzes the land use and land cover change associated with seven SHP in the sub-basin Guaporé in the state of Rondônia - Brazil. We used the MapBiomas classifications, considering a linear 50km buffer for the rivers Branco and Saldanha for 3 periods: beginning of operation of the first SHP (1999); last year available from MapBiomas, when all SHPs are in operation (2020); and the intermediate year (2011), when the fourth SHP came into operation. Forest formation had successive losses (total of 3,393 km<sup>2</sup>), with greater losses between 1999 and 2011. Most of forest cover was converted into pasture and annual agriculture, classes that had the greatest increase from 1999 to 2020. The other classes had little variation in percentage and area. We noted that changes in land use and land cover can represent a relevant testimony of the diverse ecosystem changes caused by SHPs in cascade at different time intervals, and may prove to be an approach for the assessment of cumulative impacts.

**Keywords:** Amazon; Hydropower; Impact Assessment; Land Use and Cover Change; Madeira basin.

**INTRODUÇÃO:** Os impactos cumulativos são impactos sucessivos e incrementais resultantes da combinação de múltiplas ações humanas ao longo do tempo e do espaço (CEQ, 1973; CLARK, 1994; SPALING, 1994; IFC, 2013; FOLEY et al., 2017). Dessa maneira, os impactos cumulativos podem resultar de ações que são individualmente menores e não significativas, mas que, coletivamente, tornam-se significativas (CEQ, 1973; SPALING, 1994; IFC, 2013). Um exemplo é o caso de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), construídas e/ou planejadas no mesmo rio ou bacia hidrográfica, que têm seus impactos aumentados por estarem em cascata (IFC, 2013; BAKKEN et al., 2012; ATHAYDE et al., 2019a). Muitas dessas alterações afetam os modos de vida e subsistência das populações humanas, as quais apresentam

interdependência com as funções ecossistêmicas (e.g., ROQUETTI, 2018; WILLSTEED et al., 2018).

Diferentemente da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), a Avaliação dos Impactos Cumulativos (AIC) é focada na análise dos impactos sobre os Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS), os quais podem ser recursos ambientais ou culturais, ecossistemas, espécies de especial interesse, comunidades ou serviços ecossistêmicos (CANTER; ROSS, 2010; SÁNCHEZ, 2020). Ao se analisar os impactos cumulativos, é necessário ter uma abordagem holística do sistema ambiental, levando em consideração as múltiplas perturbações, a natureza das fontes, a interação entre os impactos, os limites espaciais, o horizonte temporal, bem como a resiliência e capacidade de suporte dos receptores (CLARK, 1994; SPALING, 1994).

Um dos pontos principais da AIC é estabelecer os métodos apropriados para se analisar os impactos cumulativos (CANTER; ROSS, 2010), apesar de lacunas de ordem metodológica, visto que há poucas diretrizes na determinação dos CASS, em vista das incertezas científicas, políticas e institucionais (CANTER; ROSS, 2010). De modo geral, os CASS devem ser selecionados com base nas condições de degradação ambiental, da ocorrência de espécies ou habitats protegidos e da presença de outras ações humanas afetando os CASS. Depois de escolhidos os CASS, é necessário entender como os impactos de um grupo de projetos ou de diversas ações antrópicas em determinada região se acumulam sobre determinados CASS (SÁNCHEZ, 2020).

Entre as boas práticas sobre impactos cumulativos está o estabelecimento de *frameworks* generalistas para determinados CASS, associando diversos métodos já empregados na AIA (CANTER; ROSS, 2010), visando a assegurar a sustentabilidade da biodiversidade e suas funções ecossistêmicas. Várias ferramentas têm sido empregadas, como é o caso da análise espacial por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (CANTER; ROSS, 2010; ATKINSON; CANTER, 2011). Um exemplo dessa aplicação foi na análise dos impactos cumulativos de grandes projetos de infraestrutura no litoral norte do estado de São Paulo, a fim de verificar se a presença dos megaprojetos revelava um modelo de crescimento econômico sem desequilíbrio ambiental ou se intensificava os problemas da região (TEIXEIRA, 2013).

Os aproveitamentos hidrelétricos de bacias hidrográficas interagem ao longo do tempo e do espaço (SEITZ et al., 2011), gerando impactos cumulativos de modos aditivo

e sinérgico, o que ameaça a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e terrestres, incluindo as áreas úmidas e os serviços ecossistêmicos para as sociedades humanas (GALLARDO et al., 2017). Nesse sentido, a AIC busca antecipar, evitar e minimizar a ocorrência de impactos cumulativos (COOPER; SHEATE, 2004), apesar de serem relatadas deficiências e a falta de metodologias na prática desse instrumento em escala de bacia (SEITZ et al., 2011; GALLARDO et al., 2017).

Uma abordagem integradora é a dos sistemas socioecológicos afetados por aproveitamentos hidrelétricos e ações antrópicas. Assim, devem ser considerados fatores bióticos e abióticos dos ecossistemas naturais e os interesses de grupos sociais, por exemplo, para assegurar os modos de vida dos ribeirinhos e comunidades indígenas, na perspectiva da governança (ATHAYDE et al., 2019b). Apesar disso, muitos elementos dos sistemas socioecológicos têm sido desconsiderados nos processos de avaliação de impactos (e.g., ROQUETTI, 2018; ATHAYDE et al., 2019a).

Esse cenário se aplica às Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) emergentes no mundo e Brasil (BAKKEN et al., 2012; COUTO; OLDEN, 2018), como no estado de Rondônia. Apesar de seus impactos cumulativos serem pouco considerados em processos de avaliação de impacto (ATHAYDE et al., 2019a), as PCHs transformam habitats terrestres e aquáticos, especialmente quando em cascata. Nesse sentido, as mudanças de uso e cobertura da terra, analisadas por meio do SIG, podem representar um testemunho relevante das diversas alterações ecossistêmicas causadas por conjuntos de PCHs em distintos intervalos de tempo, podendo se revelar uma abordagem adequada para a avaliação de impactos cumulativos.

Assim, o presente trabalho propõe uma abordagem metodológica para analisar os impactos cumulativos de PCHs em cascata na fase de operação pela perspectiva dos sistemas socioecológicos, de modo a garantir a soberania alimentar e os modos de vida das populações. Em seguida, o estudo analisa as mudanças de uso e cobertura da terra, aplicando tal modelo, para sete PCHs em cascata em operação na sub-bacia do rio Guaporé no estado de Rondônia.

**MATERIAL E MÉTODOS:** De modo a avaliar como os impactos de múltiplas PCHs se acumulam sobre determinados receptores, foi elaborado um modelo de análise com base na teoria dos sistemas socioecológicos, associando as interações

entre o bem-estar humano, as funções ecossistêmicas das várzeas, os sistemas sociais, os sistemas biofísicos, os impactos à jusante de hidrelétricas na fase de operação para as áreas de várzea e outras atividades antrópicas (BAKKEN et al., 2012; KIBLER; TULLOS, 2013; GUIMBERTEAU et al., 2017; SILVA JR et al., 2018; SWANSON; BOHLMAN, 2021).

Para tanto, foi realizado um levantamento da literatura científica acerca dos principais impactos socioambientais à jusante de aproveitamentos hidrelétricos nas bases de dados Teses USP, Taylor & Francis, Web of Science e Scopus. Sobre os modos de vidas, serviços ecossistêmicos, bem-estar humano, a literatura base utilizada foi composta por MEA (2005), Roquetti (2018), Roquetti et al. (2020), Sánchez (2020), Brownlie et al. (2021) e Clavijo-Rojas (2021).

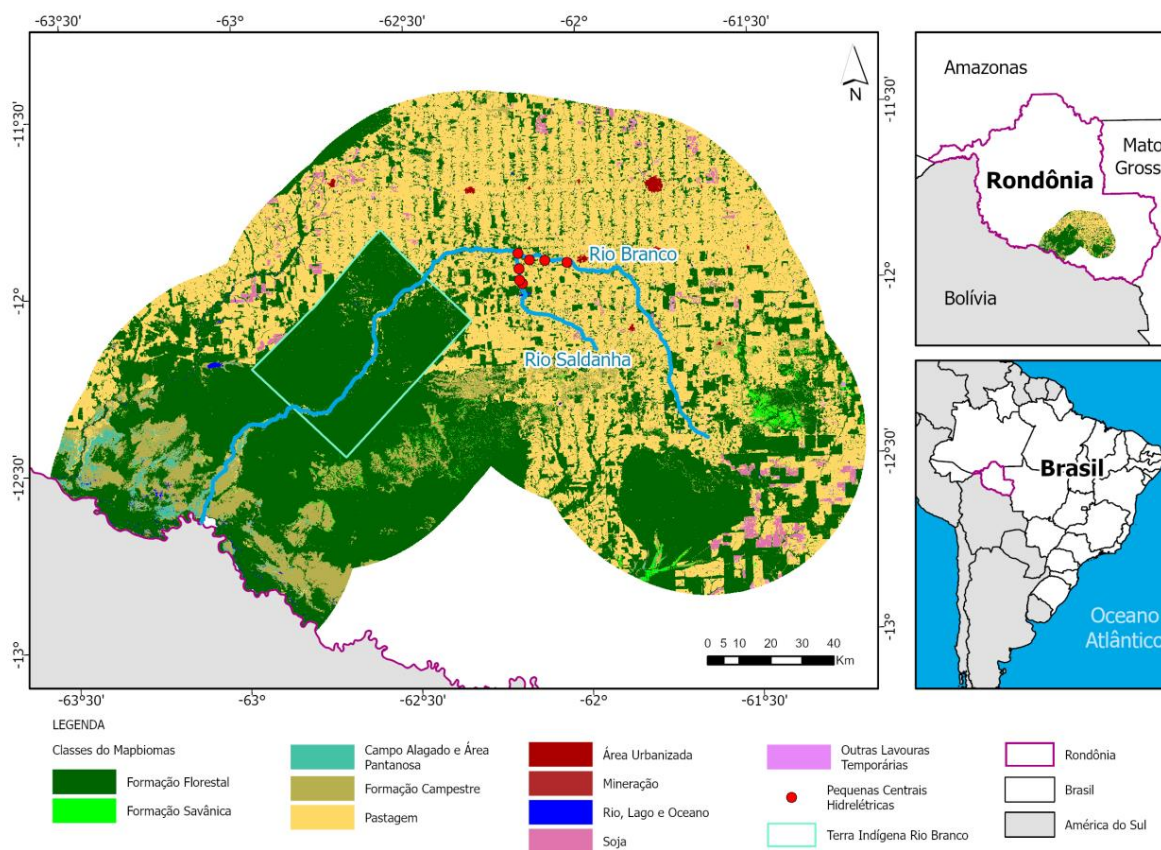
De modo a verificar a aplicabilidade desse modelo analítico, foi feita uma análise dos impactos cumulativos de uma cascata de sete PCHs, localizadas no município de Alta Floresta D'Oeste no estado de Rondônia. A Tabela 1 apresenta a relação destas PCHs. Para o estabelecimento dos limites espaciais da área de estudo, foi considerado um *buffer* linear de 50km a partir dos rios Branco e Saldanha, retirando os trechos do território boliviano. A Figura 1 apresenta a área de aplicação do estudo com a localização das PCHs. Os arquivos vetoriais foram obtidos nas plataformas da Agência Nacional de Águas (ANA), do Portal de Geoprocessamento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Tabela 1: Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) da área de estudo, organizadas segundo a potência de geração energética (MW) e rio.

Hidrelétrica	Rio	Potência (MW)
PCH Alta Floresta	Branco	5,0
PCH Ângelo Cassol	Branco	3,6
PCH Cachoeira Cachimbo Alto	Branco	9,8
PCH Rio Branco	Branco	6,9
PCH Figueira	Saldanha	1,4
PCH Monte Belo	Saldanha	4,8
PCH Saldanha	Saldanha	5,3

Fonte: elaboração dos autores.

Figura 1: Área de aplicação do estudo, com *buffer* de 50km linear aos rios Branco e Saldanha, com a localização de sete Pequenas Centrais Hidrelétricas no estado de Rondônia – Brasil e a classificação de uso e cobertura da terra da Coleção 6 do MapBiomas para o ano de 2020.



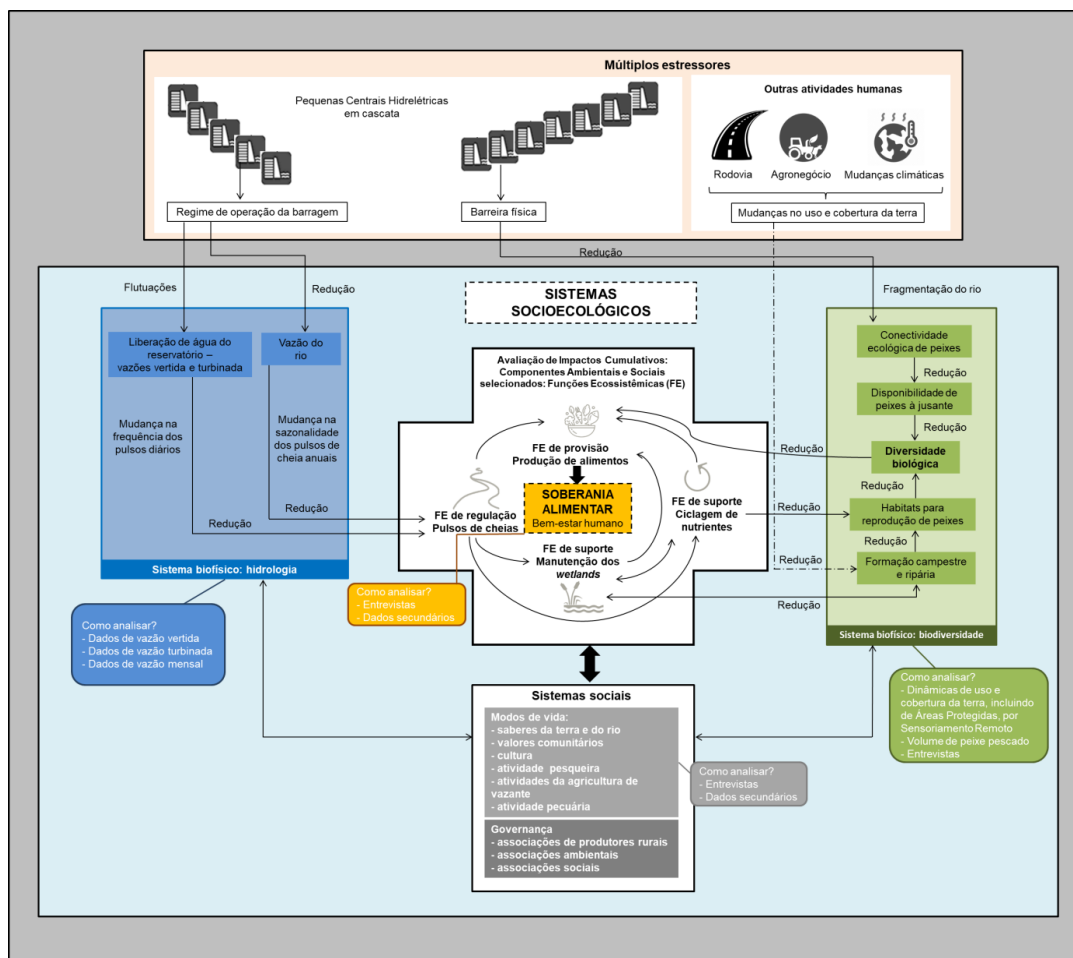
Elaborado por Silvia Sayuri Mandai (2021). Fonte de dados: IBGE (2019), ANA (2020) e MapBiomas (2020). Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS 2000.

Para analisar os impactos cumulativos dessa cascata de PCHs, foram analisadas as dinâmicas de uso e cobertura da terra da área de estudo, utilizando-se dados raster disponibilizados pela Coleção 6 do projeto MapBiomas, baixados no Google Earth Engine. Foram selecionados três períodos: o início da operação da primeira PCH (1999); o último ano, quando todas as PCHs estão em operação (2020); e um ano intermediário (2011), quando a quarta PCH entrou em operação. Utilizando o *plugin r.report* no SIG QGIS 3.10, foram calculadas as áreas, em km<sup>2</sup>, de cada classe para cada ano. Então, foi feita uma comparação dessas dinâmicas ao longo do tempo e do espaço.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O modelo analítico proposto por esse trabalho (Figura 2) contempla os sistemas biofísicos (hidrologia e biodiversidade), sistemas sociais (modos de vida e governança) e as mudanças de uso e cobertura da terra,

incluindo a perda de habitat, a estrutura e função das áreas úmidas, a conectividade ecológica e fluvial e os fluxos de sedimentos (BAKKEN et al., 2012; KIBLER; TULLOS, 2013; GUIMBERTEAU et al., 2017; SILVA JR et al., 2018; SWANSON; BOHLMAN, 2021). O modelo analítico focou nos impactos em escala local, na fase de operação dos aproveitamentos hidrelétricos, em relação às funções ecossistêmicas de provisão, suporte e regulação e a relação com os componentes de bem-estar.

Figura 2: Modelo analítico para se analisar os impactos cumulativos de Pequenas Centrais Hidrelétricas em cascata e em fase de operação, segundo a abordagem dos sistemas socioecológicos.



Fonte: elaboração própria.

O eixo central selecionado foi o de soberania alimentar das populações ribeirinhas afetadas por aproveitamentos hidrelétricos, ao relacionar o bem-estar humano com a agricultura de vazante, pesca e pecuária. Tal soberania está associada ao direito e autonomia das pessoas sobre suas políticas de produção, distribuição e consumo de alimentos desde seus territórios e modos de vida (SILVA, 2019). A escolha da soberania alimentar como foco se baseou no fato da agricultura, pesca e pecuária



serem dependentes dos sistemas biofísicos e social (WILLSTEED et al., 2018). A soberania alimentar para os agricultores rurais de áreas de várzea é dependente de outras funções ecossistêmicas, tais como a ciclagem de nutrientes (suporte), a manutenção das áreas úmidas (suporte), os pulsos de cheia dos rios (regulação) e a obtenção de alimentos (provisão). Assim, todos esses elementos foram integrados ao modelo de análise, assim como representado na Figura 2.

As áreas úmidas (em inglês, *wetland*) apresentam uma interdependência com os pulsos de inundação dos rios, isto é, as variações no nível dos rios caracterizadas por períodos de inundações e de secas, influenciando direta e indiretamente nos sistemas socioecológicos da região (JUNK et al., 1989). Por exemplo, os rios de água branca<sup>3</sup>, como é o caso da bacia do rio Madeira na Amazônia, transportam água com muitos sais minerais e sedimentos férteis (JUNK et al., 2021) e assim, nas épocas de cheia, há formação de áreas alagáveis férteis ao longo dos cursos fluviais, como as várzeas (JUNK et al., 2020). Tal fertilidade é aproveitada pelos seres humanos, principalmente para a agricultura, pecuária e pesca (ROQUETTI, 2018; JUNK et al., 2020). Entretanto, com o regime de operação das barragens, há alterações nesses pulsos de cheia, tanto pela redução da vazão do rio pelo barramento quanto pelas vazões vertida e turbinada, controladas pelas empresas de hidroeletricidade. Por isso, o modelo analítico buscou englobar essa importante inter-relação entre os pulsos de cheia e vazão dos rios com a manutenção das áreas alagadas, a ciclagem de nutrientes e a produção de alimentos (Figura 2).

Além disso, as várzeas apresentam grande relevância ecológica por abrigar alta biodiversidade, grande diversidade de habitats, importância para a estocagem de água e serem importantes locais de reprodução (JUNK et al. 2012; JUNK et al., 2020). Porém, com a implantação das barragens, há perda de conectividade ecológica, o que reduz a diversidade biológica à jusantes desses empreendimentos. Por exemplo, com o barramento dos rios, há redução dos estoques de peixes à jusante, afetando a subsistência e comércio local das comunidades ribeirinhas. Ainda, com as mudanças nos regimes de cheia, há efeitos negativos para os locais de reprodução dos peixes. Portanto, cumulativamente, há muitas mudanças na soberania alimentar dos sistemas socioecológicos, impactando as comunidades rurais que dependem das funções

---

<sup>3</sup> Rios turvos e com branca/acinzentada por causa da alta carga de sedimentos em suspensão (JUNK, 2020).

ecossistêmicas ligadas aos sistemas biofísicos para reproduzirem seus modos de vida e relações sociais (e.g., ROQUETTI, 2018).

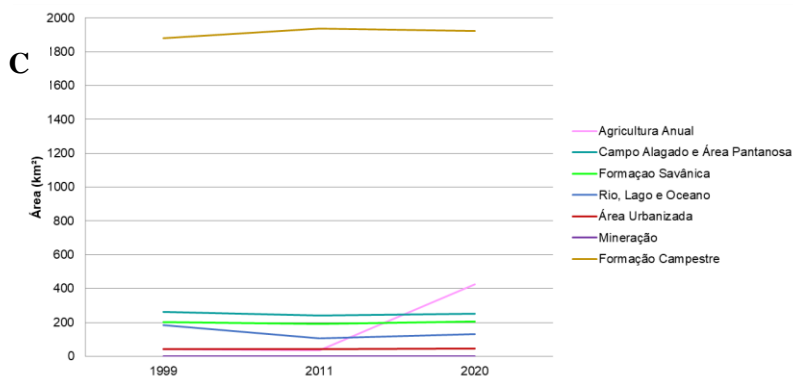
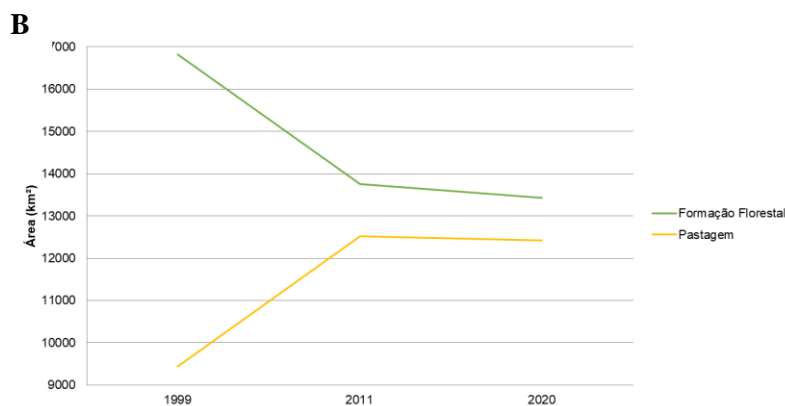
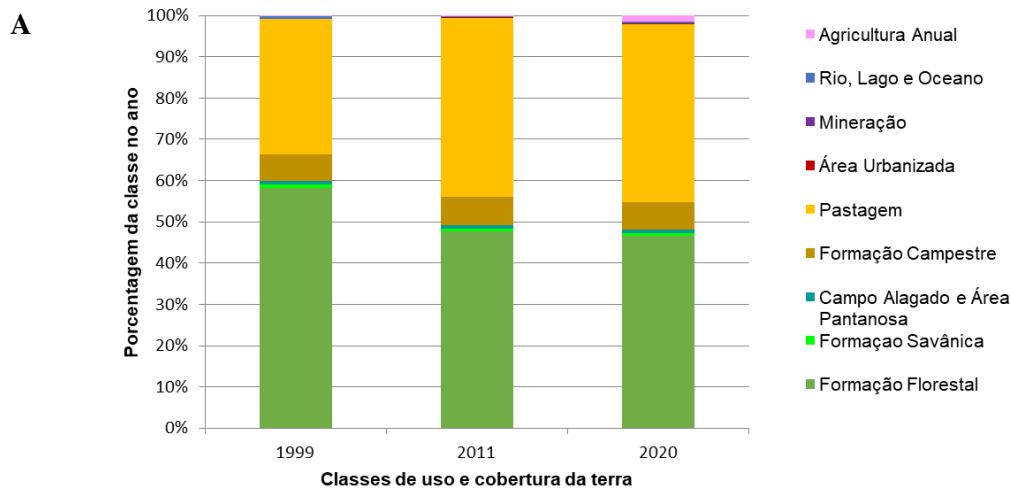
O modelo de análise proposto é uma maneira de propiciar a interdisciplinaridade entre os campos ciências ambientais, ecologia e recursos hídricos, identificados por Athayde et al. (2019b). Trata-se de uma contribuição de articular e integrar dados e conhecimentos existentes, evitando estudos fragmentados (SOUSA JÚNIOR; REID, 2010; SEITZ et al., 2011; GALLARDO et al., 2017; ATHAYDE et al., 2019b). Nesse sentido, os sistemas socioecológicos podem ser a abordagem dos CASS para se analisar impactos cumulativos, de maneira interdisciplinar. Por essa perspectiva, é possível considerar a capacidade de suporte e resiliência dos sistemas socioecológicos para assegurar a biodiversidade, processos ecossistêmicos, modos de vida e bem estar humano.

#### *Impactos cumulativos da cascata de PCHs da sub-bacia Guaporé*

Os aproveitamentos hidrelétricos são amplamente empregados no Brasil, sendo que se observa um aumento na quantia de PCHs em todo o mundo (BAKKEN et al., 2012; COUTO; OLDEN, 2018), como é o caso de Rondônia na região amazônica (ATHAYDE et al., 2019a). Como as PCHs são geralmente planejadas em conjunto ao longo do mesmo rio e/ou de seus tributários, é relevante que seus impactos cumulativos sejam analisados juntamente com outros projetos (GALLARDO et al., 2017).

Desse modo, foi feita uma análise preliminar de uso e cobertura da terra para um conjunto de sete PCHs nos rios Branco e Saldanha em Rondônia. A formação florestal da área de estudo apresentou perdas sucessivas (total de 3.393km<sup>2</sup>), com maiores perdas entre 1999 e 2011 (Figura 3). A maior parte dessa cobertura vegetal se converteu em pastagem (2.980km<sup>2</sup>) e agricultura anual (385km<sup>2</sup>), classes que tiveram maior aumento, em área, de 1999 a 2020 (Figura 3). Em termos temporais, as maiores alterações entre as classes ocorreram de 1999 à 2011, quando as três primeiras PCHs foram instaladas (Figura 3).

Figura 3: Mudanças de uso e cobertura da terra, em porcentagem (A) e em km<sup>2</sup> (B e C), por classe, ao longo dos anos 1999, 2011 e 2020.



Fonte: elaboração dos autores.

Utilizando os dados do MapBiomass, as áreas úmidas (classe campo alagado e área pantanosa) tiveram perdas de 20km<sup>2</sup> de 1999 à 2011, voltando a aumentar 9km<sup>2</sup> de 2011 à 2020. Entretanto, deve-se ressaltar que os dados do MapBiomass utilizam imagens Landsat com resolução de 30m x 30m, o que pode dificultar o reconhecimento de áreas úmidas. Assim, futuramente, este projeto de pesquisa buscará produzir dados primários complementares, por meio de processos de interpretação de imagens de maior resolução, além da realização de entrevistas em campo (em planejamento), a fim

de melhor entender as dinâmicas nas várzeas, as quais influenciam direta e indiretamente na soberania alimentar das populações ribeirinhas e indígenas, como é o caso da Terra Indígena Rio Branco (Figura 1) à jusante dessas sete PCHs.

Portanto, os resultados demonstram o potencial que o entendimento das dinâmicas de uso e cobertura da terra apresenta como suporte à AIC em escala de paisagem, revelando importantes mudanças após a operação de uma cascata de PCHs, a qual impacta os sistemas socioecológicos da região. Especificamente para o contexto amazônico, esse tipo de análise busca dar visibilidade aos impactos normalmente ignorados ou subestimados sobre os modos de vida e as interdependências entre sistemas biofísicos e sociais de uma região com alta diversidade sociobiológica (SALATI; VOSE, 1984; HANSEN et al., 2013; GALLARDO et al., 2017; ROQUETTI, 2018).

**CONCLUSÃO:** O presente trabalho apresenta uma contribuição metodológica para a análise dos impactos cumulativos de PCHs em cascata e em operação, levando em consideração as interdependências e inter-relações dentro dos sistemas socioecológicos. Assim, foi apresentado um modelo analítico associando os sistemas biofísicos e os sistemas sociais, trazendo as funções ecossistêmicas de provisão, suporte e regulação como CASS da AIC, bem como a soberania alimentar como foco dessas relações. Tal modelo foi aplicado para uma cascata de sete PCHs nos rios Branco e Saldanha do estado de Rondônia, analisando as mudanças de uso e cobertura da terra da área de estudo. A principal alteração é a conversão de floresta para pastagem nas áreas ao redor das PCHs ao longo do tempo. A perda de vegetação nativa pode acarretar em prejuízos à agricultura de vazante de pequenas propriedades, contudo, ainda é preciso analisar as mudanças na vazão, bem como conduzir entrevistas com os afetados pelas PCHs à jusante dos rios, os quais dependem dos ciclos de cheias, para entender melhor esses impactos à soberania alimentar. Portanto, os resultados demonstram o potencial que a utilização de dados de uso e cobertura da terra apresenta como suporte à avaliação de impactos cumulativos, indicando mudanças na região após a operação de uma cascata de PCHs, as quais estão relacionadas às funções ecossistêmicas que são afetadas pelos empreendimentos.

**AGRADECIMENTOS:** Gostaríamos de agradecer o apoio financeiro da FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processos nº2019/17113-9 e nº2020/07372-4), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, do CNPq através do Programa de Capacitação Institucional (PCI) e da National Science Foundation (NSF) à Rede de Pesquisa em Barragens da Amazônia/Amazon Dams Network/Red de Investigación sobre Represas Amazónicas (Processo nº1617413).

## REFERÊNCIAS:

ATHAYDE, S.; DUARTE, C.G.; GALLARDO, A.L.C.F.; MORETTO, E.M.; SANGOI, L.A.; DIBO, A.P.A., et al. Improving policies and instruments to address cumulative impacts of small hydropower in the Amazon. **Energy Policy**, v. 132, p. 265–71, 2019a. doi:10.1016/j.enpol.2019.05.003.

ATHAYDE, S.; MATHEWS, M.; BOHLMAN, S.; BRASIL, W.; DORIA, C.R.C.; DUTKA-GIANELLI, J., et al. Mapping research on hydropower and sustainability in the Brazilian Amazon: advances, gaps in knowledge and future directions. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 37, p. 50–69, 2019b.

ATKINSON, S.F.; CANTER, L.W. Assessing the cumulative effects of projects using geographic information systems. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 5, p. 457–464, 2011. doi:10.1016/j.eiar.2011.01.008

BAKKEN, T.H.; SUNDT, H.; RUUD, A.; HARBY, A. Development of small versus large hydropower in Norway comparison of environmental impacts. **Energy Procedia**, v. 20, n. 1876, p. 185–99, 2012. doi:10.1016/j.egypro.2012.03.019.

BROWNLIE, S.; TREWEEK, J.; HOWARD, J.; ROSSOUW, N.; VAN DER MERWE, L.; FACTOR, G.; HUGHES, J. Connecting people’s wellbeing and biodiversity in impact assessment. **International Association for Impact Assessment**, n. 23, 2021.

CANTER, L.; ATKINSON, S.F. Adaptive management with integrated decision making: An emerging tool for cumulative effects management. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 4, p. 287–97, 2010. doi:10.3152/146155110X12838715793002

CANTER, L.; ROSS, B. State of practice of cumulative effects assessment and management: The good, the bad and the ugly. **Impact Assessment and Project Appraisal**, v. 28, n. 4, p. 261–268, 2010. doi: 10.3152/146155110X12838715793200.

CEQ (U.S. Council on Environmental Quality). **Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act**. CEQ Executive Office of the President, 1997. Disponível em: [http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa\\_documents/RedDont/G-CEQ-ConsidCumulEffects.pdf](http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/G-CEQ-ConsidCumulEffects.pdf).

CLARK, R. Cumulative effects assessment: a tool for sustainable development. **Impact Assessment**, v. 12, n. 3, p. 319–331, 1994. doi:10.1080/07349165.1994.9725869

CLAVIJO-ROJAS, D.I. **Evaluación de Impactos Socioambientales en pequeñas comunidades bajo el enfoque de los Sistemas Socioecológicos: el caso de la minería ilícita del oro en el departamento del Chocó-Colombia**. Tesis (Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Ambiental) - Escuela de Ingeniería de São Carlos de la Universidad de São Paulo, 2021.

COOPER, L.M.; SHEATE, W.R. Cumulative effects assessment: A review of UK Environmental Impact Statements. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 22, n. 2002, p. 415–439, 2004.

COUTO, T.B.; OLDEN, J.D. Global proliferation of small hydropower plants: science and policy. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 16, p. 91–100, 2018.

FOLEY, M.M.; MEASE, L.A.; MARTONE, R.G.; PRAHLER, E.E.; MORRISON, T.H.; MURRAY, C.C.; WOJCIK, D. The challenges and opportunities in cumulative effects assessment. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 62, p. 122–134, 2017. doi:10.1016/j.eiar.2016.06.008

GALLARDO, A.L.C.F.; SILVA, J.C.; GAUDERETO, G.L.; SOZINHO, D.W.; F. A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 43, p. 22–47, 2017. doi:10.5380/dma.v43i0.53818.

GUIMBERTEAU, M.; CIAIS, P.; BOISIER, J.P.; AGUIAR, A.P.D.; BIEMANS, H.; DEURWAERDER, H., et al. Impacts of future deforestation and climate change on the hydrology of the Amazon Basin: A multi-model analysis with a new set of land-cover change scenarios. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 21, n. 3, p. 1455–75, 2017.

HANSEN, M.C.; POTAPOV, P.V.; MOORE, R.; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S.A.; TYUKAVINA, A., et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, v. 850, p. 850–854, 2013.

IFC. International Finance Corporation. **Good Practice Handbook: Cumulative Impact Assessment and Management**. IFC, 2013. Disponível em: [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/58fb524c-3f82-462b-918f-0ca1af135334/IFC\\_GoodPracticeHandbook\\_CumulativeImpactAssessment.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kbnYgl5](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/58fb524c-3f82-462b-918f-0ca1af135334/IFC_GoodPracticeHandbook_CumulativeImpactAssessment.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kbnYgl5).

JUNK, W.J. **Condições físico-químicas da água na várzea da Amazônia Central**. In: JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. **Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável**. Manaus: Editora do INPA, 2020. p. 66–77.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. **The Flood pulse concept in river-floodplain systems**. Proceedings of the International Large River Symposium, v. 106, p. 110–127, 1989.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. **Várzeas Amazônicas: Desafios para um Manejo Sustentável**. Manaus: Editora do INPA, 2020. 310 p.

KIBLER, K.M.; TULLOS, D.D. Cumulative biophysical impact of small and large hydropower development in Nu River, China. **Water Resources Research**, v. 49, n. 6, p. 3104–3118, 2013.

MEA. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

ROQUETTI, D.R. **Mudam as pessoas, mudam os lugares: transformações ambientais e nos modos de vida de populações deslocadas por barragens**. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ROQUETTI, D.R., MORETTO, E.M.; ATHAYDE, S.F. Deslocamento populacional, deslocamento de modos de vida e impactos ambientais: proposição de um modelo de análise para contextos de grandes obras de infraestrutura. SINISGALLI, P.A.A.; JACOBI, P.R. A ciência e os temas emergentes em ambiente e sociedade. São Paulo: IEE-USP/PROCAM-USP, 2020. p. 51-68.

SALATI, E.; VOSE, P.B. Amazon basin: a system in equilibrium. **Science**, v. 225, n. 4658, p. 129–38, 1984.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

SEITZ, N.E.; WESTBROOK, C.J.; NOBLE, B.F. Bringing science into river systems cumulative effects assessment practice. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 31, n. 3, p. 172–179, 2011. doi:10.1016/j.eiar.2010.08.001

SILVA JR, O.M.; DOS SANTOS, M.A.; DOS SANTOS, L.S. Spatiotemporal patterns of deforestation in response to the building of the Belo Monte hydroelectric plant in the Amazon basin. **Interciencia**, v. 43, n. 2, p. 80–84, 2018.

SILVA, E.J.M. Sistemas alimentares, soberania alimentar e a vida das mulheres: Elementos para o debate. *In*: Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul. **Mulheres & Soberania Alimentar: sementes de mundo possíveis**. Rio de Janeiro: Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul, 2019. p. 43-57.

SOITO, J.L.D.S.; FREITAS, M.A.V. Amazon and the expansion of hydropower in Brazil: vulnerability, impacts and possibilities for adaptation to global climate change. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 3165-3177, 2011.

SOUSA JR, W.C.; REID, J. Uncertainties in Amazon hydropower development: Risk scenarios and environmental issues around the Belo Monte dam. **Water Alternatives**, v. 3, n. 2, p. 249–268, 2010.

SPALING, H. Cumulative effects assessment: concepts and principles. **Impact Assessment**, v. 12, n. 3, p. 231–251, 1994. doi:10.1080/07349165.1994.9725865

SWANSON, A.C.; BOHLMAN, S. Cumulative Impacts of Land Cover Change and Dams on the Land-Water Interface of the Tocantins River. **Frontiers in Environmental Science**, v. 9, 662904, 2021. doi: 10.3389/fenvs.2021.662904

TEIXEIRA, L.R. **Megaprojetos no litoral norte paulista: o papel dos grandes empreendimentos de infraestrutura na transformação regional**. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade – Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

WILLSTEED, E.A.; BIRCHENOUGH, S.N.R.; GILLA, A.B.; JUDE, S. Structuring cumulative effects assessments to support regional and local marine management and planning obligations. **Marine Policy**, v. 98, p. 23–32, 2018.



# MAPEAMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS A SEREM A IMPACTADAS PELA ATIVIDADE DE FRATURAMENTO HIDRÁULICO NA BACIA DO PARANÁ

Matheus Rebelo<sup>1</sup>; Kelly Angelim<sup>2</sup>; Henrique Toby<sup>3</sup>; Hirdan Katarina<sup>4</sup>; Edmilson Moutinho<sup>5</sup>

1 - Matheus Rebelo Gomes Rodrigues. Universidade de São Paulo - USP. [matheus.rebelo@usp.br](mailto:matheus.rebelo@usp.br)

2 - Kelly Cristinne Leite Angelim. Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Petróleo e Gás - ABPIP. [kellyangelim01@gmail.com](mailto:kellyangelim01@gmail.com)

3 - Henrique Toby Gondim Ribeiro. Solução Energia Ltda. [henriquetoby@yahoo.com.br](mailto:henriquetoby@yahoo.com.br)

4 - Hirdan Katarina de Medeiros Costa. Universidade de São Paulo - USP [hirdan@usp.br](mailto:hirdan@usp.br)

5 - Edmilson Moutinho dos Santos. Universidade de São Paulo - USP. [edsantos@iee.usp.br](mailto:edsantos@iee.usp.br)

**RESUMO:** A exploração de recursos não convencionais utilizando da técnica do fraturamento hidráulico foi determinante para o significativo aumento da produção de hidrocarbonetos na Argentina e Estados Unidos, com a conseqüente redução de sua dependência energética externa. Contudo, a produção não convencional continua sendo um tema muito debatido, em função da percepção, por uma parte da sociedade civil, de que os riscos oferecidos por esta atividade ultrapassam seus benefícios. Este trabalho visa analisar o impacto do fraturamento no meio ambiente, em especial com relação aos recursos hídricos. De forma a melhor alcançar este objetivo, e ao mesmo tempo estabelecer uma fonte compreensiva para consultas futuras que, certamente, irão auxiliar no aprimoramento do conhecimento acerca desta atividade, este trabalho se dedica a descrever e avaliar os seguintes aspectos: fundamentos técnicos das operações de fraturamento hidráulico; levantamento das áreas ambientalmente sensíveis na Bacia do Paraná, em especial nos estados do Paraná e de São Paulo, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação; descrição de bacias hidrográficas, águas subterrâneas e relações oferta e demanda hídrica para os estados de interesse. Pode-se concluir que o impacto das atividades de “*fracking*” nos recursos hídricos é quantitativamente reduzido em geral e qualitativamente bem conhecido, sendo possível o estabelecimento de regras claras, objetivas e de fácil seguimento pelas autoridades para assegurar seu desenvolvimento em regiões adequadas, limitando a ocorrência e alcance de eventuais eventos negativos até limites compatíveis com os benefícios gerados pela atividade.

**Palavras-Chave:** Recursos hídricos; fraturamento hidráulico; proteção ambiental

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735102>

**ABSTRACT:** The exploitation of unconventional resources using the hydraulic fracturing technique was crucial to the significant increase in the production of hydrocarbons in Argentina and the United States, with the consequent reduction of their external energy dependence. However, unconventional production continues to be a much-debated topic, due to the perception, by part of civil society, that the risks offered by this activity outweigh its benefits. This work aims to analyze the impact of fracturing on the environment, especially in relation to water resources. In order to better achieve this objective, and at the same time establish a comprehensive source for future consultations that will certainly help to improve knowledge about this activity, this work is dedicated to describing and evaluating the following aspects: technical fundamentals of the operations of hydraulic fracturing; survey of environmentally sensitive areas in the Paraná Basin, especially in the states of Paraná and São Paulo, according to the National System of Conservation Units; description of hydrographic basins, groundwater, and water supply and demand relationships for the states of interest. The impact of fracking activities on water resources is quantitatively reduced in general and qualitatively well known, making it possible to establish clear, objective, and easy-to-follow rules by the authorities to ensure their development in suitable regions, limiting the occurrence and scope of any negative events up to limits compatible with the benefits generated by the activity.

**Keywords:** Water resources; hydraulic fracturing, environmental protection

**Introdução:** A exploração de recursos não convencionais utilizando da técnica do fraturamento hidráulico (*fracking*, em inglês) foi determinante para o significativo aumento da produção de hidrocarbonetos na Argentina e Estados Unidos com a consequente redução de sua dependência energética externa. Não obstante, o “*fracking*” continua sendo um tema ainda muito debatido, em função da percepção, por uma parte da sociedade civil, que os riscos oferecidos por esta atividade ultrapassam seus benefícios. É neste cenário que a Rede GASBRAS, por meio do grupo de pesquisa do Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo, dedicou-se a melhor analisar o impacto do fraturamento ao meio ambiente, em especial com relação aos recursos hídricos.

**Metodologia:** De forma a melhor alcançar o objetivo mencionado, e ao mesmo tempo estabelecer uma fonte compreensiva para consultas futuras que irão auxiliar no aprimoramento do conhecimento acerca desta atividade, este trabalho se dedica a descrever e avaliar os seguintes aspectos considerados mais importantes:

- Fundamentos técnicos das operações de fraturamento hidráulico;
- Descrição de bacias hidrográficas, águas subterrâneas e relações oferta e demanda hídrica para os estados de São Paulo e Paraná (Bacia do Paraná);

**Discussão e Resultados:** Dentro desta seção do trabalho serão esclarecidos os aspectos mencionados na metodologia, se utilizando da literatura disponível nacional e internacionalmente tal qual dados de órgãos ambientais dos estados de interesse.

- **Detalhamento da Atividade de Fraturamento Hidráulico**

Conforme os recursos fósseis de fácil acesso foram ficando mais escassos ao redor do planeta, novas tecnologias surgiram ao longo do tempo, com o intuito de se extrair estes recursos a profundidades antes inalcançáveis, tanto *onshore* quanto *offshore*.

No caso dos reservatórios chamados de não-convencionais, a formação de interesse passa a ser a rocha geradora, normalmente um folhelho (*shale*, em inglês), que se encontra a profundidades bem maiores em comparação com os reservatórios convencionais, mas também é detentora de acumulações de hidrocarbonetos muito mais robustas.

Além disso, este tipo de formação possui permeabilidades baixíssimas, da ordem de micro Darcies ( $\mu D$ ). Inclusive, este é um dos critérios para que o reservatório seja classificado como não-convencional. Devido à baixa permeabilidade, este tipo de reservatório só se torna produtivo caso seja estimulado através da técnica de fraturamento hidráulico.

O fraturamento hidráulico é uma técnica de estimulação de poços de óleo e gás, já utilizada no mundo há mais de 60 anos. Esta técnica consiste na injeção de uma mistura de água, aditivos químicos e um agente de sustentação (areia, cerâmica ou bauxita), desde a superfície até a formação de interesse, através do poço. Devido às altas pressões atingidas durante a injeção, uma fratura é induzida na rocha e preenchida com o agente de sustentação. Após alívio da pressão, a fratura se fecha em torno do agente de sustentação, expulsando de volta a maior parte do fluido em direção à superfície e, conseqüentemente, mantendo um canal preferencial de alta condutividade, por onde o óleo ou gás passará a fluir.

Apesar de o uso da água na indústria de óleo e gás ser consideravelmente menor do que em setores como agricultura, energia elétrica e outros, o gerenciamento da água é um componente chave nas operações de óleo e gás. O setor pode, sim, utilizar água doce significativamente, não só em escala local, mas também regional. As operações também podem envolver o manuseio e o gerenciamento, em larga escala, de água produzida e água a ser descartada. Portanto, o uso eficiente dos recursos hídricos é parte fundamental dos processos na indústria de óleo e gás como um todo, mas, principalmente, no desenvolvimento dos recursos não-convencionais. A tabela 1 estima os volumes utilizados em cada etapa do projeto.

Tabela 1 - Estimativa de volumes, qualidade e retorno de acordo com a etapa do projeto

Setor	Uso da Água	Faixa de Volume	Qualidade, TDS (mg/L)	Água de Retorno	Alterações na demanda ao longo do tempo
Uso de água comum à indústria de óleo e gás em geral.	Pessoal	0,18 - 0,35 m <sup>3</sup> /pessoa/dia	<600	Águas Cinzas Águas Negras	A demanda deve ser alta durante as fases de comissionamento, perfuração e completação. Mas depois tende a se estabilizar em valores bem mais baixos durante a produção
	Construção e Comissionamento	0,45 - 0,55 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de concreto  1.000 - 3.000 m <sup>3</sup> /dia	<2.000 - >15.000	Água de lavagem do concreto  Testes hidrostáticos	Os volumes para o concreto vão depender do tamanho das construções. Para os testes hidrostáticos, será de acordo com diâmetro e comprimento dos dutos. A demanda é maior durante a construção da planta.
	Exploração e Perfuração	200 - 4.000 m <sup>3</sup> /poço	<4.000	Recirculação de lama de perfuração e salmoura de completação	Os volumes serão dependentes da profundidade do poço e do programa de perfuração.
	Operações e processamento	100 - 500 m <sup>3</sup> /dia	<2.000 - >15.000	Água de combate a incêndio Água de drenagem Água condensada Água de desidratação	Os volumes variam de acordo com os equipamentos utilizados e com o tamanho da planta, mas geralmente permanecem constantes durante o funcionamento da planta.
Gás não-convencional	Fraturamento Hidráulico e Produção	3.800 - 60.000 m <sup>3</sup> /poço	<2.000 - 30.000	Água de <del>flowback</del> Água produzida	Os volumes vão depender do programa de fraturamento e da extensão do poço e tendem a se estabilizar do início da fase de produção em diante.

Fonte: IPIECA, 2013 – Good Practice Guidelines for the Development of Shale Oil and Gas

- **Mapeamento de Águas Superficiais e subterrâneas**

Para a exploração econômica de qualquer recurso mineral se faz necessário o melhor entendimento de como a atividade deverá impactar o meio no qual será realizada. Para isto, este tópico tem a finalidade de realizar um breve levantamento da questão hídrica tanto para o estado do Paraná quanto para o estado de São Paulo, sendo estes estados escolhidos haja vista que os blocos da Bacia do Paraná, ofertados na 12ª Rodada de Licitação de Blocos da ANP, se encontram nestes estados (14 no estado do Paraná e 5 no estado de São Paulo).

- **Estado do Paraná**

Em 2006, o estado do Paraná instituiu, através da Resolução da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná nº 24 de 2006 e Resolução nº 49 de 2006 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, suas 12 Unidades

Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UHGRH), da mesma forma que delimitou a área de abrangência de suas 16 bacias hidrográficas.

Dos dados hídricos disponíveis, um dos que mais interessa quando se trata da indústria dos não convencionais é quanto a disponibilidade hídrica para a realização da operação de fraturamento hidráulico, visto que se é necessário grandes volumes de água a fim de serem bombeados. Dito isto, na tabela 2 há uma listagem das unidades hidrográficas paranaenses, suas demandas hídricas (superficial e subterrânea), disponibilidade hídrica superficial e, por fim, a relação oferta x demanda hídrica.

Realizando uma breve análise, se percebe que o estado do Paraná tem uma relação oferta versus demanda hídrica de 98,08%, indicando que, de toda a água disponível para o estado, apenas 1,92% é utilizada. Agora analisando por bacias, a com maior a maior demanda hídrica em relação a oferta é Paranapanema 1, com 85,47% e a com menor é Paraná 2, com 99,76%.

Ademais, a literatura conta com o perfil da utilização de água para cada uma das bacias, sendo os setores de maior destaque o de abastecimento público (42%), industrial (24%), agrícola (21%), pecuário (13%) e minerário (~0%), para todo o estado (IAT, 2010).

Tabela 2 – Balanço entre disponibilidade e demanda por bacia hidrográfica

Bacia Hidrográfica	Demandas Hídricas Totais (L/s) (59)			Efluentes Totais (L/s)			Lançamentos Totais (L/s) (62)			Disponibilidades Hídricas Superficiais (L/s) (65)	Balanço Entre Disponibilidades e Demandas (L/s) (68)		
	Superf.	Subter.	Total	Gerados (60)	Coletado (61)	Tratados (61)	Superf.	Subter.	Total	Q <sub>95%</sub>	Balanço p/ Q <sub>95%</sub>	%	
Cinzas	1.169,1	512,3	1.681,4	570,18	96,27	377,36	511,17	59,00	570,18	27.796,31	27.138,40	97,63	
Iguaçu	Alto Iguaçu*	9.560,9	1.311,4	10.872,4	4.425,55	2.489,66	3.292,09	4.098,99	326,56	4.425,55	48.190,69	88,67	
	Médio Iguaçu*	11.352,9	1.694,7	13.047,6	5.306,66	2.650,25	3.749,68	4.911,41	395,25	5.306,66	146.727,97	95,61	
	Baixo Iguaçu*	13.495,7	3.068,6	16.564,3	6.697,06	2.962,78	4.575,15	6.103,32	593,74	6.697,06	291.256,13	97,46	
Itararé	887,7	126,5	1.014,2	437,49	26,67	355,64	411,08	26,42	437,49	34.341,79	33.865,19	98,61	
Ivaí	Alto Ivaí*	2.113,6	1.203,6	3.317,2	1.059,43	164,85	634,11	912,25	147,18	1.059,43	94.440,00	93.238,61	98,73
	Baixo Ivaí*	6.552,5	2.233,8	8.786,3	2.580,67	568,10	1.726,22	2.282,65	298,02	2.580,67	233.008,43	228.738,61	98,17
Litorânea	1.191,7	20,7	1.212,4	471,54	105,84	145,23	404,18	67,36	471,54	77.044,20	76.256,70	98,98	
Pirapó	1.983,6	644,1	2.627,8	1.482,86	314,67	1.188,56	1.382,89	99,97	1.482,86	30.046,64	29.445,89	98,00	
Paranapanema 1	581,2	83,3	664,5	103,65	68,88	80,93	94,40	9,25	103,65	3.349,54	2.862,73	85,47	
Paranapanema 2	263,8	13,8	277,6	26,09	14,36	23,55	25,96	0,13	26,09	1.825,97	1.588,16	86,98	
Paranapanema 3	998,0	239,4	1.237,5	422,02	35,88	340,94	396,58	25,44	422,02	16.580,32	15.978,85	96,37	
Paranapanema 4	256,9	293,4	550,3	162,43	13,14	87,95	138,74	23,69	162,43	19.858,97	19.740,83	99,41	
Piquiri	1.523,0	1.386,9	2.909,9	1.090,47	199,40	707,60	956,58	133,88	1.090,47	157.173,83	156.607,46	99,64	
Paraná 1	696,7	119,1	815,8	47,35	9,27	17,27	40,26	7,10	47,35	9.439,21	8.782,78	93,05	
Paraná 2	58,0	149,1	207,1	24,38	6,09	6,42	18,91	5,47	24,38	16.467,89	16.428,83	99,76	
Paraná 3	1.710,3	1.008,7	2.719,0	1.220,55	285,67	782,00	1.083,28	137,26	1.220,55	57.749,92	57.122,92	98,91	
Ribeira	788,8	223,4	1.012,2	333,16	34,91	170,07	282,20	50,96	333,16	66.136,18	65.629,59	99,23	
Tibagi	Alto Tibagi*	4.474,6	340,0	4.814,7	2.599,00	356,47	2.265,00	2.495,19	103,81	2.599,00	75.724,43	73.744,99	97,39
	Baixo Tibagi*	7.835,1	1.264,1	9.099,2	3.937,03	1.157,93	3.276,96	3.730,23	206,80	3.937,03	111.094,83	106.989,97	96,31
<b>TOTAL</b>	<b>39.991,95</b>	<b>11.387,36</b>	<b>51.379,31</b>	<b>19.606,93</b>	<b>5.899,86</b>	<b>13.861,85</b>	<b>17.862,44</b>	<b>1.744,49</b>	<b>19.606,93</b>	<b>1.153.170,17</b>	<b>1.131.040,67</b>	<b>98,08</b>	

NOTAS:

Fonte e critérios no Quadro 4.1.

\* As unidades hidrográficas que sub-dividem bacias hidrográficas estão apresentando valores acumulados.

\*\* Bacias hidrográficas que possuem a área subdividida em unidades hidrográficas de gerenciamento de recursos hídricos.

Fonte: Diagnóstico de Demandas e Disponibilidade Hídricas Superficiais, IAT (Produto 1.1 do PERH).

Há uma motivação que nos faz dar ênfase no mapeamento de águas subterrâneas e ela está associada a possíveis acidentes quando se trata do uso do fraturamento hidráulico em reservatórios não convencionais, visto que já houve um caso nos Estados Unidos em que foi constatada uma migração de gás natural de poços fraturados hidráulicamente para aquíferos adjacentes. Tratando do cenário nacional, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em conjunto com a Academia Brasileira de Ciências (ABC), demonstrou preocupação em relação ao uso do fraturamento hidráulico e enviou em 2013 uma carta (SBPC & ABC, 2013) à presidente da República à época expondo a preocupação.

Conforme endereçada a preocupação, um parâmetro que se faz necessário conhecer é a profundidade dos aquíferos, para que em simulações de propagação de fraturas a partir dos reservatórios, possamos saber se elas serão capazes de alcançar os aquíferos. No caso deste tópico, se buscou estudos e dados acerca de poços profundos tabulares em todas as onze unidades aquíferas do estado do Paraná (Embasamento Cristalino, 236 poços perfurados; Carste, 109 poços; Furnas, 36 poços; Itararé, 169 poços; Rio Bonito, 61 poços; Passo Dois, 95 poços; Guarani, 80 poços; Serra Geral, 1626 poços; Caiuá, 404 poços; Guabirotuba, 13 poços; e Litorâneo, 6 poços). Além

disto, a tabela 3 conta com dados estatísticos se usando dos conceitos de percentis levando em conta a quantidade de poços assim como suas profundidades, tendo seu reflexo na mediana. (ÁGUA & SOLO ESTUDOS E PROJETOS, 2018)

Tabela 3 – Valores máximos, mínimos e os percentis referentes a profundidade dos poços analisados em cada uma das unidades aquíferas subterrâneas no estado do Paraná.

	Embasamento Cristalino	Carste	Furnas	Itararé	Rio Bonito	Passa Dois	Guarani	Serra Geral	Caiuá
<b>Valor Máximo</b>	330,00	200,00	330,00	452,00	452,00	350,00	1567,00	795,00	350,00
<b>99</b>	304,00	192,90	316,00	390,70	430,40	308,60	1190,20	350,00	250,40
<b>98</b>	301,20	152,90	302,00	360,80	407,20	300,70	1006,60	300,90	229,90
<b>97</b>	269,68	151,70	286,50	350,00	380,80	300,00	882,30	300,00	207,30
<b>95</b>	250,50	150,00	237,50	319,10	352,00	219,50	694,20	270,00	165,90
<b>93</b>	240,00	150,00	218,60	300,00	384,40	200,00	629,40	250,00	153,80
<b>91</b>	200,00	147,30	212,30	300,00	338,80	190,80	566,80	241,10	150,00
<b>90</b>	187,00	141,50	201,50	300,00	334,00	176,00	507,50	228,00	150,00
<b>85</b>	150,75	130,00	173,20	272,50	302,00	150,90	440,10	200,00	148,70
<b>75</b>	141,75	87,50	150,00	200,00	280,00	150,00	300,00	150,00	122,00
<b>65</b>	108,00	66,20	150,00	162,00	250,00	141,90	268,10	150,00	120,00
<b>50</b>	90,00	50,70	136,00	150,00	174,00	114,00	201,50	120,00	102,00
<b>40</b>	78,00	45,00	112,00	120,00	150,00	101,40	169,20	102,00	100,00
<b>25</b>	57,00	36,00	100,00	100,00	124,00	85,00	138,40	80,00	81,00
<b>15</b>	45,13	25,70	90,00	90,90	100,00	76,00	112,90	69,90	72,00
<b>5</b>	33,00	20,20	70,00	66,00	73,00	56,10	74,60	45,50	57,00
<b>Valor Mínimo</b>	15,00	18,00	43,00	29,00	42,00	36,00	60,00	10,00	25,30

Fonte: Carta das Águas Subterrâneas do Paraná, (ÁGUA & SOLO ESTUDOS E PROJETOS, 2018). Os aquíferos Guabirotuba e Litorâneo não constam devido a sua baixa quantidade de poços perfurados.

#### ○ Estado de São Paulo

As unidades hidrográficas presentes nos 645 municípios do estado de São Paulo estão agrupadas em 22 bacias hidrográficas e uso de água no estado tem aumentado gradativamente nas últimas décadas, se tornando tema crítico para a gestão do Estado (COBRAPE, 2020). Nesse contexto, é importante conhecer o uso dos recursos hídricos para possibilitar uma melhor gestão. As principais categorias de uso da água bem como as suas respectivas vazões por bacia hidrográfica estão apresentadas na tabela 4 (COBRAPE, 2020).



Tabela 4 - Vazões de água (m<sup>3</sup>/s) outorgada no estado por bacias hidrográficas do estado de São Paulo.

Bacia hidrográfica	Abastecimento público	Indústria	Rural	Soluções alternativas e outros usos	Demanda total/uso
Mantiqueira	0,35	0	0,74	0,03	1,12
Paraíba do Sul	12,19	5,67	5,55	0,79	24,20
Litoral Norte	2,29	0,02	0,5	0,19	3,00
Pardo	6,08	3,7	6,07	1,45	17,30
Piracicaba/Capivari/Jundiá	56,55	14,71	2,81	3,62	77,69
Alto Tietê	46,34	6,89	0,98	3,33	57,54
Baixada Santista	11,09	8,82	0	1,13	21,04
Sapucaí Mirim/Grande	3,07	2,23	7,17	0,29	12,77
Mogi Guaçu	6,32	13,36	15,64	2,45	37,77
Sorocaba/Médio Tietê	6,25	2,85	4,18	2,53	15,81
Ribeira do Iguape/Litoral Sul	0,89	1,39	0,91	0,3	3,49
Baixo Pardo/Grande	3,54	2,28	15,9	1	22,72
Tietê/Jacaré	3,23	8,72	6,45	1,34	19,74
Alto Paranapanema	1,95	2,08	12,6	0,2	16,84
Turvo/Grande	4,26	3,9	10,12	0,93	19,20
Tietê/Batalha	1,67	1,34	8,36	0,75	12,12
Médio do Paranapanema	1,99	5,01	8,17	0,36	15,53
São José dos Dourados	0,48	1,36	2,67	0,05	4,56
Baixo Tietê	1,98	2,82	4,08	0,35	9,22
Aguapeí	0,76	4,01	1,84	0,85	7,46
Peixe	1,12	0,71	0,75	0,13	2,71
Pontal do Paranapanema	0,86	1,03	1,62	0,15	3,66
<b>TOTAL</b>	<b>173,24</b>	<b>92,90</b>	<b>117,11</b>	<b>22,23</b>	<b>405,48</b>

Fonte: Adaptado de COBRAPE (2020).

Na tabela 5 é apresentado o balanço hídrico para cada uma das bacias citadas na tabela 4. O balanço foi realizado a partir da demanda outorgada e da disponibilidade usando duas vazões de referência: a Q<sub>7,10</sub> (a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de recorrência), e a Q<sub>90%</sub> (vazão mínima esperada em 90% do tempo). Pode-se observar que as bacias Piracicaba/Capivari/Jundiá e a Alto Tietê apresentam balanços hídricos negativos. Sendo assim, essas bacias podem ser categorizadas como áreas com estresse hídrico (COBRAPE, 2020).

Tabela 5 – Balanço hídrico das bacias do estado de São Paulo. Os valores destacados em vermelho representam bacias com possível estresse hídrico.

Bacia hidrográfica	Demanda outorgada em SP (m <sup>3</sup> /s)	Disponibilidade (m <sup>3</sup> /s)		Balanço hídrico	
		Q <sub>7,10</sub>	Q <sub>90%</sub>	Q <sub>7,10</sub> - Q <sub>outorgada</sub>	Q <sub>90%</sub> - Q <sub>outorgada</sub>
Matiqueira	1,12	7,00	10,00	5,88	8,88
Paraíba do Sul	24,20	72,00	93,00	47,80	68,80
Litoral Norte	3,00	27,00	39,00	24,00	36,00
Pardo	17,30	30,00	44,00	12,70	26,70
Piracicaba/Capivari/Jundiá	77,69	43,00	65,00	<b>-34,69</b>	<b>-12,69</b>
Alto Tietê	57,54	20,00	31,00	<b>-37,54</b>	<b>-26,54</b>
Baixada Santista	21,04	38,00	58,00	16,96	36,96
Sapucaí Mirim/Grande	12,77	28,00	46,00	15,23	33,23
Mogi Guaçú	37,77	48,00	72,00	10,23	34,23
Sorocaba/Médio Tietê	15,81	22,00	39,00	6,19	23,19
Ribeira do Iguape / Litoral Sul	3,49	162,00	229,00	158,51	225,51
Baixo Pardo / Grande	22,72	21,00	31,00	<b>-1,72</b>	8,28
Tietê/Jacaré	19,74	40,00	50,00	20,26	30,26
Alto Paranapenema	16,84	84,00	114,00	67,16	97,16
Turvo/ Grande	19,20	26,00	39,00	6,80	19,80
Tietê / Batalha	12,12	31,00	40,00	18,88	27,88
Médio Paranapenma	15,53	65,00	82,00	49,47	66,47
São José dos Dourados	4,56	12,00	16,00	7,44	11,44
Baixo Tietê	9,22	27,00	36,00	17,78	26,78
Aguapeí	7,46	28,00	41,00	20,54	33,54
Peixe	2,71	29,00	38,00	26,29	35,29
Pontal do Paranapenama	3,66	34,00	47,00	30,34	43,34

Fonte: Adaptado de COBRAPE (2020).

Através de um estudo realizado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), o Instituto Geológico (IG), o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), foi elaborado o Mapa de Águas

Subterrâneas do Estado de São Paulo. Esta publicação constitui uma síntese dos conhecimentos das águas subterrâneas do Estado de São Paulo, fornecendo um panorama geral das principais características hidrogeológicas e potencialidades dos aquíferos do território paulista. As informações sobre os poços se encontram no SIDAS – Sistema de Informação de Águas Subterrâneas da Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização (DPO) do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Em todo Estado de São Paulo foram localizados 17.822 poços cadastrados no SIDAS, sendo que 62% deles estão inseridos na Bacia do Paraná, 26% no Embasamento Cristalino, 9% na Bacia de São Paulo e o restante (3%), na Bacia de Taubaté (SÃO PAULO, 2014).

**Considerações Finais:** Abordando a questão hídrica, parâmetros de suma importância foram levantados neste estudo como a relação oferta x demanda para as bacias hidrográficas paranaenses e paulistas, assim como as profundidades medianas de seus aquíferos. Tais informações são essenciais para que se possa traçar uma relação entre o uso da água e a operação de fraturamento, dado que o fracking é uma atividade com uso intensivo deste recurso. Outro fato passível de ocorrer que é ligado aos dados aqui levantados se trata da migração de fluidos do poço para formações adjacentes, onde se é necessário conhecer a profundidade dos aquíferos para que se possa mensurar os riscos.

Conclui-se que o impacto das atividades de “*fracking*” nos recursos hídricos é quantitativamente reduzido em geral e qualitativamente bem conhecido, sendo possível o estabelecimento de regras claras, objetivas e de fácil seguimento pelas autoridades para assegurar seu desenvolvimento em regiões adequadas, limitando a ocorrência e alcance de eventuais eventos negativos até limites compatíveis com os benefícios gerados pela atividade.

Um tema de grande importância para o desenvolvimento de produção não convencional de gás natural é o fortalecimento de canais de comunicação com o público em geral, procurando dirimir dúvidas sobre o tema, principalmente quanto à aspectos socioambientais.

**Agradecimentos:** Agradecemos o apoio do Projeto Gasbras Rede de P&D Finep, o apoio do RCGI – Research Centre for Gas Innovation financiado pela FAPESP e Shell Brasil, além da importância estratégica do apoio dado pela ANP através do incentivo regulatório associado ao investimento de recursos oriundos das Cláusulas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

#### Referências:

ÁGUA & SOLO ESTUDOS E PROJETOS. **Carta das Águas Subterrâneas do Estado do Paraná.** Disponível em: <[http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/migrados/File/CERH\\_-\\_31\\_RO/Apresentacao\\_lancamento\\_mapa\\_geologico.pdf](http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/migrados/File/CERH_-_31_RO/Apresentacao_lancamento_mapa_geologico.pdf)>

COBRAPE (2020). **Prestação de serviços técnicos especializados de consultoria para a elaboração de subsídios técnicos para o plano estadual e recursos hídricos 2020-2023 – Volume 1.** Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/planoestadualderecursoshidricos>. Acesso em 08 mar. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO (2014). **Secretaria de Meio Ambiente. Cadernos de educação ambiental: as águas subterrâneas do estado de São Paulo.** Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/cea/2014/11/01-aguas-subterraneas-estado-sao-paulo.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2021.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA - IAT. **Banco de Mapas e Dados do IAT.** Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>

INSTITUTO ÁGUA E TERRA - IAT. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná (PLERH/PR), 2010.** Disponível em: <<http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Plano-Estadual-de-Recursos-Hidricos-do-Parana-PLERHPR>>. 2010.

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION - IPIECA. **Good practice guidelines for the development of shale oil and gas.** OGP Report N° 489, December 2013, 1ed. Disponível em <https://32zn56499nov99m251h4e9t8-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/12/489.pdf>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE -MMA. **Painel de Unidades de Conservação Brasileiras, Departamento de Áreas Protegidas.** Disponível em <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMjUxMTU0NWtODkyNC00NzNiLWJiNTQtNGI3NTI2NjliZDkzliwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1NTBINyJ9>>.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - SBPC. ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS - ABC. **SPBC e ABC manifestam a sua preocupação, em carta, sob decisão de incluir o chamado “Gás de Xisto” na próxima licitação.** São Paulo, 5 de agosto de 2013. Disponível em: <<http://portal.sbpcnet.org.br/noticias/06-08-2013-cartaquebrasbpc-e-abc-enviam-carta-a-presidente-dilma-rousseff-solicitando-a-suspensao-da-licitacao-para-a-exploracao-do-gas-de-xisto/>>. 2013.

# GOVERNANÇA DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL PARA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO BASEADO EM EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS

Luis Fernando do Rego<sup>1</sup>; Karina Cavalheiro Barbosa<sup>2</sup>

1 – Luis Fernando do Rego. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. [luisfrego@usp.br](mailto:luisfrego@usp.br)

2 – Karina Cavalheiro Barbosa. [cbkarina@yahoo.com](mailto:cbkarina@yahoo.com)

**RESUMO:** Atualmente a compensação ambiental é uma ferramenta importante na agenda de restauração florestal. As grandes obras de infraestrutura, nos seus processos de licenciamento tem implementado ações de grande escala de restauração florestal. Desta forma, este trabalho pretende avaliar, sob o aspecto da governança da restauração florestal da paisagem (RFP), o processo de busca e seleção de áreas para a implantação da restauração, destacando os atores envolvidos, os processos de tomada de decisão, seus instrumentos de gestão, o ganho em escala, seus beneficiados, o engajamento dos atores e a negociação de compromissos. Sendo assim, para este estudo de caso foi feita uma análise dos programas de compensação ambiental de dois empreendimentos rodoviários: o Trecho Sul do Rodoanel Metropolitano de São Paulo e o Contorno Rodoviário de Caraguatatuba e São Sebastião, no Litoral Norte de São Paulo, utilizando materiais teóricos dos princípios e condições facilitadoras para a governança adaptativa da paisagem, as etapas e fatores de governança da RFP e domínios e princípios associados. A análise comparou os programas de compensação ambiental dos empreendimentos rodoviários cotados destacando lições aprendidas, a evolução do processo participativo e os gargalos a serem superados, sobretudo com a ampliação da participação social e a descentralização do processo de tomada de decisões. Os programas analisados mostram iniciativas que buscavam maximizar os benefícios das suas ações, como a recuperação de mananciais e áreas protegidas, porém em aspectos humanos/sociais ainda incipientes.

**Palavras-Chave:** Restauração florestal da paisagem; Compensação ambiental; Empreendimentos rodoviários; Modelos de governança; Gerenciamento ambiental.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16735129>

**ABSTRACT:** Environmental compensation is currently an important tool in the forest restoration agenda. Large infrastructure works, in their licensing processes, have implemented large-scale forest restoration actions. Thus, this work intends to evaluate, under the aspect of landscape forest restoration (RFP) governance, the process of search and selection of areas for the implementation of restoration, highlighting the actors involved, the decision-making processes and their instruments of management, the gain in scale, its beneficiaries, the engagement of actors and the negotiation of commitments. Thus, for this case study, an analysis of the environmental compensation programs of two road projects was made: the Southern Section of the Rodoanel Metropolitano de São Paulo and the Contorno Rodoviário de Caraguatatuba and São Sebastião, on the North Coast of São Paulo using theoretical materials the principles and enabling conditions for adaptive landscape governance, the stages and factors of RFP governance, and associated domains and principles. The analysis compared the environmental compensation programs of the listed highway projects, highlighting lessons learned, the evolution of the participatory process and the bottlenecks to be overcome, especially with the expansion of social participation and the decentralization of the decision-making process. The programs analyzed show initiatives that sought to maximize the benefits of their actions, such as the recovery of springs and protected areas, but in human (social) aspects that are still incipient.

**Keywords:** Forest landscape restoration; Environmental compensation; road developments; Governance models; Environmental management.

**INTRODUÇÃO:** A restauração é um dos instrumentos previstos na compensação ambiental por impactos não mitigáveis de atividades econômicas, sobretudo pelos danos ambientais previstos nos empreendimentos (Brancaion et al, 2015). Sendo assim, as compensações ambientais são mecanismos cada vez mais utilizados e eficazes (Shang et al, 2018) especialmente no que se refere a restauração florestal ocupando cada vez mais espaço na agenda ambiental por ser um mecanismo de implantação por intervenção oriunda de impactos de atividades econômicas, sobretudo os grandes projetos de infraestrutura.

As compensações ambientais são regidas pelo princípio do poluidor-pagador, que preconiza que os custos decorrentes de uma atividade potencial ou efetivamente degradadora do meio ambiente devam ser suportados integralmente pelo responsável desta atividade (Bechara, 2009). Logo, as compensações devem ser de responsabilidade do agente econômico.

As grandes obras de infraestrutura, sobretudo dos setores de transporte e energia, como rodovias e hidroelétricas, nos seus processos de licenciamento e programas ambientais têm previsto ações de restauração florestal como mecanismo de compensação para os impactos causados, especialmente os originados pela supressão de vegetação nativa, intervenção em áreas de preservação permanente (APP) e fragmentação de ecossistemas.

Segundo Van Oosten (2013), existem diversas maneiras de restaurar as paisagens florestais, considerando as características biofísicas e, principalmente, os interesses das partes interessadas e da maneira como elas negociam e tomam decisões. Este complexo processo de tomada de decisão entre as partes interessadas que operam em vários níveis e escalas é geralmente referido como governança da paisagem. Por conta da magnitude dos impactos de grandes empreendimentos, são geradas compensações de larga escala, cuja implantação da restauração florestal serve como um bom exemplo da dinâmica de governança.

A Restauração Florestal da Paisagem (RFP), como nos apresenta Adams et al (2021), Brancalion et al. (2016) e Mansourian (2017), pode ser entendida como “o conjunto amplo de instituições e atores sociais, e as maneiras pelas quais eles se conectam e inter-relacionam ao longo do tempo, para influenciar a implementação da restauração de uma paisagem florestal” (Adams, 2021). Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar, sob o prisma da governança da RFP, utilizando dois casos práticos de empreendimentos rodoviários, o processo de busca e seleção de áreas para a restauração, destacando os atores envolvidos; os processos de tomada de decisão e seus instrumentos de gestão; o ganho de escala; os seus beneficiados; e o engajamento dos atores e a negociação dos compromissos.



**MATERIAL E MÉTODOS:** Para avaliar aspectos de governança da restauração florestal foram escolhidos e utilizados dois empreendimentos rodoviários na Macro Metrópole de São Paulo, estudos de casos semelhantes, porém executados em períodos distintos diferentes. Nos dois casos foram analisados os programas de compensações ambientais sendo o primeiro realizado entre os anos de 2006 e 2014 referente a implantação do empreendimento do Trecho Sul do Rodoanel Metropolitano de São Paulo e o segundo realizado entre os anos de 2014 e 2021 referente a implantação do empreendimento Contorno Rodoviário de Caraguatatuba e São Sebastião, no Litoral Norte de São Paulo.

O Contorno Rodoviário da Região Metropolitana de São Paulo, denominado Rodoanel Mário Covas (SP-021), interliga as principais rodovias que chegam à capital. O empreendimento foi dividido em quatro trechos: Oeste, Sul, Leste e Norte. O Trecho Sul, objeto de análise deste estudo, interliga o Trecho Oeste às rodovias Imigrantes, Anchieta e a Av. Papa João XXIII. No seu percurso, o Trecho Sul atravessa uma importante região de mananciais e sete municípios (Barbosa et al, 2013).

Já o Contorno Rodoviário de Caraguatatuba e São Sebastião (Contornos), no Litoral Norte de São Paulo, conecta o Porto de São Sebastião à Rodovia dos Tamoios (SP-099), bem como o acesso à Ilhabela e Ubatuba.

Para proceder esta análise foram utilizados dados disponíveis em literatura cinzenta, relatórios institucionais, sobre os programas de compensação ambiental e os projetos de restauração florestal de ambos os empreendimentos, somados a materiais teórico referencial, os princípios e condições facilitadoras para a governança adaptativa da paisagem (Ros-Tonen et al, 2014), as etapas e fatores de governança da RFP (Mansourian, 2016) e os domínios e princípios associados principais (César et al, 2021).

Desta forma, com muita leitura e análise baseada nas informações coletadas nos programas e nos projetos objeto de estudo, foram elaboradas tabelas comparativas entre os princípios elencados nas referências teóricas e os projetos objeto de estudo, apontando os aspectos principais relacionados a estes princípios.

**RESULTADOS:** Os resultados são apresentados de maneira comparativa para os estudos de caso, ou seja, para constatações referentes ao empreendimento do Trecho Sul do Rodoanel e do Contornos, sempre relacionando aspectos importantes quanto a governança relacionada à compensação ambiental, mais especificamente à restauração florestal.

O Trecho Sul do Rodoanel gerou um compromisso de restauração florestal de 1.107 hectares (Barbosa et al, 2013) e o projeto foi executado entre os anos de 2007 e 2014, considerando as fases de prospecção e planejamento, implantação e manutenção (DERSA, 2014). Segundo Barbosa et al. (2013), o processo de busca e seleção de áreas para a restauração florestal seguiu uma hierarquia, priorizando as áreas afetadas pelas obras e, em seguida, as demais áreas de influência, como parques lindeiros e áreas indicadas pelas prefeituras afetadas. Por fim, a busca focou no entorno dos reservatórios que abastecem a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), unidades de conservação e áreas indicadas pelo Programa Mata Ciliares (PMC), da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA). O critério de seleção eram áreas de domínio público, com a situação fundiária equacionada, de preferência adjacentes a remanescentes florestais com o objetivo de contribuir para a formação de corredores. O projeto contou com o apoio da Coordenação Especial para Restauração de Áreas Degradadas (CERAD) do Instituto de Botânica de São Paulo (IBt), que forneceu o apoio técnico-científico com orientação das ações de plantios compensatórios, bem como envolveu as prefeituras locais por meio de convênios, que previa a indicação de áreas e a implantação de viveiros de produção de mudas locais e capacitação dos técnicos (DERSA, 2014). Foram consultados, além do Programa Mata Ciliares, o Comitê de Bacias Hidrográficas do Alto Tietê (CBH-AT) e o Consórcio Intermunicipal do ABC Paulista, porém sem sucesso na indicação de áreas (Barbosa et al, 2013).

Já o Contorno de Caraguatatuba e São Sebastião gerou um compromisso de restauração florestal de 430 hectares e foi iniciado em 2014, com a prospecção de áreas e concluído em 2021, após a fase de implantação, manutenção e monitoramento (DERSA, 2021). O programa de restauração florestal envolveu as duas prefeituras locais, bem como a Fundação Florestal (FF), responsável por diversas unidades de conservação da região; o Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH/LN) e a sociedade civil organizada. O critério de seleção de áreas seguiu um perfil hierárquico,

priorizando áreas na região afetada, especialmente nos dois municípios e nas unidades de conservação impactadas, sobretudo o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM). O projeto não teve acompanhamento de nenhum instituto de pesquisa.

Conforme levantamento realizado nas pesquisas de artigos e bibliografia cinzenta, as principais características dos projetos, áreas beneficiadas e envolvimento dos atores foram agrupadas e resumidas na tabela 1. A tabela 2 apresenta o comparativo das ações adotadas em ambos os projetos, considerando os princípios e condições facilitadoras para a governança adaptativa da paisagem proposto por Ros-Tonen et al. (2014). A tabela 3 compara com as etapas e fatores de governança da RFP de Mansourian (2016) e a tabela 4 apresenta os domínios e princípios associados principais propostos por César et. al. (2021).

Tabela 1. Características dos projetos de compensação objeto do estudo.

CARACTERÍSTICAS	RODOANEL SUL	CONTORNOS
Área beneficiada	1.107 ha	430 ha
Critério seleção de áreas	Áreas públicas	Áreas públicas e privadas
Hierarquia de seleção	Áreas impactadas Áreas próximas (município) Raio 150 km	UCs impactadas Áreas próximas (municípios)
Perfil áreas beneficiadas	75% represas (abastecimento) 15% parques e UCs 8% áreas impactadas 2% Prefeituras	77% Parques e UCs 12% Privada 7% Prefeituras 4% áreas impactadas
Estrutura fundiária das áreas	75% empresas públicas (saneamento) 17% públicas 8% próprias	84% público 12% privada 4% próprias
Modelo de Governança	Hierárquica / centralizada	Hierárquica / centralizada
<b>Envolvimento Social</b>		
Poder público local (prefeituras)	Indicação de áreas; implantação de viveiros; capacitação; fiscalização	Indicação de áreas; fiscalização
População local	Sem participação	Média, com uso de mão-de-obra local
Organizações sociais (ex: assoc. de bairro)	Sem participação	Indicação de áreas; apresentações informativas; acompanhamento
ONG	Sem participação	Indicação de áreas; acompanhamento
Institutos de pesquisa	Sim (IBT)	Não

Comitê de Bacias (CBH)	Participação passiva (indicação de áreas, sem sucesso)	Participação ativa (indicação de áreas, planejamento, acompanhamento, mediação)
UCs (conselho gestor)	Participação passiva (indicação de áreas, fiscalização)	Participação ativa (indicação de áreas, ações, acompanhamento, fiscalização, treinamento da mão-de-obra)

Fonte: Barbosa et al (2013); DERSA (2014); DERSA (2021)

**Tabela 2.** Comparativo dos princípios e condições facilitadoras para a governança adaptativa da paisagem (adaptado de Ros-Tonen et al., 2014).

PRINCÍPIOS		RODOANEL SUL	CONTORNOS
Abordagem integrada	A paisagem é considerada como um SES, onde paisagens resilientes integram conservação com produção.	Parcial. O foco ecológico, mas com benefícios à produção.	Parcial. O foco ecológico, mas com benefícios à produção.
Negociação com múltiplos atores sociais	As negociações de objetivos, as transformações desejadas e os compromissos definidos envolvem diferentes atores sociais e escalas.	Parcial. Participação social limitada, focada em poucos aspectos e sem poder de decisão.	Parcial. Participação social ampla e participativa, mas sem poder de decisão.
Governança policêntrica	As estruturas de governança são diversificadas e aninhadas ( <i>topdown, bottom-up</i> , em rede), incluem ligações verticais, horizontais e arranjos híbridos entre Estado, mercados e sociedade civil.	Governança centralizada	Governança centralizada
Aprendizagem contínua	As mudanças requerem o desejo de aprender com os erros e o uso de abordagens para o aprendizado.	Sim	Parcial. Há participação social, mas não há perpetuação das experiências.
Capacidade adaptativa como preparação para mudanças	A tomada de decisões em ambiente de diversidade institucional se dá em processos colaborativos e com compartilhamento de poder.	Parcial. Participação social limitada, poder de decisão centralizado em um ator.	Parcial. Participação social ampla, mas poder de decisão centralizado em um ator.
CONDIÇÕES FACILITADORAS			
Capital social	Representa pré-condição para a auto-organização e ação coletiva; baseado na existência de vínculos sociais, relações de confiança, ligações horizontais, redes e alianças.	Não	Não
Organizações-ponte (ONGs, universidade, pesquisas)	Mobilizam atores, fundos e apoio político; fazem transferência de informação e conhecimento; promovem a construção de confiança e capital social; mediam conflitos; e criam plataformas de aprendizagem coletiva.	Não	Parcial. Possui rede engajada, com participação do Comitê de Bacias e das UCs
Financiamento de longo prazo	É pré-condição para a tomada de decisão na governança adaptativa.	Parcial. Recursos pré-definidos para cobrir as demandas do projeto.	Parcial. Financiamento para o projeto, sem garantia de continuidade e limitado

**Tabela 3.** Etapas e fatores de governança da RFP (Mansourian, 2016).

ETAPAS	Fatores de governança	RODOANEL SUL	CONTORNOS
Iniciar	Financiamento, políticas nacionais, práticas e costumes locais.	Sim (atendimento à legislação)	Sim (atendimento à legislação)
Estimular	Sanções legais e medidas coercitivas, ou iniciativas baseadas em mercado.	Não. Iniciativa com implantação direta, sem transferência de recursos para outros atores	Não. Iniciativa com implantação direta, sem transferência de recursos para outros atores
Mediar	Facilitação e negociações de processos da governança.	Não houve um ator com o papel de mediar	Parcial, com o envolvimento do Comitê de Bacias e das UCs
Mudar	Superação de obstáculos.	Limitado. Não existe uma governança pós-projeto	Limitado. Não existe uma governança pós-projeto
Compartilhar	Custos imediatos e benefícios de longo prazo, distribuídos de forma equânime entre os atores.	Parcial. Custos concentrados no empreendedor, mas busca de ampliar os benefícios de longo prazo (porém limitado)	Parcial. Custos concentrados no empreendedor, mas busca de ampliar os benefícios de longo prazo (porém limitado)
Fazer cumprir	Instituições fortes e localmente respeitadas e mecanismos de cumprimento de regras.	Sim. Acompanhamento das instituições públicas	Sim. Acompanhamento das instituições públicas e da sociedade civil
Monitorar	Mecanismos e instituições efetivos para a gestão adaptativa e monitoramento, que sejam aceitos por todos os atores.	Parcial. Estabelecimento de um protocolo (IBt) mas limitado ao prazo do projeto	Parcial. Envolvimento dos atores e instituições locais, mas limitado ao prazo do projeto

**Tabela 4.** Domínios e princípios associados principais de Gestão de projetos, princípios humanos e ecológicos para restauração florestal e paisagística (CÉSAR, 2021).

DOMÍNIOS	PRINCÍPIOS	RODOANEL SUL	CONTORNOS
Gestão e Governança	Escala da paisagem	Sim. Abrange mais de uma área, dentro da eco-região e com usos múltiplos.	Sim. Abrange mais de uma área, dentro da eco-região e com usos múltiplos.
	Priorização	Sim. Tipo, localização e tempo de intervenção planejados para aumentar os resultados.	Sim. Tipo, localização e tempo de intervenção planejados para aumentar os resultados.
	Conformidade legal e normativa	Sim. Atende toda a legislação e normas (formais e locais). Organização adotou estratégias para evitar conflitos	Sim. Atende toda a legislação e normas (formais e locais). Organização adotou estratégias para evitar conflitos
	Participação	Parcial, pois era uma governança centralizada, com participação social limitada, focada em alguns aspectos.	Parcial, pois era uma governança centralizada, com participação social mais ampla que o Rodoanel, mas sem poder de decisão.
	Gestão Adaptável	Sim, pois teve acompanhamento de um instituto de pesquisa (IBt)	Sim. Apesar de não haver nenhuma parceria formal, houve um monitoramento sistematizado e posterior disponibilização dos dados
Aspecto Humano	Melhorar os meios de subsistência	Não	Parcial. Apesar de não prever ações de subsistência, grande parte da mão-de-obra era local e houve uma preocupação com a recuperação de locais turísticos e cênicos.
	Inclusão e equidade	Não	Sim. Uso de mão-de-obra local, as equipes apresentaram maior equidade de gênero e uso de egressos do sistema prisional.
	Diversificação econômica	Não. Foco exclusivo na restauração das áreas.	Não. Foco exclusivo na restauração das áreas.
	Capacitação	Parcial. Houve produção e divulgação das informações científicas e programas de capacitação da mão-de-obra, como cursos de colheita de sementes e produção de mudas, mas de alcance limitado	Parcial. Houve a divulgação de informações técnicas, capacitação dos trabalhadores em parceria com as UCs e formação de brigadistas locais, mas de alcance limitado.
Aspectos Ecológicos	Conservação da biodiversidade	Sim. Uso exclusivo de espécies nativas e foco na diversidade. Preocupação com a origem das sementes	Sim. Uso exclusivo de espécies nativas, foco na diversidade e ações de erradicação de exóticas. Preocupação com a origem das sementes

DOMÍNIOS	PRINCÍPIOS	RODOANEL SUL	CONTORNOS
	Heterogeneidade e conectividade da paisagem	Sim. Foco na melhora da funcionalidade da paisagem e redução da pressão sobre as florestas e formação de conectividade.	Sim. Foco na melhora da funcionalidade da paisagem e redução da pressão sobre as florestas e formação de conectividade.
	Provisão de bens e serviços ecossistêmicos	Sim. Foco na recuperação de mananciais e áreas no interior de UCs	Sim. Foco na recuperação de áreas no interior de UCs e formação de corredores. Redução dos processos de assoreamento e erosão.



**DISCUSSÃO:** Analisando os empreendimentos do Trecho Sul do Rodoanel e o Contornos existem diferenças importantes e uma evolução em termos de conhecimento quanto a governança relacionada à compensação ambiental, mais especificamente à restauração florestal.

As ações de plantio do Trecho Sul do Rodoanel foram implantadas em paralelo ao surgimento de alguns programas de governança, como o “Mata Ciliares” e encontrou muitas dificuldades na identificação de áreas (Barbosa, 2013). Mesmo apresentando algumas iniciativas de participação, como o envolvimento dos municípios afetados, implantação de viveiros de produção de mudas e programas de capacitação, e buscando o envolvimento do CBH e alguns atores locais organizados, bem como a participação de um centro de pesquisas (IBt), o projeto apresentava uma estrutura de tomada de decisão extremamente centralizada, com uma participação passiva das instituições sem muitos resultados práticos. Em termos de governança, a participação local foi muito baixa, com pouca participação social local, com o poder de decisão concentrado no empreendedor.

Já com relação ao projeto do Contorno, a participação dos diversos atores se mostrou muito forte, com a participação ativa de diversos atores sociais e locais, como associações de bairro, CBH, a gestão das UCs (incluindo o Conselho Gestor) e as próprias prefeituras, que tiveram papel preponderante para definir que as áreas de restauração se dessem no âmbito local. Os atores envolvidos participaram de todas as etapas, desde o planejamento e a indicação de áreas, bem como da fiscalização e acompanhamento da implantação dos projetos.

Para a explicação desta mudança, é importante registrar dois aspectos importantes: as organizações sociais pré-existentes, com uma presença de entidades e movimentos ambientalistas muito fortes e engajados na região do Litoral Norte de São Paulo; e a própria mudança das políticas e ações de restauração florestal, como alterações da legislação e da agenda pública sobre o tema.

Um outro ponto que chama a atenção no comparativo entre os projetos é a busca por áreas com algum objetivo adicional, além da restauração florestal, como

a recuperação de mananciais e sistemas produtores de água – principalmente no Trecho Sul do Rodoanel; a recuperação no interior de áreas protegidas – ambos os projetos; e a proteção da margem de cursos d’água e a formação de corredores – Contornos.

Porém, no tocante à governança, ambos os projetos apresentam uma gestão muito centralizada no empreendedor, com baixa participação na tomada de decisões, cabendo um papel mais secundário aos atores sociais envolvidos.

**CONCLUSÃO:** Analisar a dinâmica de programas de compensação ambiental e, mais especificamente, os projetos de restauração florestal associados pode ajudar na compreensão de mecanismos e o funcionamento das relações de diferentes atores, especialmente em projetos de larga escala mas com escopo e prazo definidos, característicos de projetos de compensação.

Desta forma, os programas e projetos foram analisados nos dois empreendimentos e por meio das comparações realizadas, das diferenças apontadas e especialmente da aprendizagem constada devido a evolução quanto a realização da restauração florestal pode se notar a importância da análise de governança.

Ambos os projetos apresentaram iniciativas que buscavam maximizar os benefícios das suas ações, como a recuperação de mananciais e áreas protegidas. Já os aspectos humanos/sociais dos projetos se mostraram um tema com um alcance limitado, sem muita profundidade, sendo objeto de pouca atenção nos projetos analisados. O fato de serem projetos com prazo determinado, com metas de médio/curto prazo, sem um envolvimento maior da sociedade, acaba sendo um limitador com relação aos benefícios locais de longo prazo, incluindo a produção de conhecimento e a criação de plataformas de aprendizagem coletiva, não sendo possível identificar como estes projetos contribuíram para aperfeiçoar os arranjos de governança.

No caso do Contornos, do litoral norte de São Paulo, pode-se notar a importância de existir uma rede pré-estabelecida e que foi participativa para a

implantação dos projetos de restauração florestal, especialmente porque a gestão deste tipo de projeto ainda se encontra muito centralizada, com pouca abertura no processo de tomada de decisão, apesar dos avanços nos aspectos de participação e envolvimento social.

O envolvimento do maior número e diversidade de atores e a aplicação da rede de governança pode contribuir para que estes grandes programas de restauração possam gerar maior sinergia das suas ações e, ao mesmo tempo, se mostram uma grande oportunidade para se implementar e experimentar processos de RFP, que podem ser multiplicados e reproduzidos em outros níveis.

**AGRADECIMENTOS:** Gostaríamos de agradecer às Prof<sup>as</sup> Cristina Adams e Luciana Gomes de Araujo, docentes da disciplina de pós-graduação do PROCAM/IEE/USP – Florestas Tropicais: uma perspectiva interdisciplinar (PCA 5016) – ministrada no primeiro semestre de 2021, e a Prof<sup>a</sup> Sueli Angelo Furlan.

#### **REFERÊNCIAS:**

ADAMS C.; ARAUJO, L. G.; SANCHES, R. A.; FUTEMMA, C.; BUZATI, J. R.; SANCHES, V. H.; MACEDO, G. S. S. R. no prelo. Governança da Restauração Florestal da Paisagem no Brasil: Desafios e Oportunidades. Desenvolvimento e Meio Ambiente, 57.

BARBOSA, K.C.; REGO, L.F.; BARBOSA, M.A. Seleção de áreas para a execução de plantios compensatórios: um desafio para o cumprimento de uma exigência ambiental do Trecho Sul do Rodoanel. Políticas públicas para a restauração ecológica e conservação da biodiversidade / Luiz Mauro Barbosa – São Paulo, Instituto de Botânica - SMA, 2013, p. 209-232

BECHARA, E. Licenciamento e compensação ambiental na Lei do Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC). São Paulo, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Restauração florestal São Paulo, 2015.

BRANCALION, P.H.S.; PINTO, S.R.; PUGLIESE, L.; PADOVEZI, A.; RODRIGUES, R.R.; CALMON, M.; CARRASCOSA, H.; CASTRO, P.; MESQUITA, B. Governance innovations from a multi-stakeholder coalition to implement large-scale Forest Restoration in Brazil. World Development Perspectives, 3, 15–17, 2016

CÉSAR, R. G.; BELEI, L.; BADARI, C. G.; VIANI, R. A. G.; GUTIERREZ, V.; CHAZDON, R. L.; BRANCALION, P. H. S.; MORSELLO, C.; Forest and Landscape Restoration: A Review Emphasizing Principles, Concepts, and Practices; 2021.

DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. Relatório de Atendimento aos TCRA's - Programa de reflorestamento. Rodoanel Trecho Sul. São Paulo: DERSA, 2014.

DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. Relatório de Situação das áreas de restauração florestal da Nova Tamoios Contornos - abril/2021. São Paulo: DERSA, 2021.

JANISHEVSKI, L.; SANTAMARIA, C.; GIDDA, S.B.; COOPER, H.D.; BRANCALION, P. H. S. Ecosystem restoration, protected areas and biodiversity conservation. *Unasylva*. 245, 19-28, 2015

MANSOURIAN, S. Understanding the Relationship between Governance and Forest Landscape Restoration. *Conservation and Society*, 14(3), 267-278, 2016.

MANSOURIAN, S. Governance and forest landscape restoration: A framework to support decision-making. *Journal for Nature Conservation*, 37, 21-30, 2017.

ROS-TONEN, M.; DERKYI, M.; INSAIDOO, T.F.G. From Co-Management to Landscape Governance: Whither Ghana's Modified Taungya System? *Forests*, 5, 2996-3021, 2014.

SHANG, W., GONG, Y., WANG, Z., & STEWARDSON, M. (2018). Eco-compensation in China: Theory, practices and suggestions for the future. *Journal of Environmental Management*, volume 210, 162-170.

VAN OOSTEN, C. Restoring Landscapes—Governing Place: A Learning Approach to Forest Landscape Restoration. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 659-676, 2013.

VAN OOSTEN, C. Forest Landscape Restoration: Who Decides? A Governance Approach to Forest Landscape Restoration. *Natureza & Conservação* 11(2):119-126. 2013.



GT5 - Governança, políticas  
públicas e direito ambiental

# ANÁLISE DO CBIO COMO PASSO INICIAL AO DESENVOLVIMENTO DE BECCS NO BRASIL

Brenda H.M. Silveira<sup>1</sup>; Hirdan K.M. Costa<sup>2</sup>; Edmilson M. Dos Santos<sup>3</sup>

1 – Brenda Honório Mazzeu Silveira. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [brendasilveira@usp.br](mailto:brendasilveira@usp.br)

2 – Hirdan Katarina de Medeiros Costa. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [hirdan@usp.br](mailto:hirdan@usp.br)

3 – Edmilson Moutinho dos Santos. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [edsantos@iee.usp.br](mailto:edsantos@iee.usp.br)

**RESUMO:** A captura e armazenamento geológico de carbono associado a bioenergia (BECCS) destaca-se devido, principalmente, à capacidade de alcançar emissões negativas. Diversos instrumentos têm sido implementados para incentivar tecnologias menos poluentes, dentre as quais se encontra o Crédito de Descarbonização (CBio) no Brasil. Este artigo discute de que modo a recente implantação dos Créditos de Descarbonização (CBio) no Brasil pode fornecer incentivos ao desenvolvimento de BECCS. Por meio de revisão da literatura, o presente estudo seleciona os principais pontos relevantes para a promoção da BECCS com base em documentos de instituições supranacionais, assim como em experiências internacionais que foram capazes de promover essa tecnologia. A partir disso, foi possível elencar os aspectos mais relevantes da atuação governamental para promoção de BECCS e relacioná-los às características e obrigações do CBio. Os aspectos mais relevantes da atuação governamental para promoção de BECCS são: consonância de BECCS com os compromissos de mitigação; definição de políticas explicitamente focadas em BECCS; desenvolvimento de nichos específicos; políticas estáveis, porém, flexíveis; e contabilidade adequada das emissões ao longo do ciclo de vida de BECCS. Conclui-se que o CBio contribui ao traduzir as políticas de mitigação de GEEs de forma efetiva, auxilia na contabilidade adequada das emissões do setor de biocombustíveis e fornece mecanismos de estabilidade de preços. Por outro lado, a ausência de BECCS na cartilha de tecnologias necessárias para alcançar as metas do Brasil, somada à falta de políticas específicas à BECCS no país limitam a sua atuação.

**Palavras-Chave:** BECCS; políticas de mitigação de GEEs; Crédito de Descarbonização (CBio).

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746571>

**ABSTRACT:** The importance of bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) is mainly due to its ability to achieve negative emissions. Several policies have been implemented to encourage less polluting technologies, among which is the Decarbonization Credit (CBio) in Brazil. This article discusses how the recent implementation of Decarbonization Credits (CBio) in Brazil can provide incentives for the development of BECCS. Through a literature review, this study selects the main points relevant to the promotion of BECCS, based on documents from supranational institutions, as well as on international experiences that have managed to promote this technology. From this, it was possible to list the most relevant aspects of government action to promote BECCS and relate them to the characteristics and obligations of CBio. The most relevant aspects of government action to promote BECCS are: compliance of BECCS with mitigation commitments; definition of policies explicitly focused on BECCS; development of specific niches; stable but flexible policies; and proper accounting of emissions throughout the life cycle of BECCS. It is concluded that CBio contributes by turning GHG mitigation measures into effective policies, assisting in the proper accounting of emissions from the biofuels sector and providing price stability mechanisms. On the other hand, the absence of BECCS in the portfolio of technologies necessary to achieve Brazil's goals, added to the lack of specific policies for BECCS in the country, limit its performance.

**Keywords:** BECCS; GHG mitigation policies; Decarbonization Credits (CBio).

**Introdução:** No contexto de mitigação de gases de efeito estufa (GEEs), é importante a implementação de diversas tecnologias de baixo carbono, dentre as quais destaca-se a tecnologia BECCS (*Bioenergy with carbon capture and storage*), que captura o CO<sub>2</sub> emitido em plantas de bioenergia, o transporta até o local de armazenamento, e o armazena em formações geológicas profundas, como aquíferos salinos e poços de petróleo não mais utilizados (CONSOLI, 2019; IEA, 2017; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Nesse sentido, essa tecnologia é capaz de fornecer emissões líquidas negativas, tendo em vista que a bioenergia é considerada uma fonte de emissões neutras, uma vez que o carbono emitido no

seu uso final foi capturado para o crescimento da biomassa (CONSOLI, 2019; IEA, 2017; KETZER et al., 2016). O Brasil tem relevante potencial de BECCS devido à sua indústria de bioenergia, em especial à indústria de etanol (KETZER et al., 2016).

Dada a importância de BECCS e a possibilidade de aproveitamento dessa tecnologia tanto a nível internacional como nacional, uma observação curiosa é que seu desenvolvimento não tem acompanhado o seu potencial. Por um lado, a própria natureza econômica da tecnologia BECCS dificulta que o serviço seja fornecido por agentes privados, devido à impossibilidade de excluir não-pagantes do serviço ofertado – bem comum (IEA, 2012; RICCI, 2012). Isso significa que, fora do contexto de EOR, não há retorno financeiro para BECCS sem a atuação do governo no sentido de afastar essa falha de mercado (FRIDAHL, 2018). Por outro, os custos elevados de BECCS limitam o seu desenvolvimento (ABDULLA et al., 2021; CHIU et al., 2015; LYU; SHI; WANG, 2020; MO et al., 2016)

Uma das formas de contornar essa dificuldade é implementar instrumentos de mercado que visem valorar o meio ambiente, à exemplo dos sistemas *cap-and-trade*, isto é, definição de um limite de emissões para determinados setores, combinado à criação de um mercado de CO<sub>2</sub>, também denominados ETS (*emission trading system*) (ABDULLA et al., 2021; LYU; SHI; WANG, 2020; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Mercados de carbono foram adotados no Reino Unido em 2005, no Japão em 2012, no México em 2014 (CHIU et al., 2015) e no Brasil em 2017 (MATSUURA et al., 2018; MME, 2019; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017).

Alguns autores avaliaram o resultado de políticas em países específicos. Lyu, Shi e Wang (2020) verificaram o efeito do mercado de carbono chinês sobre a inovação de tecnologias de baixo carbono, com o estudo de caso do mercado-piloto estabelecido em algumas províncias e cidades da China desde 2013. Abdulla et al. (2021), Bellamy et al. (2021) e Fridahl et al. (2020) avaliaram a opinião dos stakeholders acerca das políticas implementadas no Reino Unido e na Suécia.



Nesse sentido, apesar de diferentes estudos já terem elencado as principais características das políticas que resultam em um cenário favorável à BECCS, há uma lacuna na literatura quanto ao confronto desses aspectos com a política brasileira. O presente artigo auxilia a preencher essa lacuna ao adotar o estudo de caso da política de Crédito de Descarbonização, CBio. Portanto, discute de que modo a recente implantação do CBio no Brasil pode fornecer incentivos ao desenvolvimento de BECCS.

**Materiais e métodos:** O presente estudo seleciona os principais pontos relevantes para a promoção da BECCS com base em documentos de instituições supranacionais que definiram guias de políticas responsáveis para o incentivo de CCS e BECCS, assim como em experiências internacionais. Para que seja possível relacionar esses fatores ao contexto do CBio no Brasil, esta seção também apresenta suas principais características.

### 1.1. Principais qualidades de políticas nacionais para o desenvolvimento de BECCS

Um dos pontos mais destacados é a necessidade de BECCS estar em consonância com as metas de mitigação de gases de efeito estufa do país (IEA, 2012, 2017; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Devido aos altos custos de investimento e ao fato de BECCS não gerar rendimentos fora do mercado de carbono, é imprescindível sinalizar a importância dessa tecnologia no longo prazo para o país (IEA, 2012). É fundamental que BECCS seja explicitamente colocada como instrumento essencial para o país alcançar as metas do Acordo de Paris (national determined contributions - NDCs) a fim de promover os investimentos necessários (IEA, 2012, 2017; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021).

Nesse sentido, é importante a adoção de metas de emissões líquidas negativas, dado a obrigatoriedade de BECCS nesse contexto (FRIDAHL, 2018; IEA, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Exemplos de países em que a discussão evoluiu significativamente a partir da determinação, ou adesão à definição internacional, de emissões negativas são: Suécia, Noruega, Reino Unido e

Alemanha (SCHENUIT et al., 2021). Somado a isso, a experiência vigente aponta a importância de construir e definir políticas explicitamente focadas em BECCS. Esse contexto envolve, por exemplo, subsídio direto e construção de fundos (FRIDAHL, 2018; IEA, 2012, 2017; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Como exemplo de políticas nesse contexto, é possível destacar o fundo de investimento para projetos de RDD&D relacionados a BECCS na Suécia, denominado *Industrial Leap Scheme Industriklivet* (SCHENUIT et al., 2021).

Por outro lado, tendo em vista quais projetos devem ser fomentados, a literatura aponta a importância de desenvolver os setores que demonstrem custos mais baixos para o desenvolvimento de BECCS (ABDULLA et al., 2021; IEA, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Esse argumento tem como base a diminuição dos custos dados os ganhos de conhecimento e, nesse contexto, é mais viável priorizar o aprendizado nos setores em que a captura de carbono pode ser feita a custos mais baixos (IEA, 2012, 2017), como o setor de energia no Reino Unido e Suécia e as indústrias energo-intensivas, à exemplo do cimento, na Noruega (IEA, 2012; SCHENUIT et al., 2021).

Em paralelo a essas condições, é importante lembrar que investimentos em BECCS são de longo prazo e, por isso, a estabilidade das políticas que embasam os incentivos é bastante relevante. No entanto, a forma de incentivar essa tecnologia varia conforme ela avança no mercado e enfrenta diferentes gargalos (IEA, 2017), mas também conforme os países encontram maior ou menor dificuldade em alcançar as metas de mitigação determinadas (SCHENUIT et al., 2021). Dado esse contexto, é importante a construção de políticas estáveis, porém flexíveis.

Assim, tendo em vista que a rentabilidade desses projetos é inseparável do mercado de carbono ou de subsídio a partir de impostos de carbono, a estabilidade do preço do carbono ao longo prazo deve fazer parte do pacote de incentivo (ABDULLA et al., 2021; CHIU et al., 2015; LYU; SHI; WANG, 2020; MO et al., 2016). Um dos mecanismos adotados para contornar esse problema foi a adoção de um piso para o preço do carbono no Reino Unido, de forma que os créditos não podem ser vendidos abaixo dele. Outro mecanismo adotado foi o de

faixa de preços, de modo que o governo intervém comprando créditos caso o preço for menor à faixa inferior determinada por uma instituição independente (CHIU et al., 2015; IEA, 2012).

Do ponto de vista mais técnico, a dificuldade em contabilizar as emissões do ciclo de vida da tecnologia BECCS pode ser um obstáculo para a construção das políticas mencionadas acima (IEA, 2012). Esse ponto é importante, principalmente, no contexto de metas de mitigações negativas, de modo que, para argumentar que BECCS realmente pode auxiliar nesse objetivo em determinada região, é preciso ter números críveis sobre as emissões no seu ciclo de vida, como, por exemplo, emissões provenientes de mudança na terra, uso final e transporte (FRIDAHL, 2018; IEA, 2012).

Em resumo, as principais políticas que influenciam o desenvolvimento de BECCS são:

- Consonância com os compromissos de mitigação de gases de efeito estufa (GEEs)
- Construção e definição de políticas explicitamente focadas em BECCS
- Desenvolvimento de nichos específicos que apresentem custos mais baixos
- Políticas estáveis, mas flexíveis
- Contabilidade adequada das emissões ao longo do ciclo de vida de BECCS

## 1.2. Crédito de Descarbonização (CBio) no Brasil – aspectos relevantes

O Crédito de Descarbonização (CBio) é parte da Política Nacional de Biocombustíveis (RenovaBio), que entrou em vigor em 26 de dezembro de 2017, com o objetivo de “contribuir aos compromissos do País no âmbito do Acordo de Paris sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima” (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017), associado à melhoria da eficiência energética (MATSUURA et al., 2018)

Nesse contexto, os produtores ou importadores de biocombustíveis solicitam a emissão do Certificado de Biocombustíveis, o qual apresenta, sob aval de firma inspetora credenciada no programa, as características do produto. Com base nessas informações, a firma inspetora emite o Certificado da Produção Eficiente de Biocombustíveis (ANP, 2020; MATSUURA et al., 2018; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017). Esse último informa, principalmente, a Nota de Eficiência Energético-Ambiental, que é o valor da diferença entre a intensidade de carbono do biocombustível avaliado e do seu combustível fóssil substituto (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017, Capítulo II, Art. 5º). Em seguida, o escritor – banco ou instituição financeira – emite o Crédito de Descarbonização (ANP, 2020; MATSUURA et al., 2018; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017).

Em paralelo, é definida a meta nacional de emissão de gases de efeito estufa, a qual é composta por metas direcionais a diferentes setores, inclusive o de combustíveis. Dessa forma, são atribuídas metas aos distribuidores de combustíveis fósseis conforme a meta nacional. Os distribuidores apenas são capazes de alcançar essas limitações de emissão por meio da compra dos Créditos de Descarbonização (ANP, 2021; MME, 2019; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017).

### **Discussões e resultados:**

#### **1.2.1. Consonância com os compromissos de mitigação de gases de efeito estufa (GEEs)**

Apesar de o Brasil não ter definido metas de emissões negativas no contexto do Acordo de Paris, e de não mencionar BECCS (direta ou indiretamente), o RenovaBio e a subsequente implementação do CBio estão de acordo com os compromissos do país descritos pelo NDC, isto é, aumentar a participação de biocombustíveis sustentáveis na oferta de energia do país (BRAZIL, 2015; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017). Assim, o estabelecimento do CBio auxilia no ganho de credibilidade dos compromissos afirmados pelo país acerca de redução de gases de efeito estufa. Em um contexto futuro de metas de emissões negativas e de explícita necessidade de BECCS, o CBio, juntamente com

o RenovaBio, fornece precedentes para que a sociedade espere a tradução em uma política efetiva de incentivo a BECCS.

### 1.2.2. Construção e definição de políticas explicitamente focadas em BECCS

Não há menções diretas, ou até mesmo indiretas, à tecnologia BECCS nos documentos que descrevem os critérios e as obrigações do CBio. No entanto, essa política auxilia em dois pontos importantes levantados pela literatura: aumento da oferta de bioenergia e valoração do meio ambiente (CONSOLI, 2019; FRIDAHL, 2018; IEA, 2012; RICCI, 2012). Ainda, vale destacar que o CBio de determinado produtor ou importador de biocombustível está relacionado à redução de emissão de CO<sub>2</sub> que o seu uso acarreta quando comparado ao uso do seu combustível fóssil substituto (MATSUURA et al., 2018). Sendo assim, o estímulo oferecido é para evitar um cenário de emissões ainda maiores, e não para alcançar um contexto de emissões zero, ou até mesmo negativos.

### 1.2.3. Desenvolvimento de nichos específicos que apresentem custos mais baixos

A revisão da literatura aponta que o etanol produzido no sudeste do Brasil, além de oferecer custos menores de captura do gás carbônico (KETZER et al., 2016; MOREIRA et al., 2016; ROCHEDO et al., 2016), se encontra em uma região com infraestrutura madura de gasodutos e próximo a bacias sedimentares com características favoráveis, podendo potencialmente servir de local de armazenamento (KETZER et al., 2016; SILVA et al., 2018). Sendo assim, a indústria do etanol no Brasil, especialmente as empresas do estado de São Paulo, pode ser um nicho relevante para o desenvolvimento de BECCS no Brasil, uma vez que tem mostrado custos mais baixos. Nesse sentido, o estímulo à indústria de biocombustíveis, como feito pelo CBio (MATSUURA et al., 2018; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017), é muito importante para desenvolver esse potencial nicho com custos mais baixos. Além disso, já introduz a indústria de etanol ao mercado de carbono que, no contexto de implementação de BECCS, representam a única fonte de renda dessa tecnologia, exceto em situações de subsídio.

#### 1.2.4. Políticas estáveis, mas flexíveis

O vigente mecanismo de mediação de variações abruptas no preço do carbono no CBio é a calibragem das metas de descarbonização para os distribuidores de combustíveis fósseis. Conforme apontado pela Lei N° 13.576 de 26 de dezembro de 2017, as metas compulsórias são definidas tendo em vista, dentre outros aspectos, disponibilidade de oferta de biocombustíveis, evolução do consumo nacional de biocombustíveis, os compromissos de redução de GEEs assumidos pelo Brasil e “o impacto de preços de combustíveis em índices de inflação” (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017, Art. 6º). Esses agentes representam a parte obrigatória de compras de CBio – uma vez que o mercado é livre para quem quiser entrar –, e, portanto, compõem a maior parte da demanda pelos créditos (MME, 2019). Assim, por meio do controle da demanda por CBios, os entes públicos são capazes de ter maior controle do preço do carbono na economia brasileira, oferecendo, assim, certo nível de estabilidade (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017).

#### 1.2.5. Contabilidade adequada das emissões ao longo do ciclo de vida de BECCS

A Nota de Eficiência Energético-Ambiental é o valor atribuído para gerar o Crédito de Descarbonização (CBio) e, basicamente, calcula o volume de emissões que são mitigadas ao usar o biocombustível analisado em vez do seu combustível fóssil substituto – essa relação é denominada intensidade de carbono. Para realizar esse cálculo, a metodologia RenovaCalcMD (MATSUURA et al., 2018) contabiliza os gases emitidos ao longo do ciclo de vida do biocombustível avaliado (MATSUURA et al., 2018; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017). Nessa metodologia, são levados em consideração o processo de mudança do uso da terra e distribuição do produto (MATSUURA et al., 2018). Quanto à produção de biocombustíveis, são avaliadas a fase agrícola e a fase industrial, em que a primeira corresponde ao uso de corretivos agrícolas e a segunda “ao rendimento de produto(s) e coproduto(s) e ao consumo de combustíveis fósseis e de energia elétrica” (MATSUURA et al., 2018, p. 9).

Dessa forma, o método vigente já considera as dificuldades em contabilizar emissões provenientes da produção de bioenergia e opera para superá-las com mecanismos técnicos muito bem explicados e com informações disponíveis para consulta do público amplo (MATSUURA et al., 2018; PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017). O conhecimento adquirido por esse processo de contabilização das emissões de biocombustíveis pode se estender, sem muita dificuldade, para as demais indústrias de bioenergia.

### 1.3. Sugestão de políticas futuras

Conforme apresentado anteriormente, é possível argumentar que o CBio fornece condições importantes para construir um ambiente econômico favorável a tecnologias de baixo carbono, mas não suficientes. Contudo, tendo em vista os aspectos fundamentais levantados na seção Materiais e Métodos, vale dar atenção a políticas apresentadas pela literatura consultada. Aqui, serão apresentadas apenas estratégias complementares ao CBio, a fim de seguir o critério de estabilidade e flexibilidade, ponto importante para manter a confiança do mercado e da sociedade (IEA, 2012, 2017; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021).

Sendo assim, no nível de desenvolvimento em que BECCS se encontra no Brasil, isto é, anterior ao estágio comercial e sem projeto de larga escala estabelecido (KETZER et al., 2016), a principal medida a ser tomada é alocação de recursos para pesquisa, desenvolvimento, demonstração e aplicação (RDD&D, em inglês: *research, development, demonstration and deployment*) (IEA, 2012, 2017; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021). Nesse sentido, uma saída evidente é o financiamento público, à exemplo da Austrália, Canadá, China, Korea, Japão, Noruega e Estados Unidos (GCCSI, 2018). No contexto de não haver recursos suficientes ou disponíveis para tal, uma estratégia para obtê-los é realizar leilões de créditos de carbono (IEA, 2012; RICCI, 2012; SCHENUIT et al., 2021), no caso brasileiro, CBio, e fomentar o RDD&D de BECCS com a receita obtida.

Outra forma seria viabilizar a receita do setor privado nos projetos de BECCS, o que depende da participação dessa tecnologia no mercado de carbono e, por sua vez, do reconhecimento da importância das emissões negativas. Caso esse

movimento ocorra, alguns caminhos poderiam ser seguidos no sentido de subsidiar os custos: tarifa feed-in, fundos garantidores de crédito e parcerias público-privada (FRIDAHL, 2018; IEA, 2012, 2017).

**Considerações finais:** À vista disso, BECCS é um dos principais mecanismos para alcançar as metas de redução de emissão adotadas e, principalmente, metas mais restritivas que podem vir a ser necessárias. Em paralelo, diversas atitudes têm sido implementadas para incentivar tecnologias menos poluentes, dentre as quais se encontra o Crédito de Descarbonização (CBio) no Brasil. Este artigo discutiu de que modo a recente implantação dos Créditos de Descarbonização (CBio) no Brasil pode fornecer incentivos ao desenvolvimento de BECCS. Esse objetivo foi alcançado a partir de revisão da literatura.

Os aspectos mais relevantes da atuação governamental para promoção de BECCS são: consonância de BECCS com os compromissos de mitigação de GEEs; definição de políticas explicitamente focadas em BECCS; desenvolvimento de nichos específicos que apresentem custos mais baixos; políticas estáveis, porém, flexíveis; e contabilidade adequada das emissões ao longo do ciclo de vida de BECCS.

Ao analisar de que forma os elementos do CBios fornecem as bases e o contexto necessários ao desenvolvimento de BECCS, observou-se que o CBio fornece condições importantes, mas não suficientes. Especificamente para BECCS, por um lado, observa-se a tradução das metas de mitigação de GEEs em políticas efetivas, a contabilidade adequada das emissões do setor de biocombustíveis e mecanismos de estabilidade de preços. Por outro lado, o Brasil ainda não incluiu BECCS na cartilha de tecnologias necessárias para alcançar as metas colocadas e não assumiu compromisso de emissões negativas; consequentemente, não possui políticas explicitamente voltadas para BECCS.

Como suporte a BECCS, vale considerar estratégias complementares ao CBio, como leilões de Crédito de Descarbonização (CBio) e subsequente fomento da tecnologia a partir da receita obtida, tarifas feed-in, fundos garantidores de crédito e parcerias público-privada.



**Agradecimentos:** O presente trabalho recebeu apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) no âmbito do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (PRH-ANP).

## Referências

ABDULLA, A. et al. Explaining successful and failed investments in U.S. carbon capture and storage using empirical and expert assessments. *Environmental Research Letters*, v. 16, n. 1, 2021.

ANP. Certificados da Produção ou Importação Eficiente de Biocombustíveis. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/renovabio/certificados-producao-importacao-eficiente-biocombustiveis>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ANP. Metas preliminares para 2021 de redução de emissão de gases causadores do efeito estufa. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/renovabio/metas-preliminares-para-2021-de-reducao-de-emissao-de-gases-causadores-do-efeito-estufa>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BELLAMY, R. et al. Incentivising bioenergy with carbon capture and storage (BECCS) responsibly: Comparing stakeholder policy preferences in the United Kingdom and Sweden. *Environmental Science and Policy*, v. 116, n. April 2020, p. 47–55, 2021.

BRAZIL. Intended Nationally Determined Contribution: Towards achieving the objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change. *Intended Nationally Determined Contribution*, v. 9, p. 6, 2015.

CHIU, F. P. et al. The energy price equivalence of carbon taxes and emissions trading-Theory and evidence. *Applied Energy*, v. 160, p. 164–171, 2015.

CONSOLI, C. Bioenergy and Carbon Capture and Storage. *Global CCS Institute publications*. Global CCS Institute, p. 1–14, 2019.

FRIDAHL, M. Bioenergy with carbon capture and storage - From global potentials to domestic realities. *European Liberal Forum*, 2018.

FRIDAHL, M. et al. Mapping Multi-Level Policy Incentives for Bioenergy With Carbon Capture and Storage in Sweden. *Frontiers in Climate*, v. 2, n. December, 2020.

GCCSI. *CCS Policy Indicator (CCS-PI)*. 2018.

HOPPE, L. et al. *Novas Tecnologias Para O Desenvolvimento Sustentável: Análise Econômica Do Armazenamento Geológico De Co2 Em Jazidas De Carvão Como*

Alternativa Para a Geração De Energia Limpa. *Espacios (Caracas)*, v. 37, p. 7–27, 2009.

IEA. A policy strategy for carbon capture and storage. OECD/IEA, p. 52, 2012.

IEA. Five keys to unlock CCS investment. IEA, 2017.

KETZER, J. M. M. et al. Atlas brasileiro de captura e armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>. Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.

LYU, X.; SHI, A.; WANG, X. Research on the impact of carbon emission trading system on low-carbon technology innovation. *Carbon Management*, v. 11, n. 2, p. 183–193, 2020.

MATSUURA, M. I. S. F. et al. *RenovaCalcMD: Método e ferramenta para a contabilidade da Intensidade de Carbono de Biocombustíveis no Programa RenovaBio*. ANP, 2018.

MME. PORTARIA Nº 419, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-419-de-20-de-novembro-de-2019-228863910>. Acesso em: 19 jul. 2021.

MO, J. L. et al. The impact of Chinese carbon emission trading scheme (ETS) on low carbon energy (LCE) investment. *Energy Policy*, v. 89, n. 2016, p. 271–283, 2016.

MOREIRA, J. R. et al. BECCS potential in Brazil: Achieving negative emissions in ethanol and electricity production based on sugar cane bagasse and other residues. *Applied Energy*, v. 179, p. 55–63, 2016.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei Nº 13.576, de 26 de Dezembro de 2017. Secretaria Geral, 2017.

RICCI, O. Providing adequate economic incentives for bioenergies with CO<sub>2</sub> capture and geological storage. *Energy Policy*, v. 44, p. 362–373, 2012.

ROCHEDO, P. R. R. et al. Carbon capture potential and costs in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 131, p. 280–295, 2016.

ROSA, A. J.; MACHADO, M. V. B. *Panorama Da Aplicação De Métodos De Recuperação Melhorada No Brasil E No Mundo*. Petrobras, 2017.

SCHENUIT, F. et al. Carbon Dioxide Removal Policy in the Making: Assessing Developments in 9 OECD Cases. *Policy and Practice Reviews*, v. 3, n. March, p. 1–22, 2021.

SILVA, F. T. F. DA et al. CO<sub>2</sub> capture in ethanol distilleries in Brazil: Designing the optimum carbon transportation network by integrating hubs, pipelines and trucks. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, v. 71, n. February, p. 168–183, 2018.

# MAPEAMENTO DE COLETIVOS AMBIENTAIS URBANOS DA UNIÃO DAS HORTAS COMUNITÁRIAS DE SÃO PAULO E DA SAMPA + RURAL

SOUZA, L.S.; TOLEDO, R. F.

- 1 - Luana Santos de Souza. Aluna do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade São Judas Tadeu. [profa.luana.souza@gmail.com](mailto:profa.luana.souza@gmail.com)
- 2 - Renata Ferraz de Toledo. Professora do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade São Judas Tadeu. [renata.toledo@saojudas.br](mailto:renata.toledo@saojudas.br)

**RESUMO:** As hortas comunitárias proporcionam aos que dela participam vivências agroecológicas, maior contato com a natureza e maior convívio com a comunidade local, baseado na cooperação e solidariedade. Em áreas urbanas, as hortas são classificadas de duas formas: hortas em escalas, voltadas à produção de alimentos; e hortas de visibilidades, mais voltadas à produção de discurso do que de alimentos, estimulando consciência ambiental e visibilidade para a agenda política da agricultura urbana. Algumas hortas comunitárias urbanas se enquadram nas hortas de visibilidade e, além disso, fazem parte de coletivos ambientais urbanos, formados por pessoas que desenvolvem práticas de intervenção em espaços públicos, mesclam arte e ativismo e se disseminam por meio de redes sociais. Tendo em vista a importância das hortas comunitárias e dos coletivos responsáveis por esses movimentos, o presente trabalho teve por objetivos levantar e mapear os coletivos ambientais urbanos da União das Hortas Comunitárias de São Paulo e da plataforma Sampa + Rural. O presente estudo mapeou 53 coletivos ambientais de hortas comunitárias na base de dados do Sampa + Rural e 16 coletivos na base de dados da União das Hortas Comunitárias de São Paulo. A União das Hortas Comunitárias de São Paulo é muito relevante na divulgação dos coletivos e atua na gestão participativa da cidade. No entanto, são necessários mais projetos que divulguem e promovam os coletivos ambientais urbanos destinados às hortas comunitárias, fomentando práticas saudáveis, sustentáveis e maior interlocução da comunidade com o poder público.

**Palavras-Chave:** Coletivos ambientais urbanos, hortas comunitárias, Sampa + Rural, União das Hortas Comunitárias de São Paulo

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746580>

**ABSTRACT:** Community gardens provide those who participate in them with agro-ecological experiences, greater contact with nature, greater interaction with the local community, based on cooperation and solidarity. Urban gardens are classified into two types of urban gardens: scale gardens, aimed at food production; and the vegetable gardens, which are more focused on the production of discourse than on food, generating environmental awareness and visibility for the political agenda of urban agriculture. Some community gardens are part of visible gardens, in addition, they are part of urban environmental collectives, formed by people who develop intervention practices in public spaces, mix art and activism and spread through social networks. Bearing in mind the importance of community gardens and the collectives responsible for the movements, this work aims to raise the urban environmental collectives of the União das Hortas Comunitárias in São Paulo and the Sampa + Rural platform. This study mapped 53 environmental collectives from community gardens in the Sampa + Rural database and 16 collectives in the database of the União das Hortas Comunitárias de São Paulo. The União das Hortas Comunitárias of São Paulo is very relevant in the dissemination of the collectives and acts in the participative management of the city. However, more projects that publicize and promote urban environmental collectives solutions to community gardens are necessary.

**Keywords:** Urban Environmental Collectives, Community Gardens, Sampa + Rural, Union of Community Gardens of São Paulo

**Introdução:** O consumo de alimentos saudáveis no Brasil vem crescendo nos últimos anos (SEBRAE, 2019). Uma das consequências foi o aumento de hortas urbanas que, além de melhorarem a alimentação da população podem melhorar a qualidade ambiental, por meio de práticas e ações de educação ambiental.

Caldas e Jayo (2019) definem dois tipos de hortas urbanas: as hortas em escalas, voltadas à produção de alimentos; e as hortas de visibilidades, mais

voltadas à produção de discurso do que de alimentos, estimulando consciência ambiental e visibilidade para a agenda política da agricultura urbana.

As hortas de visibilidade estão se espalhando pela cidade de São Paulo, e 17 hortas são classificadas nesta categoria, dentre estas destaca-se a “Horta da Coruja”, que surgiu a partir do grupo do Facebook “Hortelões Urbanos”, o qual influenciou diversas hortas no município e reúne mais de 82 mil membros que discutem agricultura urbana e promovem diversas práticas ambientais (CALDAS; JAYO, 2019; HORTELÕES URBANOS, 2020).

Entre as hortas de visibilidade e escala, temos as hortas comunitárias, que se desenvolvem a partir da utilização de áreas públicas dentro da cidade fazendo o seu aproveitamento para a produção de alimentos, por meio de trabalho voluntário e solidário da comunidade (TRANSFORMA, 2011). Diversas hortas comunitárias de visibilidade são geridas por coletivos urbanos, o termo, por se tratar de uma categoria analítica recente e, apesar de existirem alguns artigos sobre o assunto, parece ainda não ser um tema consolidado (LEBLANC, 2017). Alguns autores utilizam os termos ‘coletivo artístico’ e ‘coletivos urbanos’ para descreverem as práticas de intervenção em espaços públicos que mesclam arte e ativismo e que se disseminam por meio de redes sociais (GONÇALVES, 2010).

Os chamados coletivos urbanos vieram para questionar as condições em que se encontram essas áreas através de manifestações e apropriações de caráter artístico, político e urbanístico. Todos se unem em torno do mesmo ideal de gerar discussão sobre a prática de construir a cidade através de apropriações e ações imprevisíveis. Chamam a atenção dos cidadãos e atraem olhares aos espaços públicos ociosos, esquecidos pelo poder público e pela sociedade, para ressaltar o ideal de lazer, cultura e convivência em meio ao ambiente urbano (HORI, 2017, p.4).

Apesar das diversas hortas aparecerem frequentemente na televisão e em jornais impressos, temos poucas informações no site da prefeitura da cidade de São Paulo e em outros sites institucionais, pois estes movimentos, geralmente, são organizados por coletivos urbanos, formados por moradores que se articulam nas redes sociais e não possuem vínculos com instituições públicas e privadas.

Um dos poucos lugares que podemos encontrar informações sobre as hortas urbanas da cidade de São Paulo é o site Sampa + Rural da prefeitura. A

plataforma trata de temas como o desenvolvimento rural sustentável, turismo, meio ambiente e alimentação saudável. Neste site há um mapeamento colaborativo das informações, onde os munícipes podem, ao mesmo tempo, consultar as informações e alimentar o banco de dados, por meio do preenchimento de formulários.

Uma das iniciativas que impulsiona o Sampa + Rural é a União das Hortas Comunitárias de São Paulo. Este grupo é formado, principalmente, por coletivos ambientais urbanos de hortas comunitárias que se encontram esporadicamente para reuniões e ações de plantio e manejo das hortas. Nas redes sociais (Facebook e Instagram) do grupo podemos encontrar informações sobre as datas dos mutirões, dicas de alimentação saudável e discussões sobre as principais dificuldades e conflitos vividos por estes movimentos de hortas urbanas (UNIÃO DAS HORTAS COMUNITÁRIAS DE SÃO PAULO, 2021).

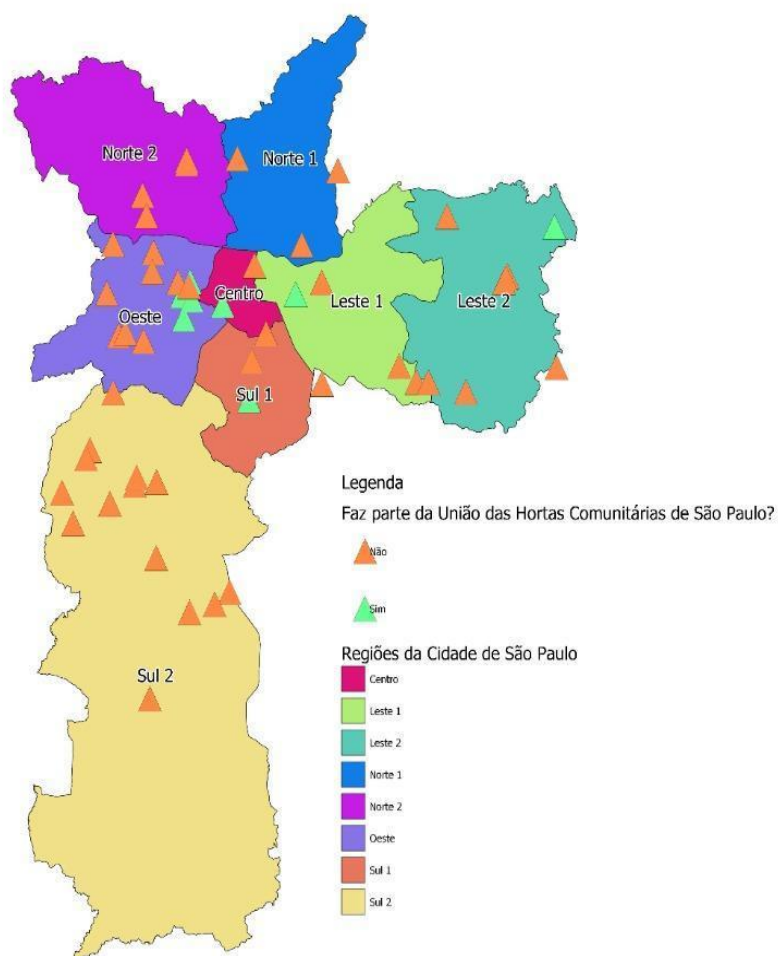
Tendo em vista a importância das hortas comunitárias e dos coletivos responsáveis por esses movimentos, o presente trabalho teve por objetivos levantar e mapear os coletivos ambientais urbanos da União das Hortas Comunitárias de São Paulo e da plataforma Sampa Mais Rural.

**Material e Métodos:** A fim de levantar os coletivos ambientais urbanos destinados às hortas comunitárias foram selecionados o banco de dados do site Sampa + rural (SAMPA + RURAL, 2021) e a lista de hortas da União das Hortas Comunitárias de São Paulo (União das Hortas Comunitárias de São Paulo, 2021).

Foram considerados os coletivos ambientais urbanos destinados às hortas comunitárias, os grupos formados por voluntários, que desenvolviam seus projetos em áreas públicas, espaços abertos e não realizavam vendas de alimentos. Com base nos bancos de dados citados, foi produzida uma planilha no Excel, com os nomes dos coletivos, as regiões da cidade que se encontram e uma coluna identificando se o grupo fazia parte da União das Hortas Comunitárias de São Paulo. Os dados também foram utilizados na confecção de um mapa temático dos coletivos, gerado pelo software de geoprocessamento livre Qgis.

**Resultados:** A base de dados do Sampa + Rural contém mais de 2000 itens e, por meio do uso de filtros, 242 se encaixam em hortas comunitárias. Após identificarmos os projetos de hortas urbanas que se enquadravam nos coletivos ambientais urbanos, 53 grupos foram mapeados da (Figura1). Destes 53 coletivos, apenas 9 faziam parte União de Hortas Comunitárias de São Paulo, segundo o Sampa + Rural. No entanto, na rede social do grupo há 19 hortas urbanas, e dessas 16 se enquadravam nos coletivos ambientais urbanos (Quadro 1). Os coletivos integrantes da União de Hortas Comunitárias de São Paulo se concentram na região oeste da cidade e não encontramos nenhum grupo nas regiões sul 2, norte 1 e norte 2.

Figura 1: Coletivos ambientais urbanos de hortas comunitárias do Sampa + Rural e da União de Hortas Comunitárias de São Paulo



A partir da imagem acima, nota-se a presença de coletivos ambientais urbanos destinados às hortas comunitárias em todas as regiões da cidade, no entanto, há uma maior concentração no centro expandido da cidade, principalmente na região oeste.

Quadro 1: Grupos integrantes da União de Hortas Comunitárias de São Paulo

Horta	Zona	Web (site, Facebook, Instagram)	Coletivo Ambiental Urbano	Sampa mais rural
Horta CCSP	Centro	<a href="https://www.facebook.com/hortaccsp">https://www.facebook.com/hortaccsp</a>	Não	Sim
Batatas Jardineiras	Oeste	<a href="https://www.facebook.com/BatatasJardineiras/">https://www.facebook.com/BatatasJardineiras/</a> <a href="https://www.instagram.com/batatasjardineiras/">https://www.instagram.com/batatasjardineiras/</a>	Sim	Sim
Horta das Flores	Leste	<a href="https://www.facebook.com/hortadasflores/">https://www.facebook.com/hortadasflores/</a> Instagram: @hortadasflores	Sim	Sim
Horta das Corujas	Oeste	<a href="https://www.facebook.com/hortadasCorujas">https://www.facebook.com/hortadasCorujas</a>	Sim	Sim
Horta da FMUSP	Oeste	<a href="https://www.facebook.com/HortaDaFmusp/">https://www.facebook.com/HortaDaFmusp/</a>	Não	Sim
Horta da FSP-USP	Oeste	<a href="https://www.instagram.com/hortafspusp/">https://www.instagram.com/hortafspusp/</a>	Não	Sim
Horta da Saúde	Sul	<a href="https://www.facebook.com/groups/467181830063730/">https://www.facebook.com/groups/467181830063730/</a>	Sim	Sim
Permaintaim	Leste	<a href="https://www.instagram.com/permaintaim/">https://www.instagram.com/permaintaim/</a>	Sim	Não
Horta da Nascente	Oeste	<a href="https://www.facebook.com/PracaDaNascente/">https://www.facebook.com/PracaDaNascente/</a>	Sim	Não
Horta do Ciclista	Centro	<a href="https://www.facebook.com/groups/HortaDoCiclista/">https://www.facebook.com/groups/HortaDoCiclista/</a>	Sim	Sim
Horta do Parque Linear Zilda Arns	Leste	<a href="https://www.facebook.com/au.dentedeleao/posts/horta-e-viveiro-zilda-arns/1229923600417719/">https://www.facebook.com/au.dentedeleao/posts/horta-e-viveiro-zilda-arns/1229923600417719/</a>	Sim	Não
Horta City Lapa	Oeste	<a href="https://www.facebook.com/hortacitylapa/">https://www.facebook.com/hortacitylapa/</a>	Sim	Sim
Horta Pça. Amadeu Decome	Oeste	<a href="http://movimentoboapraça.com.br/terreno-baldio-a-praca-com-horta/">http://movimentoboapraça.com.br/terreno-baldio-a-praca-com-horta/</a>	Sim	Não



Horta Madalena	Oeste	<a href="https://www.facebook.com/au.dentedeleao/">https://www.facebook.com/au.dentedeleao/</a>	Sim	Sim
----------------	-------	---	-----	-----

**Discussão:** Os coletivos ambientais urbanos destinados às hortas comunitárias, conforme mencionado, foram detectados em todas as regiões da cidade de São Paulo (Figura 1), no entanto, há um predomínio na região oeste e menor número de grupos nas regiões leste 1 e norte 1. A região oeste apresenta hortas tradicionais, como a horta das corujas, que desenvolve diversos projetos de educação ambiental. Na rede social Facebook, o grupo conta com 5700 membros e já foi estudado por NAGIB (2019), que analisou a atuação do coletivo e do grupo hortelões urbanos administrados por integrantes da Horta das Corujas.

Alguns coletivos de hortas estão participando ativamente da gestão participativa da cidade de São Paulo. A Horta Comunitária da Saúde participa ativamente das reuniões dos CADES (Conselho Regional de Meio ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Cultura de Paz) da Vila Mariana e já desenvolveu diversos projetos na região. Recentemente os integrantes do coletivo e a subprefeitura projetaram jardins de chuva na região. A técnica chamou a atenção de outros CADES regionais, como o CADES da Sé, que também aplicou a técnica na região central da cidade (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2021).

No entanto, existem alguns conflitos de interesse nas hortas comunitárias. A região leste 1, que apresentou um baixo número de coletivos, corre o risco de perder sua horta comunitária mais famosa, a Horta das Flores. A horta em questão foi criada em 2003, uma das primeiras da cidade de São Paulo. Atualmente, a prefeitura pretende construir um condomínio com moradias populares no terreno da horta. A situação é dramática, pois a região apresenta uma carência de moradias e de áreas verdes, o que dificulta a permanência do grupo na avenida Alcântara Machado, número 2022. Integrantes da União de Hortas Comunitárias de São Paulo e de outros coletivos estão organizando abaixo-assinado, através das redes sociais e requisitando audiências públicas para a permanência da horta no seu tradicional endereço.

A União de Hortas Comunitárias tem se mostrado ativa nas redes sociais e em diversos mutirões pela cidade. Apesar de seus integrantes se encontrarem concentrados na região oeste, esse grupo tem servido de inspiração para hortas comunitárias da cidade e de outros municípios brasileiros. O grupo conta com as hortas comunitárias mais antigas, como a Horta das Flores, a Horta das Corujas e a Horta da Saúde, que inspiraram diversos projetos pelo país afora.

No ano de 2018 a União de Hortas Comunitárias em parceria com a prefeitura, desenvolveu um curso de hortas urbanas voltado a todos os moradores interessados no tema. Foram realizados três encontros na UMPAZ (Universidade Aberta do Meio Ambiente e da Cultura de Paz), localizada no Parque do Ibirapuera, em São Paulo, entre os dias 13 e 27 de setembro, às quintas feiras, no período da manhã. Atividades como essas precisam ser replicadas na cidade inteira, pois as hortas proporcionam aos que dela participam, a prática agrícola e o contato com a natureza, bem como momentos de convívio e relações comunitárias baseadas na cooperação e solidariedade (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2018)

**Conclusão:** O presente trabalho mapeou 53 coletivos ambientais de hortas comunitárias na base de dados do Sampa + Rural e 16 coletivos na base de dados da União das Hortas Comunitárias de São Paulo. Na plataforma Sampa + Rural foram encontrados coletivos em todas as regiões da cidade e na base de dados da União das Hortas Comunitária não foram detectados grupos nas regiões nas regiões sul 2, norte 1 e norte 2. A União das Hortas Comunitárias de São Paulo é muito relevante na divulgação das hortas comunitárias e seus respectivos coletivos, atuando na gestão participativa da cidade. No entanto, são necessários mais projetos e ações que divulguem e promovam os coletivos ambientais urbanos destinados às hortas comunitárias, fomentando práticas saudáveis, sustentáveis e maior interlocução da comunidade com o poder público.

**Agradecimentos:** Agradeço ao Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Judas Tadeu, à CAPES pelo financiamento e aos integrantes dos coletivos ambientais urbanos que lutam por uma cidade mais verde e afetiva.

## Referências:

CALDAS, E. DE L.; JAYO, M. Agriculturas urbanas em São Paulo: histórico e tipologia. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia*, n. 39, 2 mar. 2019.

HORI, P. Os Coletivos Urbanos da cidade de São Paulo: ações e reações. *Anais ENANPUR*, v. 17, n. 1, 2017.

GONÇALVES, Fernando do Nascimento. Poéticas políticas, políticas poéticas: comunicação e sociabilidade nos coletivos artísticos brasileiros. *Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação*. Brasília, v. 13, n. 1, jan./abr. 2010.

HORTELOES URBANOS. 2021. *Hortelões Urbanos*. São Paulo, 04 de set. 2020.

FACEBOOK: Hortelões Urbanos. Disponível em: <<https://www.facebook.com/groups/horteloes/>>. Acesso em 20 ago. 2021.

LEBLANC, E. M. **A PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO E OS COLETIVOS URBANOS: A CONSTRUÇÃO DE INTERFACES SOCIOESTATAIS**. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e Governo) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, p. 89, 2017.

MUDA SP. **Movimento Urbano de Agroecologia de São Paulo**. Disponível em: <<http://muda.org.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. 2021. **CADES VILA MARIANA (Conselho Regional de Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Cultura de Paz)**. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila\\_mariana/cadesvm/index.php?p=31201](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/vila_mariana/cadesvm/index.php?p=31201)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. 2018. **Curso Hortas Comunitárias Urbanas**. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/umapaz/formacao\\_em\\_educacao\\_ambiental/programacao\\_mensal/index.php?p=262119](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/umapaz/formacao_em_educacao_ambiental/programacao_mensal/index.php?p=262119)>. Acesso em: 09 ago. 2021.

SAMPA + RURAL. **SAMPA + RURAL**. 2021 Disponível em: <<https://sampamaisrural.prefeitura.sp.gov.br/>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

UNIÃO DAS HORTAS COMUNITÁRIAS DE SÃO PAULO. **FACEBOOK:** União das Hortas Comunitárias de São Paulo. Disponível em: < <https://pt-br.facebook.com/UniaodeHortasSP/> >. Acesso em 20 jul. 2021.

TRANSFORMA. **Horta Comunitária - Inclusão Social e Produtiva.** 2011. Disponível em: <<https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/horta-comunitaria-inclusao-social-e-produtiva/>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

# POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE: A SUBORDINAÇÃO DO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO LITORAL DO PARANÁ

MINARI, N.B.<sup>1</sup>

1- Nathalia Bassoli Minari, [n.minari@hotmail.com](mailto:n.minari@hotmail.com)

**RESUMO:** A fim de compatibilizar desenvolvimento econômico-social e preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, a Política Nacional de Meio Ambiente instituiu instrumentos como o zoneamento e licenciamento ambiental. Este trabalho analisou a relação dos respectivos instrumentos no contexto de elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do litoral paranaense. O ZEE-PR litoral expressou uma forte influência econômica relacionada à empreendimentos portuários industriais que se encontravam em processo de licenciamento ambiental, moldando o ordenamento territorial de áreas de riquíssimo valor ecológico. Conflitos na inversão de fluxos de aplicação dos instrumentos da PNMA foram observados, como também relacionados à implementação de suas diretrizes para o caso do setor privado.

**Palavras-chave:** ordenamento territorial, instrumentos políticos, costa do Paraná

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16725082>

**ABSTRACT:** In order to make economic and social development compatible with the environment preservation and ecological balance, the Brazilian National Environmental Policy (PNMA) instituted instruments such as zoning and environmental licensing. This work analyzed the relationship of these instruments in context of the Paraná coast Ecological-Economic Zoning. It expressed a strong economic influence related to industrial port projects that were in the process of environmental licensing, shaping the territorial ordering of areas with high ecological value. Conflicts in the inversion of application flows of the PNMA instruments were observed, as well as related to the implementation of its guidelines for the case of the private sector.

**Keywords:** territorial planning, political instruments Paraná coast

**Introdução:** Em 1981, quase uma década após a Conferência de Estocolmo, primeiro marco internacional que deu visibilidade e legitimou em esfera política a necessidade de controle e proteção ambiental, instituiu-se no Brasil a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). Tendo como objetivo compatibilizar as relações existentes entre desenvolvimento econômico-social e preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico (BRASIL, 1981), para a PNMA, portanto, não existe dicotomia entre crescimento econômico e conservação ambiental, uma vez que reconhece a relevância do equilíbrio entre ambas as vertentes para o desenvolvimento nacional (SANTIAGO, 2013).

Para que o uso do meio ambiente fosse pensado em perspectiva conjunta aos múltiplos fatores de interações entre as esferas ambiental, econômica e social, diversos instrumentos foram instituídos pela política ambiental brasileira. Estes, por sua vez, podem variar segundo seus fundamentos, apresentando caráter legal normativo, regulamentador, ou voluntário, como também podem agir sobre a esfera econômica, ou estar associado a comportamentos sociais (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012). Nesse sentido, destacam-se para o contexto abordado dois deles: o Zoneamento e o Licenciamento Ambiental.

O primeiro deles, o Zoneamento Ambiental, passou por uma reformulação ao longo do tempo, denominando-se Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), abrangendo, além de elementos naturais do território, concepções econômicas e sociais (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012). Cabe ao ZEE a organização do território em zonas, estabelecendo medidas e padrões de proteção ambiental e distribuição de atividades econômicas, considerado aspectos de relevância ecológica e limitações e fragilidades dos ecossistemas (BRASIL, 2002). Tais delimitações devem ser seguidas na implantação de planos, obras e atividades, públicas e privadas (BRASIL, 2002).

Nesse sentido, o ZEE guarda uma forte relação com o licenciamento ambiental, segundo instrumento da PNMA abordado. Procedimento administrativo, o licenciamento ambiental prevê aos empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, a obtenção de licenças de localização, instalação, ampliação e a operação (CONAMA, 1997). Conforme indica Godoy (2009), não por acaso, nos instrumentos da PNMA o zoneamento (inciso II) aparece antes do licenciamento (inciso IV), uma vez que há um fluxo de sequência entre eles.

Precursor ao licenciamento ambiental, o ZEE mostra-se como um potencial instrumento de disponibilização de informações ao diagnóstico de estudos e relatórios de impacto ambiental do empreendimento sobre o território, além de indicar, também, possibilidades e restrições de localização da instalação pretendida (OLIVEIRA, 2004). Ainda, quando construído de maneira participativa, o ZEE torna-se um instrumento que vem a somar à implementação de empreendimentos em processo de licenciamento, ao reforçar o desejo da população sobre as atividades a serem desenvolvidas na região, e sua devida localização (OLIVEIRA, 2004).

**O LITORAL PARANAENSE:** O litoral paranaense, região de complexidade territorial, localiza-se sob remanescentes que compreendem a mais extensa formação florestal da Mata Atlântica, bioma *hotspot* mundial (GALINDO-LEAL & CÂMARA, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2009). Tal porção, abrange os municípios de

Guaraqueçaba, Morretes, Antonina, Paranaguá, Matinhos e Pontal do Paraná, os quais abrigam 44 Unidades de Conservação de esferas de gestão diversas, recobrando mais de 80% do território regional (DE PAULA et al., 2018). Por conta de suas singularidades, o litoral do Paraná coleciona reconhecimento internacionais como de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Sítio do Patrimônio Mundial Natural, pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), e como Sítio de Zonas Úmidas de Relevância Internacional, pela Convenção Ramsar (DE PAULA et al., 2018).

O histórico de uso e ocupação do litoral paranaense apresenta traços remotos, datando mais de milhares de anos pelos homens dos sambaquis e posteriormente pelos índios tupis-guaranis (BIGARELLA, 1991). O uso do meio ambiente na região se intensificou no século XVI, com a chegada de europeus interessados em ouro, tendo passado ao longo dos tempos por diversas atividades econômicas propulsoras da mudança de uso da terra em seu território, como agricultura, exploração de madeira e de palmito, cultivo de café e criação de gado (ESTADES, 2003; PIERRI *et al.*, 2006).

Em tempos mais recentes, observa-se uma propulsão econômica da região especialmente atrelada aos setores portuários, de uso balneário turístico, de conservação de áreas protegidas, agropecuário e pesqueiro (ESTADES, 2003; PIERRI *et al.*, 2006). Processos de licenciamento ambiental relacionados à expansão da atividade portuária e de exploração do pré-sal, bem como de ampliação rodoviária e ferroviária para viabilizar o escoamento dos produtos resultantes das respectivas atividades, encontravam-se em vigência na região, sob avaliação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IBAMA) e Instituto Ambiental do Paraná (IAP) (GOÉS, 2014).

A preocupação governamental em ordenar o uso do solo no litoral paranaense teve seu início na década de 1960, ainda que o controle de uso do território tenha se instituído, legalmente, somente em 1980 (SAMPAIO, 2006). Os anos 80 marcam a implementação de marcos legais estaduais que delimitaram sobre o litoral paranaense: áreas de maior e menor interesse de proteção ambiental, conforme especial interesse turístico; a criação de um Conselho de



Desenvolvimento Territorial do Litoral do Paraná (COLIT), o qual passou a deter o poder de decisão sobre o uso da terra da região; e a instituição de um Zoneamento Ambiental, que elencou diretrizes, normas, sugestões e recomendações para compatibilizar atividades produtivas, uso de recursos naturais e proteção ambiental da região (PARANÁ, 1984; PARANÁ, 1989).

A elaboração do ZEE do litoral paranaense passou por um longo processo até sua finalização, contando mais de vinte anos entre início do Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Paraná (1995), suas paradas e retomadas. Tendo em vista, portanto, a necessária compreensão das dinâmicas que moldaram o uso e proteção da região, buscou-se resgatar o histórico público da elaboração do respectivo instrumento, bem como analisar sua relação com processos de licenciamento ambiental correntes ao período de sua homologação. Nesse sentido, cabe destacar o limite do recorte em questão, não se esgotando aos demais conflitos relacionados ao instrumento.

**Materiais e métodos:** A descrição realizada teve como base a análise de diversos documentos, sendo eles: atas do COLIT referentes ao período de 1993 à 2018; marcos legais e documentos oficiais do governo do estado do Paraná referentes ao processo de elaboração do ZEE-PR litoral - Termo de Referência, Boletins Informativos, Relatórios de Oficinas Institucionais, Ofícios e outros documentos encaminhados para a instituição responsável à elaboração do instrumento regional.

**ZEE-PR LITORAL: HISTÓRICO DE ELABORAÇÃO:** O Programa Zoneamento Ecológico-Econômico do estado do Paraná foi iniciado em 1995, apresentando várias paralisações ao longo de seu processo de elaboração (PARANÁ, 2007). Após a retomada de esforços entre 2003 e 2006, deu-se em 2007 a implementação do Termo de Referência de elaboração do instrumento de ordenamento territorial paranaense (PARANÁ, 2007). Contudo, somente em 2010, foi instituída a Comissão Coordenadora do instrumento, com coordenação

atribuída à Secretaria de Estado de Meio Ambiente, especificamente ao departamento do Instituto de Terras e Cartografia (ITCG) (PARANÁ, 2010).

No primeiro trimestre do ano seguinte à implementação da respectiva comissão de coordenação, aconteceu sua primeira reunião, onde discutiu-se as demandas de execução da primeira área paranaense a ser trabalhada: a região litorânea (ITCG, 2011a). A priorização da área se deu em consequência da então pressão por ocupação urbana e crescimento de áreas de praias dos balneários sobre a bacia hidrográfica do litoral e, sobretudo, pelo interesse de instalação de grandes empresas voltadas às atividades portuária e relacionada ao pré-sal (COLIT, 2012a, COLIT, 2012b). Assim, entendia-se por parte do Presidente do COLIT à época que a região tinha potencialidade ainda não explorada de instalação de empreendimentos, com a possibilidade de operação do que, em sua percepção, viria a ser o maior porto do Brasil, em Pontal do Paraná (COLIT, 2012a, COLIT, 2012b).

Com apoio de consultoria externo excepcionalmente contratada para o ZEE-PR, em setembro de 2011 foi delimitada a primeira versão do instrumento correspondente a fase litorânea (ITCG, 2011a). Em novembro e dezembro do mesmo ano deu-se início à realização de Oficinas Institucionais de apresentação de resultados do respectivo instrumento de ordenamento territorial da região, sendo a versão transformada em dois mapeamentos: de diagnóstico, dado a partir da caracterização física, biótica, ambiental, socioeconômica e jurídico institucional do litoral paranaense; e de prognóstico, com a proposição de zonas constituídas por meio da sínteses das informações de caráter ecológico e econômico (ITCG, 2011b).

Em 2012, especialmente em maio e agosto, apresentações do ZEE-PR litoral foram realizadas no Conselho Territorial de Desenvolvimento do Litoral (COLIT), tratando do contexto de sua elaboração, no momento discutindo o desenvolvimento turístico da região, com resultados obtidos na respectiva construção desempenhada do ZEE-PR (COLIT, 2012a; COLIT, 2012b). No segundo momento em questão, foi indicado, ainda, a flexibilização para liberação de espaços para o desenvolvimento econômico, de proporções entre 3 e 4 mil

hectares, nos municípios de Pontal do Paraná, Antonina, Morretes e Paranaguá, áreas estas que deveriam ser regularizadas a partir do Decreto de implementação do ZEE-PR (COLIT, 2012b).

Em fevereiro de 2013, em uma reunião de deliberação do relatório técnico-científico do ZEE-PR litoral pela Comissão Coordenadora de sua elaboração, aprovou-se o documento analisado (ITCG, 2013). Entretanto, em maio do mesmo ano, a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná, através do ofício n. 071/2013 SEMA/DG, solicitou alterações pontuais na proposta em questão (SEMA, 2013). O conteúdo do ofício indicava que de, acordo com determinação do então Governador à época, havia sido criado um grupo, sob coordenação da Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SEPL), para propor, tratar e regular o Distrito Industrial Portuário de Pontal do Paraná, entendido como projeto estratégico ao desenvolvimento do estado e que, dentre as diversas medidas a serem tomadas uma delas era a compatibilização do ZEE-PR litoral com os investimentos propostos ao governo (SEMA, 2013).

Reconhecendo uma divergência entre a proposta original aprovada do instrumento com a solicitação do Complexo Industrial Portuário, especialmente com relação ao traçado destinado à Zona de Desenvolvimento Diferenciado (ZDD), o ofício indicava a necessidade de buscar alternativas viáveis ao projeto (SEMA, 2012). Além disso, cabe apontar que são sugeridas no respectivo documento correções referentes à demais áreas, referidas à: Zona de Desenvolvimento Diferenciado, para o trecho final da Rodovia Argus Thá Heyn, e ampliação de corredores de biodiversidade ao longo da rodovia BR-277; e Zona de Proteção Integral, com sua ampliação, ligando tal área de Pontal do Paraná àquela de manancial e ao Parque Nacional de Saint Hilaire/Lange, e transformação de toda a área de ZPI em Parque Estadual do Caraguaçu, a ser mantido por Complexo Industrial (SEMA, 2013). Em maio do mesmo ano as Comissões Coordenadora e Executora do ZEE-PR litoral foram convocadas à apreciar e deliberar sobre as propostas de alteração indicadas no ofício, sendo as mesmas aprovadas (ITCG, 2013).

Ainda em 2013, em novembro, através da mensagem de número 166, o governador do Estado encaminhou ao presidente da Assembleia Legislativa do Paraná (ALEP) um Anteprojeto de Lei número 718/2013, para autorização do Poder Executivo regulamentar o ZEE do Paraná, e respectivos zoneamentos regionais ou locais, caso necessário, pedindo sua tramitação e votação em regime de urgência (GABINETE DO GOVERNADOR, 2013). Em abril de 2014, através do Ofício 095/2014 encaminhado à ALEP, este mesmo representante do governo executivo solicitou a restituição do Anteprojeto de Lei para reanálise da matéria, sendo a solicitação acatada pelo presidente da casa de leis do estado (GABINETE DO GOVERNADOR, 2014; ALEP, 2014).

Após um longo processo, em 2016 o ZEE-PR fase Litoral foi instituído no estado através do Decreto número 4.996 de 05/09/16, e alterado posteriormente pelo Decreto número 5.793 de 22/12/2016 (PARANÁ, 2016a; PARANÁ 2016b). Posteriormente à sua implementação legal, a divulgação dos estudos realizados para a respectiva elaboração foi lançada em 2018 (PARANÁ, 2018). Ainda que implementado, de acordo com o panorama da situação dos ZEE no Brasil, o ZEE - PR litoral ainda não teve sua validação em esfera federal, embora o Ministério do Meio Ambiente reconheça a existência do instrumento (MMA, 2018).

**Discussão:** A elaboração do ZEE-PR litoral foi marcada por forte influência econômica sob o uso e ocupação do território, desde a tomada de decisão inicial referente a escolha da primeira região a passar por tal processo no estado, à alteração do ordenamento territorial apresentado à sociedade em Oficinas Institucionais, e aprovado por sua própria coordenação executora dos trabalhos. Os processos de licenciamento portuário-industrial vigentes à tal período mostraram-se, portanto, delimitador e superior à especificações técnicas anteriormente previstas para as áreas alteradas conforme o ofício n. 071/2013 SEMA/DG. Observa-se nesta situação uma inversão de papéis com relação aos instrumentos da PNMA, sejam eles o ZEE e o licenciamento ambiental, em que o último acaba por delimitar o conteúdo do primeiro e não o contrário, como deveria acontecer.

Corroboram para o respectivo contexto de relevância inversa dada entre os instrumentos da PNMA, a indicação realizada no documento técnico do ZEE-PR litoral, de que o instrumento serve de suporte às decisões do governo do estado, com diretrizes e recomendações estratégicas para o setor público, enquanto para o setor privado devem ser vistas como indicativas, compreendidas como orientações a novos processos que venham a ocorrer (PARANÁ, 2016a). Nesse sentido, observa-se uma dissonância, também, entre a implementação do ZEE-PR litoral e a PNMA, a qual delimita que as orientações do Zoneamento Ecológico-Econômico devem ser seguidas na implantação de planos, obras e atividades, sejam elas públicas ou privadas (BRASIL, 2002).

Seguindo ainda o instrumento de uso e ocupação do território imposto, o município de Pontal do Paraná, em seu Plano Diretor, aprovado próximo à data deste mesmo ZEE regional reproduz o ordenamento territorial cometido em esfera estadual, deixando duplamente áreas em benefício ao licenciamento ambiental, ainda que causem incerteza aos empreendedores que venham a se instalar na localidade, dadas as incoerências legais que apresenta (MINARI, 2016).

**Conclusão:** A análise realizada indicou que houve uma forte influência de setores econômicos que se encontravam em processo de licenciamento ambiental na delimitação do ZEE-PR litoral. O caso mostrou, portanto, conflitos de fluxo na aplicação de instrumentos da PNMA na localidade.

Tal contexto de priorização coloca em risco áreas de riquíssimo valor ecológico, que antes haviam sido caracterizadas com fins de proteção ambiental. Tendo em vista o ponto em questão, o ZEE-PR litoral apresentou, portanto, uma parcialidade à proteção ambiental em detrimento da implementação e operação de atividades econômicas.

#### **Referências:**

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PARANÁ (ALEP). **Ofício número 175/2014**, 2014.

BIGARELLA, J.J. **Matinho: Homem e Terra - Reminiscência**. Prefeitura Municipal de Matinhos: Associação de Defesa e Educação Ambiental, Matinhos, 1991.

BRASIL. **Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

BRASIL. **Decreto Nº 4.297 de 10 de julho de 2002**. Dispõe sobre a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M.A. Fundamentos de política e gestão ambiental: os caminhos do desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL DO LITORAL DO PARANÁ (COLIT). **Ata da 62ª Reunião Ordinária do COLIT – Conselho Territorial de Desenvolvimento do Litoral realizada no dia 18 de maio de 2012a**. Disponível em: <[http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2019-11/ata\\_62\\_18\\_mai\\_2012.pdf](http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-11/ata_62_18_mai_2012.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL DO LITORAL DO PARANÁ (COLIT). **Ata da 1ª Reunião Extraordinária do COLIT – Conselho Territorial de Desenvolvimento do Litoral, realizada no dia 15 de agosto 7 de 2012b**. Disponível em: <[http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2019-11/ata\\_1\\_reuniao\\_extr\\_15\\_ago\\_2012.pdf](http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-11/ata_1_reuniao_extr_15_ago_2012.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL DO LITORAL DO PARANÁ (COLIT). **Ata da 70ª Reunião Ordinária do Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense, realizada no dia 03 de 4 agosto de 2017**. Disponível em: <[http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2019-11/ata70reuniaordinaria03082017.pdf](http://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-11/ata70reuniaordinaria03082017.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso: 01 de set. de 2021.

DE PAULA, E.V.; PIGOSSO, A.M.B.; WROBLEWSKI, C.A. **Unidades de Conservação no litoral do Paraná: evolução territorial e grau de implementação**. In: Org. Sulzbach, M.T.; Archanjo, D.R.; Quadros, J. Litoral do Paraná: território e perspectivas, volume 3: dimensões de desenvolvimento. 1. ed. - Rio de Janeiro: Autografia, 2018.

ESTADES, N.P. O litoral do Paraná: entre a riqueza natural e a pobreza social. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 8, v. 2, p. 25-41, 2003.

GABINETE DO GOVERNADOR. **Mensagem número 166/2013, enviada em 09 de novembro de 2013.** Apresentação do Anteprojeto de Lei do Zoneamento Ecológico Econômico e pedido de votação de urgência.

GABINETE DO GOVERNADOR. **Ofício 095/2014, de 16 de abril de 2014.** Solicita a restituição do Projeto de Lei número 718/2013.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. **Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese.** In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.* São Paulo: SOS Mata Atlântica, 2005.

GODOY, A.V. Licenciamento Ambiental e Zoneamento Ecológico-Econômico: uma Aliança Necessária. *Revista de Doutrina da 4ª Região*, Porto Alegre, n. 32, outubro, 2009. Disponível em: <[https://revistadoutrina.trf4.jus.br/artigos/edicao032/andre\\_godoy.html](https://revistadoutrina.trf4.jus.br/artigos/edicao032/andre_godoy.html)> Acesso em: 01 de set. de 2021.

GOÉS, L.M. **Conservação e grandes empreendimentos de infraestrutura no litoral do Paraná: a ferrovia Lapa-Paranaguá.** 122 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Zoneamento Ecológico-Econômico Síntese dos Diálogos 2006, 2007.** Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/SinteseDialogos\\_ZEE\\_Parana.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/SinteseDialogos_ZEE_Parana.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Boletim Informativo nº. 1 Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná,** 2011a. Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos\\_ZEE/Informativo\\_n1.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos_ZEE/Informativo_n1.pdf)>. Acesso em: 01 de set. de 2021.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Boletim Informativo nº. 3 Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná,** 2011b. Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos\\_ZEE/Informativo\\_n3.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos_ZEE/Informativo_n3.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Boletim Informativo nº. 5 Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná,** 2012. Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos\\_ZEE/Informativo\\_n5.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos_ZEE/Informativo_n5.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS (ITCG). **Boletim Informativo nº. 6 Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná,** 2013. Disponível em: <

[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos\\_ZEE/Informativo\\_n6.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/Informativos_ZEE/Informativo_n6.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

MINARI, N.B. **A proteção ambiental no ordenamento territorial: o caso do Plano Diretor de Pontal do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, 2016. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/45277/R%20-%20D%20-%20NATHALIA%20BASSOLI%20MINARI.pdf?sequence=1>>. Acesso: 07 de mai. de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Situação do ZEE no Brasil, 2018.** Disponível em <[https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80253/Estados/Informacoes\\_ZEE\\_2018\\_novo.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80253/Estados/Informacoes_ZEE_2018_novo.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

OLIVEIRA, I.S.D. **A contribuição do Zoneamento Ecológico-Econômico na Avaliação de Impacto Ambiental: bases e propostas conceituais.** Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Carlos, 2004. Disponível em <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-09052005-094619/publico/dissert\\_isabel\\_.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-09052005-094619/publico/dissert_isabel_.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

PARANÁ. **Decreto Nº 2.722 de 14 de março de 1984.** Regulamenta áreas e locais de interesse turístico no litoral paranaense. Disponível em: <[http://www.colit.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao/Decreto\\_2722\\_14\\_marco\\_1984.pdf](http://www.colit.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao/Decreto_2722_14_marco_1984.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

PARANÁ. **Decreto Nº 5.040 de 15 de maio de 1989. Institui o Macro-Zoneamento do Litoral Paranaense.** Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/zoneamento\\_litoral\\_pr\\_03\\_89.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/zoneamento_litoral_pr_03_89.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

PARANÁ. **Termo de Referência Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Paraná, 2007.** Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/TR\\_V1\\_ZEE\\_PR.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/TR_V1_ZEE_PR.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

PARANÁ. **Decreto Estadual número 7.750 de 14 de Julho de 2010.** Disponível em: <[http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/ZEE\\_a\\_partir\\_de\\_2015/Decreto\\_7750.pdf](http://www.itcg.pr.gov.br/arquivos/File/ZEE_a_partir_de_2015/Decreto_7750.pdf)>. Acesso: 01 de set. de 2021.

PARANÁ. **Decreto Estadual número 4.996 de 05 de setembro de 2016a.** Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=161678&codItemAto=1001657#1001657>>. Acesso: 01 de set. de 2021.

PARANÁ. **Decreto Estadual número 5.793 de 22 de dezembro de 2016b.** Disponível em: <<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=166838&codItemAto=1038414#1038414>>. Acesso: 01 de set. de 2021.



PARANÁ. **Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) do Litoral**, 2018

PIERRI, N.; ÂNGULO, R.J.; SOUZA, M.C.; KIM, M.K. A ocupação e uso do solo no litoral paranaense: condicionantes, conflitos e tendências. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, n. 13, v. 1, p. 137-167, 2006

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F., HIROTA, M.M. Brazilian Atlantic forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**. v. 142, p. 1141-1153. 2009.

SAMPAIO, R. **Uso balneário, apropriação do espaço e meio ambiente em Pontal do Paraná, litoral paranaense**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SANTIAGO, T.M.O. **Análise de instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ (SEMA). **Ofício nº 071/2013** - SEMA/DG.

# MECANISMOS DE INSTITUCIONALIZAÇÃO DE PAUTAS E A PASSAGEM DE IDEIAS AO CENÁRIO DE FORMULAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS: ALIANÇA ENTRE ATORES E CASOS NA ÁREA AMBIENTAL

Luene Pessoa Vicente<sup>1</sup>; Fernanda da Rocha Brando Fernandez<sup>2</sup>

1 - Luene Pessoa Vicente. Universidade de São Paulo. [luene.vicente@usp.br](mailto:luene.vicente@usp.br)

2 - Fernanda da Rocha Brando Fernandez. Universidade de São Paulo. [ferbrando@ffclrp.usp.br](mailto:ferbrando@ffclrp.usp.br)

**RESUMO:** Há diversas maneiras de se pensar assuntos como a definição de agenda em políticas públicas, sendo uma delas sob a visão de interação socioestatal e os mecanismos de transposição de ideias que permitem que determinados assuntos atinjam a esfera estatal e se tornem pautas de debates em arenas mais amplas do que pequenos grupos. A literatura clássica trata a superação da barreira entre demandas sociais e atuação do Estado como algo difícil de ser realizado, uma vez que os atores sociais, em toda sua complexidade de categorias, apresentariam uma separação de objetivos em relação ao Estado. No entanto, novas perspectivas podem ser trazidas quanto a esta aproximação, principalmente no caso brasileiro. Considerando a importância da análise sobre institucionalização de ideias de atores sociais e sobre recursos materiais, organizacionais, simbólicos, dentre outros, utilizados para tal, este resumo traz uma revisão sobre o assunto e uma breve análise de dois formatos diferentes de interação socioestatal que obtiveram sucesso por meio da junção de expertises de diferentes atores em prol de situações ambientais, tema que exige diálogo com extrema urgência. Estes formatos são apresentados por uma situação de construção de políticas de silvicultura e pelo Programa Nascentes. Conclui-se com a revisão sobre o assunto e a análise dos exemplos previamente mencionados que há diferentes formas de garantir a interação socioestatal para atingir as metas ambientais e sociais, com o estudo destes recursos se fazendo de extrema importância a fim de indicar possíveis caminhos para ações futuras.

**Palavras-Chave:** Movimentos sociais; Interação socioestatal; Participação social; Aproximação socioestatal; Meio ambiente.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16725070>

**ABSTRACT:** There are several ways of thinking about issues such as setting the agenda in public policies, one of them being under the view of socio-state interaction and the mechanisms for transposing ideas that allow certain issues to reach the State level and become agenda for debates in arenas larger than small groups. Classical literature treats overcoming the barrier between social demands and State action as something difficult to be accomplished, since social actors, in all their complexity of categories, would have a separation of objectives in relation to the State. However, new perspectives can be brought to this approach, especially in the Brazilian case. Considering the importance of analyzing the institutionalization of ideas from social actors and its material, organizational, symbolic resources, among others, used for this purpose, this work provides a review of the subject and a brief analysis of two different formats of socio-state interaction that were successful by bringing together the expertise of different actors in favor of environmental situations, a topic that requires dialogue with extreme urgency. These formats are presented by a situation of construction of forestry policies and by the Programa Nascentes. In conclusion, the review of the subject and the analysis of the previously mentioned examples enables identification of different ways to ensure social-state interaction to achieve environmental and social goals, with studies like this being extremely important in order to indicate possible paths for future actions.

**Keywords:** Social movements; Socio-state interaction; Social participation; Socio-state approach; Environment.

**Introdução:** A discussão sobre definição de agenda em políticas públicas traz como algumas de suas preocupações a análise sobre como assuntos e ideias adquirem *status* de relevância para adentrar a agenda política, assim como a investigação sobre como surgem e se organizam atores capazes de fazer emergir determinados assuntos a arenas de amplo debate, enquanto outras ideias permanecem à margem das discussões (FUKS, 2000). Alguns grupos organizacionais foram capazes de identificar questões interessantes ao debate, como questões de classe, direitos e estilo de vida (ALONSO, 2009), se organizar

em torno destes contextos de interesse de forma a ultrapassar a barreira de preocupação “de pequenos grupos” e chegar a uma arena de maior atenção pública.

Em relação a estes pontos de atenção na formação de agenda, Mario Fuks (2000) ressalta três pontos que dialogam com a movimentação de ideias entre arenas estatais e organizações sociais, a saber: o contexto cultural vigente, a estrutura estatal e os recursos disponíveis a um grupo, sendo eles tanto materiais, quanto organizacionais ou simbólicos. Estes pontos que compõem o debate são luzes que permitem iluminar formas de interação entre Estado e sociedade.

Ao analisar a interação socioestatal sob a perspectiva de contexto cultural, estrutura estatal e recursos utilizados por organizações sociais, os estudos possuem o histórico de polarizar as demandas dos movimentos sociais de um lado e, de outro, o Estado de difícil acesso (LAVALLE et al, 2018). A literatura clássica trata com desconfiança a aproximação entre movimentos sociais e Estado, pois movimentos sociais eram tidos como entidades autônomas e possuiriam a função de explicitar problemas fundamentais da sociedade, o que faria com que a absorção de atores institucionalizados ou a institucionalização de organizações fosse associada à desmobilização do movimento (PISMEL, 2019). No entanto, novos estudos trazem a aproximação entre movimentos sociais e Estado não como um fator de “previsibilidade”, “rotinização” e “oligarquização da ação coletiva” (LAVALLE et al, 2018, p. 38), mas como uma possibilidade de fortalecer as organizações e estreitar o diálogo entre Estado e sociedade (PISMEL, 2019).

No Brasil, a organização de grupos sociais, a identificação de pautas e a ascensão à atenção pública receberam cuidado especial e se tornaram indispensável com a reforma democrática do Estado (ABERS; SILVA; TATAGIBA, 2018). Neste período, tais relações estiveram concatenadas às reconfigurações de estrutura do Estado brasileiro e a participação social contou com a presença de ativistas no interior das arenas de tomadas de decisão e com a aliança a agentes com cargos estatais, permitindo que houvesse maior fluxo entre bandeiras defendidas por movimentos sociais, fortalecimento de espaços participativos legalizados e fizesse surgir a necessidade de contextualização das teorias de

movimentos sociais adaptadas ao contexto brasileiro, que não considera o recurso de aproximação entre demandantes sociais e atores estatais como descrédito do movimento (ABERS; SERAFIM; TATAGIBA, 2014).

Considerando a importância de estudar as diferentes complexidades da interação entre Estado e sociedade e de elucidar recursos de institucionalização de pautas por meio da aliança entre tais setores, este resumo tratará, de maneira revisória, sobre questões relacionadas aos mecanismos e recursos utilizados por organizações sociais para fazer emergir suas pautas à agenda de políticas públicas, sob a luz da utilização de recursos de aproximação entre organizações sociais e Estado.

**Movimentos sociais: recursos e estratégias para a institucionalização de ideias:** A mudança na complexidade da organização da sociedade e do Estado, bem como a alteração de ideias, crenças e concepções portadas por atores associados a essas entidades, necessitou que mudanças acompanhassem também a complexidade de análise das interações socioestatais. Em uma literatura tradicional (LAVALLE et al, 2018), as principais teorias analíticas que descrevem e explicam processos de interação entre movimentos sociais e Estado pressupõem uma separação entre sociedade civil e Estado, sendo geralmente analisadas como categorias estanques (*outsider vs insider, authority vs challenger*). São análises usualmente realizadas sob a lente do conflito e construídas com foco nas relações de poder do sistema político, implicando no confronto entre atores institucionalizados e não institucionalizados. Conforme os autores, de acordo com esta perspectiva mais clássica, a aliança entre atores estatais e membros de organizações sociais seria vista como um recurso que levaria à desradicalização do movimento, uma vez que os movimentos sociais perderiam a essência de identificar imparcialmente equívocos e desigualdades políticas, o que resultaria, em última instância, à desmobilização da organização civil.

No entanto, nos anos 1960, houve o ressurgimento de movimentos sociais com uma roupagem diferente daquela antes vista e analisada pelos estudos clássicos. De acordo com Angela Alonso (2009), em trabalho que traz um balanço

sobre o debate envolvendo teorias dos movimentos sociais, tais movimentos não mais acompanhavam grupos com identificação pré-formada de atores, como identificação por classe, e não visavam tanto, como pauta, a tomada de poder do Estado quanto visavam o reconhecimento de direitos civis e estilo de vida, entrando neste escopo movimentos como o ambientalismo, o feminismo, o movimento negro e movimento LGBTQ+, por exemplo. Tais organizações não cabiam nas perspectivas de análise que se voltavam para revoluções e confrontos diretos; eram movimentos coordenados, movimentos sociais. Segundo a autora, distantes, a princípio, das revoluções armadas, os movimentos sociais construíram novas formas de agir, de se organizar e de interagir com agências estatais, criando novos repertórios para expandir à ampla voz pautas as quais organizações civis objetivavam institucionalizar e traduzir em mudanças graduais de culturas, hábitos e ação política.

Outra maneira, além da clássica, de olhar essas interações entre atores é por meio da possibilidade de entender o ator estatal e o ator social se intercambiando no mesmo sujeito, e entre si em sujeitos diferentes. Partindo dessa perspectiva, é interessante analisar questões de dissolução de barreiras entre sociedade e Estado. Lavallo e colaboradores (2018) trazem três assertivas que fundamentariam esta nova forma de análise: i) movimentos sociais não necessariamente se engajam em situações de conflito com o Estado; podem ser situações de cooperação, colaboração e implantação de políticas governamentais; ii) existe uma pluralidade de formas de relação entre movimentos sociais e Estado, com modelos híbridos que promovem a eventual aliança entre ação institucionalizada e não institucionalizada, iii) o uso de canais institucionalizados não leva necessariamente à desmobilização do movimento. É importante notar que movimentos sociais não estão em um *continuum* de formas de ação mais ou menos institucionalizadas; eles fazem uso diversificado de estratégias, de acordo com análise de oportunidades e ameaças políticas (LAVALLE et al, 2018). Tal diversificação de estratégias permite o rompimento da imagem de associação eventual de atores com cargos estatais e civis sem cargos estatais com o diagnóstico de desmobilização.

A dissolução de barreiras pode gerar a facilitação do acesso a recursos tanto em âmbito regional quanto nacional e internacional, se pensada cada organização de diferentes nacionalidades como um ator diferente em questões transnacionais (KECK; SIKKINK, 1999). A união entre atores e o estreitamento de laços entre sociedade civil, Estado e organizações de diferentes níveis hierárquicos possui pontos profundamente positivos, como o favorecimento da disponibilidade de recursos e a transposição de ideias a campos mais amplos de discussão, o que é especialmente relevante em arenas de debate que compreendem questões ainda em aberto e que contam com uma diversidade de posicionamentos, como o campo dos direitos humanos e o ambientalismo (KECK; SIKKINK, 1999).

Um ponto a ser novamente ressaltado é que, ainda de acordo com a literatura clássica sobre interação socioestatal, a noção de repertório foi construída sob a perspectiva de conflito ou confronto entre organizações sociais e Estado, o que não é, necessariamente, o caso brasileiro (ABERS; VON BÜLOW, 2011). No Brasil, há antecedentes que destacam “vínculos de colaboração” entre Estado e sociedade, desmistificando a ideia de agentes estatais como opositores (ABERS; SERAFIM; TATAGIBA, 2014).

Considerando estes pressupostos e aspectos interacionais entre membros de organizações sociais e agentes estatais, Abers; Serafim e Tatagiba (2014) identificam no Brasil quatro rotinas de interação entre Estado e sociedade, sendo a mais reconhecida a por meio de *protestos e ação direta*, utilizada por movimentos sociais para exprimir suas demandas, fazer notar publicamente seus interesses e mostrar posicionamento social por meio de números. Outra possibilidade é a *participação institucionalizada*, estratégia de aliança que utiliza arenas participativas formais e, geralmente, já pré-estabelecidos em lei, como reuniões públicas. São exemplos no Brasil “o orçamento participativo, os conselhos de políticas públicas e as conferências”; nestes modelos os ritmos de diálogo e de participação são coordenados principalmente por atores estatais, com a participação social sendo amparada por marcos na democracia representativa (JACOBI; BARBI, 2007; ABERS; SERAFIM; TATAGIBA, 2014, p. 332). Há também a *política de proximidade*, em que a interação está associada a

contatos pessoais entre atores institucionalizados e não institucionalizados. A *ocupação de cargos na burocracia* também pode ser considerada uma forma de interação, mais encontrado junto a estruturas de governo cujas crenças se alinham a posicionamentos de organizações sociais, sendo um recurso interessante ao passo que viabiliza o trânsito de determinado assunto de interesse a outras arenas de discussão. Além de favorecer a institucionalização de uma pauta em contextos mais amplos, a existência de um membro associado a movimentos sociais ocupando cargos governamentais viabiliza, também, o recurso de política de proximidade, melhorando a rede de interações entre atores (ABERS; SERAFIM; TATAGIBA, 2014).

**Além da polarização entre estado e sociedade: recursos de institucionalização de ideias na área ambiental:** Esta seção tratará de dois casos brasileiros do século XX que permitem identificar recursos de institucionalização de ideias por parte da sociedade civil organizada. Os casos analisados apresentam naturezas diferentes: uma situação individual, em que a dinâmica de interação entre atores institucionalizados e não institucionalizados levou ao sucesso da institucionalização de ideias e que analisa a construção de políticas de silvicultura no estado do Rio Grande do Sul entre 2004 e 2009 (BARCELOS, 2012); e um programa proposto pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA), colocado em vigor em 2014 e existente até o momento de escrita deste resumo.

No primeiro caso, partindo do pressuposto de que ideias, crenças, discursos e conhecimento técnico/especializado estão no centro da discussão de políticas públicas, Barcelos (2012) discute como o grupo com ideais ambientalistas transpôs seus interesses para o desenho da política de expansão da silvicultura mesmo de encontro a uma coalizão mais poderosa, denominada “Pró-Expansão da Silvicultura”. Os atores da última, de acordo com seus interesses, construíram perante a população uma imagem positiva do avanço da silvicultura, relacionando-a com desenvolvimento e geração de empregos. Contra a coalizão pró-silvicultura estava um conjunto de atores que defendia regras mais restritas para a silvicultura, que influenciou o desenrolar da política sobre silvicultura. O grupo, composto por “ONGs ambientalistas, membros do



Ministério Público Estadual, funcionários do governo do Estado, pesquisadores, jornalistas, movimentos sociais” (BARCELOS, 2012, p. 97), conseguiu avanços em incluir o licenciamento ambiental na política e obteve sucesso em criar uma imagem negativa da expansão da silvicultura, vinculando-a a imagens como a de destruição de biomas, contrária à veiculada inicialmente.

Como resultado dessa disputa, por uma ação coordenada e aumento do apoio da população por meio falas reforçando uma *policy image* favorável ao “avanço econômico”, foi aprovada uma versão alternativa do Zoneamento Ambiental da Silvicultura (ZAS). O grupo contrário à aprovação se movimentou de maneira a reverter o resultado da política. Foi essencial a aliança com atores institucionalizados, como do Ministério Público, que, juntamente com ONGs, entraram com pedido de anulação da ZAS no CONSEMA, a qual foi realizada por via jurídica. Essa dinâmica de ação com atores detentores de conhecimento jurídico em uma área que possui políticas públicas geralmente de caráter regulatório, como a ambiental, foi essencial para a mudança de rumo da política. Tais atores conheciam a fundo o contexto institucional e conseguiram desenhar estratégias que tinham a possibilidade de ser pontualmente eficazes em utilizar a favor das suas ideias e crenças as burocracias que já estavam dadas.

No contexto de aliança internacional, Keck e Sikkink (1999) discutem que a novidade trazida pelas alianças entre atores de diferentes identidades se daria no âmbito do compartilhamento de informações e na ampliação da mobilização de estratégias, tornando as associações mais persuasivas e poderosas quando estão tratando com organizações e governos igualmente persuasivos e poderosos. O mesmo pode ser colocado em questões a nível nacional ou regional, em que a atuação conjunta entre atores institucionalizados e não institucionalizados favoreceria um melhor entendimento das questões de interesse baseada em valores e cultura e uma melhor utilização de conhecimento e informações de cada grupo de atores.

Considerando a atuação conjunta entre atores os benefícios gerados a partir da conciliação entre expertises diversas, considera-se aqui também a parceria público-privada (PPP) como um recurso de institucionalização de ideias,

assim como a parceria entre instituições público-privadas e outros setores, como sociedade civil, agentes escolares e proprietários de terras rurais. Utiliza-se aqui o conceito de *privado* e de PPP conforme Skelcher (2007); segundo o autor, são privadas as instituições que podem ser empresas ou organizações sem fins lucrativos, e são parcerias público-privadas aquelas que buscam atingir metas sociais em conjunto, utilizando medidas de entrada mútua de recursos a fim de entregar serviços de demanda social, abrindo espaço para uma gama de escolhas ideológicas e gerenciais. Para Skelcher (2007), uma das principais justificativas para a ocorrência de PPPs são os benefícios que surgem da combinação de recursos, facilitando aspectos de gestão e administração como complementariedade, sinergia e saldo positivo, em consonância com que trazem Keck e Sikkink (1999) sobre o cenário de parcerias internacionais.

O Programa Nascentes, segundo caso, criado por meio do Decreto nº 60.521/2014 com o nome de Programa Mata Ciliar e posteriormente renomeado como Programa Nascentes, é um instrumento de política ambiental do Estado de São Paulo viabilizado pela SIMA e pode ser analisado pela perspectiva de recursos de institucionalização de ideias e aliança entre diferentes atores. Faz parte das ações estratégicas voltadas para ações de restauração ecológica do Estado de São Paulo, sendo um recurso que partiu de atores com cargos burocráticos e que viabiliza a ação de uma ampla gama de atores que não possuem vínculo direto com o Estado, mas que podem se aliar a ele por meio do projeto. De acordo com o disponibilizado no *website* do Programa, algumas formas de participação são proporcionadas, conforme a Tabela 1. Estas parcerias otimizam e direcionam os investimentos públicos, pois unem a agenda ambiental estadual com organizações e empreendedores que atuam e possuem projetos na área de restauração ecológica e com empreendedores com obrigações ambientais (CETESB, 2020); também, como o Programa não possui recursos próprios, estas parceiras permitem a captação de recursos do fundo privado.

Tabela 1: Formas de participação em projetos de restauração ecológica pelo Programa Nascentes, de acordo com a categoria de atores.

Atores	Recursos para participação no Programa Nascentes
Agentes de prefeituras municipais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realização de projetos de restauração ecológica de forma voluntária ou por obrigações legais;</li> <li>- Divulgação do projeto.</li> </ul>
Empresas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiamento, de maneira voluntária ou por obrigações legais, de um projeto pré-aprovado elaborado por restauradores na Prateleira de Projetos ou podem criar o seu próprio projeto de acordo com áreas disponibilizadas no Banco de Áreas ou outra área prospectada.</li> </ul>
Escolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação por meio de projetos de Educação Ambiental em parceria com projetos do Programa.</li> </ul>
Proprietários e possuidores rurais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilização de espaço para a realização de projetos de restauração de matas ciliares e nascentes, ou seja, Áreas de Proteção Permanente, por meio da utilização de recurso de terceiros.</li> </ul>
Restauradores (pessoas físicas ou jurídicas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposição de projetos de restauração para compor a Prateleira de Projetos.</li> </ul>
Sociedade civil	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engajamento na criação de projetos e atuação nos mesmos;</li> <li>- Divulgação dos projetos do Programa;</li> <li>- Pressão social a empresas e prefeituras.</li> </ul>

Fonte: Autoras. Adaptado segundo informações disponíveis no *website* do Programa Nascentes.

Ao considerar aspectos de PPP, é possível concluir que o formato identificado no Programa Nascentes se alinha à definição utilizada por Skelcher (2007) por ser um trabalho em conjunto para atingir metas socioambientais. Além disso, as características de parceria do Programa são mais abertas, permitindo possibilidades para todas as partes envolvidas, uma vez que, para o setor público, as responsabilidades de criação e desenvolvimento são compartilhada com outros atores, com o financiamento do projeto partindo do setor privado; desta forma, o setor privado consegue se aproximar da população por meio de ações localizadas e possui a possibilidade de atingir metas internacionais por meio da cooperação com diversos atores.

As instituições que compõem a sociedade, tanto públicas quanto privadas, possuem diferentes formas de interação com os civis, com o ambiente social e

com o meio ambiente. Cada um desses atores possui motivações guiadas, de uma forma geral, pela cultura legitimada pelos valores em vigor durante o corte temporal associado. A estrutura de cada organização não é estática, apesar de tender a maior ou menor estabilidade quando se trata do setor público e privado, respectivamente. A não estaticidade dos setores permite que as relações se alterem entre os organismos componentes e interajam entre si, em um movimento de mútuo deslocamento em direção a um novo estado. Este movimento de mútuo deslocamento pode ser visto na relação entre os setores público e privado, nos diferentes formatos que estas relações podem ocorrer a depender do contexto em que estão inseridos, e na relação destes setores com assuntos referentes ao meio ambiente e seus aspectos ecológicos, uma interação que está se tornando mais próxima e coesa.

**Conclusão:** A institucionalização de pautas por intervenção de movimentos sociais é um importante ponto de estudo na área de definição de agendas políticas. Essas organizações civis carregam consigo valores, ideias e crenças que fazem a sociedade, sendo uma das janelas pela qual é possível atores responsáveis pela elaboração de políticas públicas observarem questões consideradas relevantes por aqueles que devem ser vistos e representados, principalmente em democracias representativas. No entanto, não são todas as pautas de todos os movimentos sociais que conseguem ultrapassar a barreira da categoria de pauta de pequenos grupos para a categoria de pauta de amplo interesse público.

Há alguns recursos já bem conhecidos e aplicados, como marchas, manifestações, abaixo-assinados, que podem alterar favoravelmente a imagem da população sobre determinado assunto e aumentar as chances de sucesso de uma ideia adentrar o sistema político e ser considerada assunto de debate. A aliança entre atores de movimentos sociais e agentes com cargos governamentais em prol de uma crença, ideia ou valor também é recurso de institucionalização de ideias que pode ser indicado a depender das estruturas políticas, permitindo uma boa relação entre atores de diferentes localizações societais, como agentes do governo, civis, atores de empresas, e a permeabilidade de pautas às instituições

públicas. A associação entre agentes de diferentes *backgrounds*, contextos, cargos e formações permite que as estratégias sejam mais bem colocadas de acordo com o objetivo em comum da associação, bem como a aliança de organizações com agentes possuidores de cargos estatais permite um olhar de dentro da burocracia, favorecendo o direcionamento de esforços a movimentações que tenham maior sucesso de transposição das barreiras à institucionalização de ideias.

Sendo assim, é necessário olhar para as condições apresentadas pelos arranjos institucionais e para os recursos disponíveis às organizações sem uma visão pré-estabelecida de confronto nas relações socioestatais, ampliando as possibilidades de aliança entre membros variados de uma sociedade democrática.

#### Referências:

ABERS, R.; SERAFIM, L.; TATAGIBA, L. Repertórios de interação estado-sociedade em um estado heterogêneo: a experiência na era Lula. *Dados*, [S.L.], v. 57, n. 2, p. 325-357, jun. 2014.

ABERS, R.; SILVA, M. K.; TATAGIBA, L. Movimentos Sociais e Políticas Públicas: repensando atores e oportunidades políticas. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, [S.L.], n. 105, p. 15-46, set. 2018.

ABERS, R.; VON BÜLOW, M. Movimentos sociais na teoria e na prática: como estudar o ativismo através da fronteira entre estado e sociedade?. *Sociologias*, [S.L.], v. 13, n. 28, p. 52-84, dez. 2011.

ALONSO, A. As teorias dos movimentos sociais: um balanço do debate. *Lua Nova: Revista de Cultura e Política*, [S.L.], n. 76, p. 49-86, 2009.

BARCELOS, M. Processos sociais, construções discursivas e “imagens de política pública” na construção da política de silvicultura no Rio Grande do Sul, 2004-2009. *Plural (São Paulo. Online)*, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 83, 13 dez. 2012.

CETESB. Programa nascentes: 5 anos de sucesso/CETESB; Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo; Coordenação geral Patrícia Iglesias. São Paulo. CETESB, 2020. Disponível em: <https://adobeindd.com/view/publications/af88b39d-217a-416e-8bfb-bb5fd44bc5cd/u365/publication-web-resources/pdf/Nascentes5anos.pdf>. Acesso em: 29 de julho de 2021.

FUKS, M. Definição da agenda, debate público e problemas sociais: uma perspectiva argumentativa da dinâmica do conflito social. In: Bib, n.49, 1º sem. 2000, p. 79-94.

JACOBI, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. Revista Katálysis, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 237-244, dez. 2007.

KECK, M. E.; SIKKINK, K. Transnational advocacy networks in international and regional politics. International Social Science Journal, [S.L.], v. 51, n. 159, p. 89-101, mar. 1999.

LAVALLE, A. G.; CARLOS, E.; DOWBOR, M.; SZWAKO, J. Movimentos sociais, institucionalização e domínios de agência. In: LAVALLE, A. G.; CARLOS, E.; DOWBOR, M.; SZWAKO, J. Movimentos sociais e institucionalização políticas sociais, raça e gênero no Brasil pós-transição. Rio de Janeiro: Eduerj, 2018. 411 p.

PISMEL, A. C. Participação, Movimentos Sociais e Políticas Públicas. Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais - RPPI, [S.L.], v. 4, n. 3, p. 9-31, 31 dez. 2019.

PROGRAMA NASCENTES. *Website*. Disponível em: <http://www.programanascentes.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 de setembro de 2021.

SÃO PAULO. Decreto Nº 60.521, de 05 de Junho de 2014. Institui o Programa de Incentivos à Recuperação de Matas Ciliares e à Recomposição de Vegetação nas Bacias Formadoras de Mananciais de Água, institui a unidade padrão Árvore-Equivalente e dá providências correlatas. São Paulo, 2014.

SKELCHER, C. Public-Private Partnership and Hybridity. In: FERLIE, E.; LYNN JR, L. E.; POLLITT, C. The Oxford Handbook of Public Management. Oxford University Press, 2007. 921 p.

# CIÊNCIA PÓS-NORMAL E A GOVERNANÇA DOS COMUNS DE ELINOR OSTROM UM DIÁLOGO POSSÍVEL NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS?

Vanessa Victor da Cruz de Souza <sup>1</sup>

1 – Vanessa Victor da Cruz de Souza. Universidade Estadual de São Paulo – USP [nessavictor@usp.br](mailto:nessavictor@usp.br)

**RESUMO:** A água é um recurso essencial à sobrevivência do ser humano e dos ecossistemas e vem cada vez mais, ganhado um status de produto dotado de valor econômico, essas características tornam os recursos hídricos propensos à geração de conflitos pelo seu uso. Nessa perspectiva, pensar a gestão dos recursos hídricos de forma racional e para assegurá-la à população é urgente principalmente nas áreas densamente povoadas. A obra Governança dos Comuns de Elinor Ostrom discute sobre a importância dos locais na gestão dos recursos comuns. A discussão de Ostrom está alinhada ao que se propõe na Ciência Pós-Normal com a comunidade ampliada de pares, para a gestão dos recursos comuns (aqui, essencialmente sobre a água). Associar as duas abordagens tem potencial para compreender a importância dos locais para uma gestão adequada da água, visto que, os comuns ultrapassam limites impostos por uma política técnico-administrativa. O objetivo deste trabalho é estabelecer um diálogo entre a governança dos comuns e a Ciência Pós - Normal como abordagens para a gestão do recurso comum, água.

**Palavras-Chave:** Governança dos comuns, Ciência Pós – Normal, gestão da água

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16722769>

**ABSTRACT:** Water is an essential resource for the survival of human beings and ecosystems and is increasingly gaining status as a product endowed with economic value, these characteristics make water resources prone to generate conflicts over its use. From this perspective, thinking about the management of water resources in a rational way and to ensure the population to the population is urgent, especially in densely populated areas. The work Governance of the Commons by Elinor Ostrom discusses the importance of places in the management of common resources. Ostrom's discussion is in line with what is proposed in Post-Normal Science with an expanded community of peers, for the management of common resources (here, essentially about water). Associating as two approaches has the potential to understand the importance of sites for adequate water management, since the commons go beyond limits for a technical-administrative policy. The objective of this paper is to establish a dialogue between the governance of the commons and Post Science - The normal approaches to the management of the common resource, water.

**Keywords:** Governance of the commons, Post-Normal Science, water management

**Introdução:** A função principal da ciência foi e será sempre o de embasar às tomadas de decisões e as apostas do futuro da humanidade. A Ciência Clássica buscou resolver as questões postas ao longo dos anos de forma determinista e baseada na relação de causa e efeito. Entretanto, essa forma simplista perde terreno à medida que a sociedade vai se tornando mais complexa requerendo novos olhares dos pesquisadores. A demanda por recursos naturais especialmente a água, é um problema posto como um desafio para o mundo. A água é um recurso essencial à sobrevivência dos seres vivos e dos ecossistemas naturais, à qualidade de vida e ao desenvolvimento socioeconômico. A crescente demanda por água associada às mudanças dos regimes de chuvas ocasionadas pelas alterações climáticas globais têm se mostrando como questões que requer uma abordagem interdisciplinar.



A gestão da água envolve muitos atores e demandas distintas, caracterizando assim um cenário de conflitos entre os usos e usuários desse recurso. Quanto à gestão da água, pode ser fundamental para assegurar seu uso racional e distribuição de forma equitativa entre os diferentes grupos de população, especialmente no espaço urbano.

A complexidade de resolução de problemas relacionados à distribuição e ao acesso à água pela população, requer uma forma de pesquisar que lance mão de métodos que considere os diversos setores das sociedades bem como, as pessoas na tomada de decisão. Nessa perspectiva duas abordagens que podem ser usadas como ferramentas em uma pesquisa interdisciplinar para a gestão equitativa da água, é a Ciência Pós-Normal e a governança dos comuns de Elinor Ostrom. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é estabelecer um diálogo entre a governança dos comuns de Elinor Ostrom e o conceito que os autores Funtowicz e Ravetz propõe de Ciência - Pós Normal como abordagens para a gestão da água como um recurso comum.

**Discussão:** A Ciência - Pós normal é abordagem que se baseia a partir dos conceitos da incerteza, da complexidade e da qualidade. Ela opera de tal maneira que funções importantes como controle de qualidade e avaliação crítica não sejam realizadas apenas por especialistas (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997). Para a Ciência - Pós normal nem todos os problemas são simples e científicos para serem resolvidos estritamente com os livros didáticos ou pesquisas restritas aos espaços acadêmicos. Quando a análise didática tradicional falha a ciência no contexto da política deve se tornar pós-normal (RAVETZ, 1999). A abordagem clássica tradicional de caráter reducionista do objeto de estudo está sendo substituída por uma análise sistêmica, sintética e humanística (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1994).

A gestão de recursos comuns especialmente a água que será o foco da discussão aqui proposta, tem espaço para ser pesquisada sob a ótica de abordagens que considerem a participação de todos os atores envolvidos, como a Ciência - Pós normal e a governança dos comuns de Ostrom. A água é um recurso comum, essencial a vida planetária e dotado de valor econômico, tais

características inerentes a ela são potenciais geradores de conflitos entre os diversos usos e usuários, que tendem a se agravar em períodos de escassez.

A gestão de recursos comuns é um campo fértil para pesquisas a muito tempo. Já que, as sociedades sempre tiveram que estabelecer formas de usar esses recursos. A *Tragédia dos comuns* de Garrett Hardin, em 1968, traz de forma pioneira a discussão sobre a crise enfrentada pela sociedade, como resultado da intensa exploração ambiental e da explosão demográfica. O pilar que embasava a obra era a ideia de que a gestão coletiva dos recursos de uso comum poderia trazer a ruína para todos. A possibilidade de um indivíduo explorar um recurso e dividir os custos com todos o leva a uma superexploração individual. Hardin pondera, “a ruína é o destino para o qual todos os homens correm, cada qual perseguindo seus próprios interesses em uma sociedade que acredita na liberdade dos bens comuns” (HARDIN, 1968, p. 1244).

Em sua obra *Hardin* declara ainda que, qualquer ação que restrinja a liberdade de usos dos recursos comuns pode ser considerada como injusta, porém será mais sensato ser injusto do que devastar os recursos naturais e levar a sociedade à ruína completa. Para Hardin de certa forma a gestão coletiva e participativa dos recursos comuns atenderia a interesses pessoais. Esse ideal de monopolizar, controlar o acesso aos recursos comuns é incerto, pois um único ator assumindo o controle além de ser injusto do ponto de vista social não assegura que os locais não sofram os impactos de uma gestão equivocada dos recursos. Nessa perspectiva segundo Funtowicz e Ravetz (1997, p. 226) “quando se anuncia um perigo ou uma poluição, por exemplo, o problema, quase sempre, se acha em estado de considerável incerteza”.

Embora, inicialmente os conceitos trazidos por Hardin não tenha tido uma expressiva aceitação, esses foram ganhando espaço e respeito lentamente. Segundo (CONTIPELLI, 2020) as ideias de Hardin assumiram gradualmente a condição de paradigma irrefutável, por vários anos. Reforçando a ideia de que o um único ator envolvido na tomada de decisão e na gestão dos recursos comuns seria mais exitoso.

Após a obra de Hardin ter sido muito citada como argumento sobre a maior eficiência da propriedade privada na gestão da terra, água e outros recursos. Surge no cenário das discussões sobre a gestão dos comuns os debates trazidos por Elinor Ostrom cuja, obra foi influenciada pela nova economia institucional e vai de encontro ao paradigma estabelecido pela *tragédia dos comuns de Hardin*. O primeiro livro de Ostrom foi *Governing the Commons* que fez uma análise acerca do esgotamento das águas subterrâneas na região metropolitana de Los Angeles.

Segundo (MANSBRIDGE, 2014) a trajetória de Ostrom sobre a governança dos comuns é frequentemente usada para mostrar que a população local agindo de forma conjunta e participativa na resolução de problemas coletivos, pode se sair muito melhor do que “o Estado”. Uma das ideias centrais da autora é a de que algumas comunidades locais realizam sozinhas, uma gestão mais eficiente dos recursos comuns do que quando são obrigadas a seguir um conjunto de regras criadas e instituídas por autoridades exteriores.

A governança dos comuns propõe a participação da sociedade na pesquisa para gestão de recursos comuns, como instrumento para a elaboração de políticas públicas que atenda a todos de forma democrática e equitativa. Estabelecendo um diálogo possível com essa proposta a ciência pós normal, busca conhecer através da comunidade ampliada de pares a realidade local para auxiliar na determinação de quais dados são relevantes. Bem como na identificação de quais problemas devem ser alvo de políticas públicas. A comunidade ampliada de pares não é somente um gesto ético ou político, mas, também uma oportunidade de enriquecer os processos de investigação científica (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997).

O princípio da governança dos comuns reforça o ideal de cooperação, evita o individualismo focando no bem-estar social da comunidade e na proteção dos recursos naturais comuns (SIMÕES, MACEDO, & BABO, 2011). Evidenciando assim a necessidade do diálogo entre todos os atores que serão atingidos de alguma forma pela tomada de decisão e elaboração de políticas pública. Aqueles que dependem da solução de problemas que estão ameaçando suas vidas e

sustento têm consciência aguçada de como os princípios gerais se materializam em seus 'quintais' (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997).

De acordo com Ostrom (Ostrom 1990, pág. 90-102) os oito princípios necessários para garantir a boa gestão de recursos comuns são:

1. Demarcação clara das fronteiras dos recursos de bem comum e dos seus usuários; .
2. As regras definidas têm de ser adequadas às condições locais (época, espaço, tecnologias disponíveis, quantidades de recursos disponíveis...);
3. Os usuários utilizadores participam na definição/adaptação das próprias regras – acordos coletivos;
4. Os fluxos de benefícios proporcionados pela gestão comum são proporcionais aos custos de utilização;
5. Há um reconhecimento das regras da comunidade pelas autoridades externas;
6. É realizada a monitorização e são respeitadas as regras por parte dos usuários, com penalizações para os transgressores;
7. É garantido o fácil acesso a meios de resolução de conflitos bem como a custos reduzidos;
8. Há uma ligação na gestão de recursos de menor escala com os de maior escala, partindo do particular para o geral.

Determinados problemas postos na sociedade atual são novos, complexos e variáveis de tal forma que a ciência tradicional se torna inadequada, no processo de análise. Segundo (JACOBI e SILVA-SANCHEZ, 2019) a ampliação dos problemas ambientais, tem imposto as ciências a reformulação de paradigmas de ensino e pesquisa. “Com base nesses aportes científicos tão incertos, decisões políticas devem ser tomadas, e com certa urgência” (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997, p. 222). A questão da distribuição de água em períodos de escassez apresenta numerosos desafios que associam nível elevado de decisões com

incertezas dos sistemas. A exemplo de um caso sob a luz da Ciência - Pós normal seria a gestão da água na cidade de São Paulo em um cenário de escassez, que toda população fosse atendida de maneira equitativa por uma empresa que precisa gerar lucros no caso a Sabesp.

Organizar com objetivo de criar regras que especificam direitos e deveres para os participantes de forma democrática, torna um bem, público e comum para todos os envolvidos (OSTROM, 2002, p. 47). Dar legitimidade ao discurso dos novos participantes da comunidade de pares agrega pontos importantes tanto para a ciência quanto para a sociedade e tende à uma gestão mais justa e legítima o interesse de todos os envolvidos (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1994)

Nessa perspectiva a participação de diversos atores, consolida propostas de gestão de recursos comuns com enfoque na garantia de acesso à informação, abrindo canais de participação que são pré-requisitos básicos à institucionalização do controle social (JACOBI, EMPINOTTI e SCHMIDT, 2016). O respeito mútuo entre os vários saberes é um palco para o desenvolvimento de um elemento genuinamente democrático e enriquecedor para a ciência (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1994). Essa multiplicidade de diálogo pode ser alcançada através da comunidade ampliada de pares.

À medida que confrontamos a natureza em seu estado perturbado gerado por nós mesmos encontramos incertezas em sistemas complexos que requerem uma comunidade ampliada de pares para compreender e propor alternativas. Assim sendo para qualquer estratégia de solução de problemas todas as partes interessadas devem ser consideradas. Segundo (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1994) existe um lugar para o “nós” na análise dessa nova ciência. Dar legitimidade à fala (discurso) aos novos participantes da comunidade de pares agrega pontos importantes tanto para a ciência e a sociedade, como para a tomada de decisão no âmbito político.

E inegável que a qualidade obtida a partir da comunidade estendida de pares não se trata de uma tarefa fácil sem seus próprios erros de percurso, entretanto, o processo de extensão de comunidades de pares a partir da Ciência - Pós normal é possível vislumbrar um caminho tanto para a ciência quanto para os

complexos problemas do meio ambiente (RAVETZ, 1999). Os riscos ambientais globais são os maiores desafios e de equidade entre os povos são os maiores desafios coletivos que a sociedade enfrenta agora (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1994). E Ao se tratar de um recurso natural vital á sobrevivência enfrentar esse desafio é urgente.

A gestão dos recursos hídricos precisa ser estabelecida de uma maneira em que todos os atores que dependem deles sejam atendidos de maneira equitativa obviamente baseada na prioridade de acesso a água. A água é um recurso cuja disputa é alta e carregada de incertezas já que as alterações climáticas globais comprometem o regime de chuva e conseqüentemente a sua disponibilidade em diversas partes do globo. A saber, essa é uma situação enfrentada pela região Metropolitana de São Paulo - RMSP que tem um risco iminente de passar por uma nova crise de abastecimento. Quando se anuncia uma ameaça ou uma poluição, o problema, quase sempre, se encontra em estado de elevada incerteza (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997).

A gestão dos recursos hídricos se apresenta em um cenário com as características necessárias para a possibilidade de uma abordagem que associe a Ciência - Pós normal e governança dos comuns. Pois, as incertezas são elevadas, tem diversos valores em jogo e é de alta complexidade. Nessa perspectiva na proporção que aumentam as incertezas, as imprecisões e a complexidade também se elevam as disputas em jogo (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1993). As decisões precisam atender a muitas demandas dentre elas a mais importante e urgente é a garantia de acesso à água para população de forma equitativa. É cada vez mais notável no âmbito político que, quando se trata de questões ambientais complexas, de difíceis resoluções com elevada exigência de suporte de todas as partes interessadas, a tomada de decisão é profundamente crítica para obter um produto eficaz na decisão (RAVETZ, 1999).

O regime de chuvas, as alterações climáticas globais, o direito ao acesso à água pela população são incertezas a serem consideradas em um processo de análise para estabelecer a política de gestão dos recursos hídricos. E a elaboração de estratégias para a tomada de decisão precisa contar com a participação da

população com o intuito de se fazer uma gestão justa e equitativa. Perpassando pelo ideal de que os locais que lidam com um recurso têm conhecimento que pode auxiliar na administração desse. As ciências que estão atreladas aos debates ambientais convivem com a incerteza dos fatos, os valores em disputa, apostas elevadas e decisões urgentes (RAVETZ, 1999).

O quadro I ilustra os atores e as disputas de cada um a serem gerenciadas em um processo de gestão da água na RMSP. Baseado na forma como o abastecimento de água é feito nessa região. Os atores considerados no quadro I, são dotados de características dentro desse sistema de gestão que podem gerar conflitos entre os diversos interesses. O processo de gestão da água na RMSP é uma questão política turbulenta principalmente porque a empresa de saneamento está inserida em uma lógica mercadológica. Atende ao abastecimento da população ao mesmo tempo em que precisa gerar lucro aos seus acionistas.

Quadro I: Atores e disputas do sistema de abastecimento da RMSP

Atores	Governo Estadual	Concessionária	População
Disputas	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Atender à legislação</li> <li>➤ Assegurar o abastecimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gerar lucro</li> <li>➤ Prover o abastecimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ter acesso à água</li> </ul>

Elaborado pela autora.

Ao observar esse sistema de gerenciamento dos recursos hídricos ilustrados no quadro pode se inferir que dois atores têm maior poder de decisão nesse sistema, o governo e a concessionária de água. E o governo representa os interesses de dois atores: a concessionária e a população, situação que se coloca com potencial para gerar conflitos de interesse, aumentando as turbulências e as incertezas no sistema. Para (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1994) quando as questões

políticas dependem da ciência para recomendações, os valores conflitantes em qualquer âmbito de decisão não podem ser ignorados até mesmo na resolução de problemas.

Importante ressaltar que dentro desse quadro, o ator com menor possibilidade de estar inserido em um diálogo que embasará a criação de políticas públicas e subsidiará a tomada de decisão é a população. Segundo (RAVETZ, 1999) quando pessoas sem qualificações acadêmicas buscam participar de processos de inovação, avaliação ou decisão, seus esforços tendem a ser vistos com desprezo ou suspeita e por vezes são descartados nos processos de análise.

A comunidade ampliada de pares se torna uma forma de fazer pesquisa que rompe com o esquema didático rígido da ciência normal para assegurar o direito ao acesso à água. E inegável que a qualidade obtida a partir da comunidade estendida de pares não será uma tarefa fácil sem seus próprios erros de percurso, entretanto, o processo de extensão de comunidades de pares a partir da Ciência Pós-Normal é possível vislumbrar um caminho tanto para a ciência quanto para os complexos problemas do meio ambiente especialmente dos recursos hídricos (RAVETZ, 1999).

**Conclusão:** É inegável que a gestão da água é envolta de desafios, interesses conflituosos, incertezas e tem muitos valores em jogo. Caracterizando assim um cenário de turbulências. E justamente por isso é emergente que a gestão da água especialmente focada no abastecimento deva buscar um caminho metodológico que perpassa pela aceitação dos discursos de diversos atores para ser pilar da tomada de decisão.

A Governança dos Comuns e a Ciência Pós- Normal são duas abordagens que se alinham à medida que a necessidade de atender às diversas demandas e as disputas por água surgem. Essa é uma situação comum quando se trata da gestão dos recursos hídricos pois, a água é um recurso cuja gestão e apropriação leva a conflitos sobre a sua diversidade de uso e atores envolvidos. Portanto, como é proposto tanto pela Ciência Pós -Normal através da comunidade ampliada de pares como, por Elinor Ostrom com a governança dos comuns; os locais têm



capacidade de gerenciar e solucionar dilemas relacionadas ao uso comum de um recurso.

A Governança dos Comuns e a Ciência Pós- Normal, ainda que não sistematizadas, são abordagens utilizadas na gestão dos recursos hídricos no Brasil e em diversas partes do mundo. É urgente considerar a associação de ferramentas que são capazes de dialogar entre si para uma gestão da água consistente, mas, justa e equitativa. É emergente no cenário atual dos recursos hídricos no Brasil e na RMSP, que se busque alternativas para a governança da água focada em assegurá-la ao ser humano como direito, bem como para assegurar aos ecossistemas, para a vida planetária, tendo em vista que a água está sendo gradativamente inserida na lógica mercadológica no Brasil.

#### Referências:

CONTEPELLI, E. DA GOVERNANÇA DOS COMUNS AO POLICENTRISMO: CONSIDERAÇÕES SOBRE ELINOR OSTROM E MUDANÇA CLIMÁTICA. **Revista Jurídica (FURB)**, p. , p. 8142, , 2020. v. 24, n. 53.

FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. Science for the post-normal age. **Futures**, v. 25, p. 739 -755, 1993.

FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. Uncertainty, complexity and post-normal science.. **Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal**, v. 13, p. 1881-1885, 1994.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. **História, ciências, saúde-Manguinhos**, v. 4, p. 219-230, 1997.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L. Escassez hídrica e direitos humanos. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n, 1, p. p. 0-0, 2016.

JACOBI, P. R.; SILVA-SANCHEZ, S. Ciência Pós-normal: uma reflexão epistemológica.. **Ciência Pós-normal ampliando o diálogo com**, p. 15-29, 2019.

MANSBRIDGE, J. The role of the state in governing the commons. **Environmental Science & Policy**, v. 36, p. p. 8-10, 2014.

OSTROM, E. **Governing the commons**: The evolution of institutions for collective action. Cambridge university press, : [s.n.], 1990.

OSTROM, E. Reformulando los bienes comunes. El cuidado de los bienes comunes: Gobierno y manejo de los lagos y bosques en la Amazonía. **Instituto del Bien Común, Instituto de Estudios Peruanos**, p. 49-77, 2002.

RAVETZ, I. R. What is post-normal science.. **Futures-the Journal of Forecasting Planning and Policy**, v. 31, p. 647-654, 1999.

SIMÕES, J.; MACEDO, M.; BABO, P. Elinor Ostrom:“Governar os Comuns”. Faculdade de Economia da Universidade de Porto. **Faculdade de Economia da Universidade de Porto. Portugal**, 2011.

# CIDADES E SUSTENTABILIDADE: DESAFIOS E MECANISMOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE ESPAÇOS URBANOS SAUDÁVEIS E SUSTENTÁVEIS NA AGENDA 2030

André Luiz Pereira Spinieli<sup>1</sup>; Letícia de Paula Souza<sup>2</sup>

1 – André Luiz Pereira Spinieli. Mestre em Direito pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/Franca).

E-mail: [andre.spinieli@unesp.br](mailto:andre.spinieli@unesp.br)

2 – Letícia de Paula Souza. Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: [lepaulasouza@gmail.com](mailto:lepaulasouza@gmail.com)

**RESUMO:** A Agenda 2030, elaborada pela Organização das Nações Unidas, tem como núcleo central a construção dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, a partir dos quais designa um plano internacional de apelo à comunidade global para que sejam adotadas ações internas para todos os Estados que buscam materializar o desenvolvimento social e ambiental, a fim de combater a pobreza, as questões climáticas e outros problemas socioambientais. Dentre as dezessete metas traçadas, destacamos o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 11, que tem como propósito tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes, saudáveis e sustentáveis. Isso significa garantir o acesso a moradias adequadas e acessíveis do ponto de vista econômico, além da melhoria do planejamento urbano e do gerenciamento de forma participativa e inclusiva. Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado sem uma transformação expressiva na forma de construir e gerenciar os espaços urbanos, sobretudo frente ao debate sobre o direito à cidade, que tem sido sustentado como forma de visibilizar diferentes atuações de sujeitos sociais em relação ao processo de constituição das cidades. Com base nesse contexto, o objetivo deste estudo é apresentar e discutir os desafios que afetam a construção de cidades saudáveis e sustentáveis e as estratégias resultantes dessa implementação no cenário urbano, tendo como base a dinâmica da Agenda 2030. Para tanto, o percurso metodológico utilizado está centrado na pesquisa descritiva documental, cujo desenvolvimento é realizado de acordo com a literatura clássica e contemporânea sobre o direito à cidade e espaços urbanos saudáveis e sustentáveis.

**Palavras-Chave:** Cidades sustentáveis; Objetivos do Desenvolvimento Sustentável; Agenda 2030; Direito à cidade.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16722754>

**ABSTRACT:** The 2030 Agenda, prepared by the United Nations, has as its central core the construction of the Sustainable Development Goals, from which it designates an international plan to appeal to the global community to adopt internal actions for all States that seek to materialize the social and environmental development in order to fight poverty, climate issues and other socio-environmental problems. Among the seventeen goals outlined, we highlight the Sustainable Development Goal 11, which aims to make cities and human settlements inclusive, safe, resilient, healthy and sustainable. This means ensuring access to adequate and affordable housing, as well as improving urban planning and management in a participatory and inclusive way. In this sense, sustainable development cannot be achieved without a significant transformation in the way of building and managing urban spaces, especially in light of the debate on the right to the city, which has been sustained as a way to make visible different actions of social subjects in relation to process of constitution of cities. Based on this context, the objective of this study is to present and discuss the challenges that affect the construction of healthy and sustainable cities and the strategies resulting from this implementation in the urban scenario, based on the dynamics of the 2030 Agenda. It is centered on descriptive documentary research, whose development is carried out in accordance with classical and contemporary literature on the right to the city and healthy and sustainable urban spaces.

**Keywords:** Sustainable cities; Sustainable Development Goals; 2030 Agenda; Right to the city.

**Introdução:** Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) são compostos por um conjunto de metas criado pela Organização das Nações Unidas (ONU), que representam um plano de ação global para eliminar a pobreza e a fome, oferecer educação de qualidade, proteger o planeta das mudanças climáticas e promover sociedades pacíficas e inclusivas até 2030. Trata-se de uma agenda universal que assenta 17 ODS e 169 metas a serem implementadas por todos os Estados-Membros da ONU. Embora sejam objetivos que veiculam temáticas que se inter-relacionam, destacamos para os fins deste estudo as metas

traçadas no ODS 11, que tem como finalidade apresentar propostas para a construção de cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes, saudáveis e sustentáveis.

Ao propor a formação de cidades saudáveis e sustentáveis como novo paradigma do urbanismo contemporâneo, podemos afirmar que esse modelo visa encampar as necessidades de diferentes grupos que estão inseridos no contexto urbano. Para além da questão do meio ambiente natural, a importância dessa temática está relacionada ao debate sobre o direito à cidade, principalmente por ser um instrumento teórico e prático de contestação do modo de apropriação capitalista dos espaços urbanos. Diante desse cenário, o direito à cidade passa a ser visto a partir de duas vertentes: a primeira está relacionada a uma ideia puramente teórica e a segunda identifica o direito à cidade como prática reivindicatória. Isso se deve ao fato de que essa tese coloca em questionamento as diferentes maneiras pelas quais são construídas as cidades, demonstrando a necessidade de se pensar e criar espaços urbanos plurais, nos quais coexistam diferentes sujeitos sociais. Além disso, objetiva incluir indivíduos e movimento sociais no âmbito dos processos constitutivos das cidades, a fim de expressar uma formação horizontal dos espaços (MITCHELL, 2003).

A partir desse contexto, o objetivo deste estudo é apresentar e discutir os principais desafios que comprometem a construção de cidades saudáveis e sustentáveis, assim como as estratégias que permitam implementar esse modelo de urbanismo. Para isso, recorreremos fundamentalmente à dinâmica dos ODS, que demonstram a necessidade da participação comunitária não apenas em prol da reivindicação de suas necessidades em termos urbanísticos, mas principalmente para a satisfação dos interesses coletivos.

**Material e métodos:** O percurso metodológico empregado para a construção deste escrito adota a estratégia de pesquisa descritiva documental, cujo desenvolvimento é realizado de acordo com a literatura clássica e contemporânea sobre o direito à cidade e espaços urbanos saudáveis e sustentáveis. Além disso, utilizamos documentos apresentados pela ONU sobre a

formação do ODS 11. Assim, para atingir os objetivos firmados, o estudo é dividido em três temáticas principais: a primeira discute a afirmação do direito à cidade enquanto categoria prática e fundamental para a construção de cidades saudáveis e sustentáveis; a segunda traça as metas do ODS 11, entendendo seus mecanismos para os espaços urbanos e propondo um conceito de cidades saudáveis e sustentáveis; e a terceira apresenta os desafios relacionados à formação desses espaços e as consequentes estratégias para a superação desses obstáculos.

**Resultados:** As cidades podem ser vistas como catalisadoras de interações sociais entre sujeitos, assim como palco de reivindicações por direitos e justiça social. As lutas promovidas por grupos sociais tem por finalidade promover espaços urbanos materialmente iguais e que tenham como foco a concretização dos direitos fundamentais sociais. Dessa maneira, ao propormos uma reflexão sobre as cidades saudáveis e sustentáveis, estamos necessariamente falando sobre a realização prática da justiça social. Por isso, o direito à cidade se conforma como uma construção teórica típica do urbanismo crítico e recupera o debate sobre os principais modos de ocupação e apropriação do espaço urbano (HARVEY, 2009).

A manutenção de uma postura capitalista no âmbito dos processos formativos dos espaços urbanos faz com que apenas parcela da sociedade seja contemplada frente às necessidades de vivência e acesso qualificado aos seus direitos humanos. Esse cenário favorece a perda da sensibilidade social em relação às necessidades coletivas, a sociabilidade e a própria formação dos fluxos de cidadania (MARICATO, 1996). Enquanto resposta a esse estado de coisas, o direito à cidade surge como uma possibilidade teórica e prática responsável por fornecer novos significados aos processos de construção dos espaços urbanos. Nesse sentido, é necessário destacar a existência de um caráter instrumental nesse direito, uma vez que sua efetivação permite que o sujeito social acesse outras garantias fundamentais de caráter civil, político, socioeconômico e cultural.

Assim, conformando-se como elemento fundamental para forjar novos sentidos para os espaços urbanos, o direito à cidade contesta a formação capitalista, a fim de que todas as pessoas possam desfrutar de melhores índices de igualdade de oportunidades e resultados. Pensar as cidades a partir desse elemento crítico nos coloca em consonância com a proposta apresentada pelos ODS. Não quer dizer que esses mecanismos assimilaram a vertente crítica do urbanismo, mas sim que buscam a promoção de cidades pautadas em princípios da justiça social e no acesso universal aos serviços urbanísticos. Nesse sentido, um dos principais mecanismos úteis à formação das cidades no âmbito da Agenda 2030 consiste no ODS 11, que estabelece a necessidade de produzir ambientes urbanos saudáveis e sustentáveis a partir da garantia de acesso inclusivo aos espaços urbanos e serviços básicos.

No entanto, alguns traços das cidades contemporâneas revelam que a falta de qualidade e inacessibilidade aos espaços urbanos está associada à desarticulação das políticas urbanísticas. Com isso, é possível indicar três grandes problemáticas que afetam a inclusão de sujeitos sociais no processo construtivo desses espaços, a formatação de políticas sociais para a melhoria das condições de vida, saúde e sustentabilidade e a tomada de decisões em caráter coletivo: em primeiro, tem-se a fragmentação das políticas de atenção aos níveis de saúde e sustentabilidade nas cidades; em segundo, percebemos a dificuldade de promover políticas intersetoriais, que estabeleçam relações claras entre a saúde, a sustentabilidade e outras políticas sociais; e, em terceiro, nota-se a existência de déficits em relação ao desenvolvimento de uma cultura comunitária de participação social e gestão inclusiva e coletiva das cidades.

A produção das cidades saudáveis e sustentáveis nos termos afirmados pela Agenda 2030 exige não apenas a revisão e implementação de mecanismos específicos de política urbana, mas principalmente a mobilização social em prol da construção de espaços que possuam essas características. Nesse sentido, a participação de indivíduos e movimentos sociais é fundamental para definir aspectos relacionados à função social das cidades e permitir que esses espaços sejam considerados inclusivos e atendam satisfatoriamente às necessidades apresentadas pelos cidadãos.

**Discussão:** O modo como as cidades são criadas na contemporaneidade ainda indica se tratar de palcos dos efeitos historicamente causados pelo advento da industrialização, uma vez que esse instante trouxe significativos problemas relacionados à dificuldade de acessar serviços urbanos básicos e também de realizar políticas habitacionais. Sendo assim, a construção de um espaço urbano saudável e sustentável é demarcada por elementos heterogêneos, já que indivíduos ou grupos distintos não necessariamente possuem a mesma emergência, reivindicação ou pauta social (MITCHELL, 2003).

As cidades foram produzidas a partir do lucro e acúmulo, deixando de lado as questões sociais. Teóricos que pensaram os processos formativos das cidades apontaram esse elemento como uma problemática associada à emergência do capitalismo, de modo que a "escassez de habitação é o particular agravamento das más condições de moradia dos operários em consequência da afluência repentina de população para as grandes cidades" (ENGELS, 1976, p. 50). Logo, a necessidade de se (re) pensar o modo como as cidades são construídas coloca em debate a temática do direito à cidade, afirmado por Neil Brenner (2012) enquanto possibilidade teórica e prática de ressignificar os processos formativos das cidades e ofertar novos rumos às lutas pelo espaço que ocorrem nessa esfera. Na medida em que os debates sobre o urbano avançaram, foi possível retomar o direito à cidade como um amplo conjunto de direitos que, associados à dignidade humana e ao acesso aos espaços e serviços urbanos por meios democráticos, garante a qualidade de vida para o morador das cidades (LEFEBVRE, 2011; GOMES, 2018).

Pensar as cidades saudáveis e sustentáveis enquanto parcela de um projeto global de atenção às necessidades coletivas internas aos Estados significa considerar a genealogia do espaço urbano como categoria que deve levar em conta as aspirações e reivindicações de toda a população que reivindica a realização material do direito à cidade. Em outros termos, representa dizer que, por meio dessa garantia, os sujeitos reforçam os seus papéis de agentes transformadores dos espaços. Assim, o direito à cidade se encontra de acordo com os propósitos colocados pelos ODS da Agenda 2030, já que ambos objetivam



a promoção de cidades regidas pelos princípios de justiça social e acesso universal aos serviços urbanísticos, de modo a permitir que o urbano seja moldado de acordo com as necessidades coletivas (HARVEY, 2014).

A nova agenda estabelecida pela ONU, em outubro de 2016, visa assentar trajetórias para que cidades e assentamentos urbanos se tornem mais inclusivos, garantindo o benefício da urbanização para todos os cidadãos, especialmente para os mais vulneráveis. Frente ao que propunham as agendas internacionais anteriores, como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, a introdução dos ODS como parâmetro internacional de sociedades justas serve como base para o engajamento consciente dos cidadãos para que seja possível alcançar patamares de justiça social pelos próximos vinte anos. Como afirmamos anteriormente, o objetivo fundamental desses mecanismos relacionados à formação das cidades é estruturar e transformar áreas urbanas em regiões mais seguras, resilientes e sustentáveis. Nesse viés, o ODS 11 é composto por sete metas, que trazem direcionamentos para as ações governamentais, empresariais e sociais, a fim de que seja possível o acesso inclusivo aos espaços e serviços urbanos.

Ao entendermos a importância da afirmação dessa nova agenda internacional para a formação de cidades saudáveis e sustentáveis, é essencial que façamos também uma aproximação entre o que recomenda o ODS 11 e as bases teóricas do direito à cidade. Essa relação torna possível compreender as possibilidades de vínculos, que, lidos em conjunto, tornam-se capazes de romper com as hierarquias sociais visíveis no ambiente urbano e promover a preocupação com as necessidades coletivas, assim como a formação de cidades voltadas para os interesses dos indivíduos e o acesso aos espaços urbanos em condições de igualdade.

Embora percebamos a existência de diversas normas que asseguram o direito à cidade e outros direitos fundamentais, como o próprio Estatuto da Cidade no Brasil, seja no âmbito jurídico ou das políticas públicas, podemos dizer que as cidades carecem de uma infraestrutura adequada e com serviços e sistemas urbanos complexos e inacessíveis por uma grande parcela da sociedade. Exemplo disso é o fato de que, no Brasil, há cerca de 33 milhões de pessoas sem

moradia, segundo o relatório lançado pelo Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos. Para reverter esse cenário, ganha força a discussão sobre o novo modelo de espaço urbano. Essa proposta assegura um modelo sustentável e saudável de cidade como forma de garantir a permanência e a vivência nesses espaços com possibilidade de acesso aos serviços básicos. Além disso, esse novo urbanismo realiza a conjugação de estratégias que procuram garantir condições mais justas de vivência nas cidades às diferentes populações que coexistem no espaço urbano (GEHL, 2010).

Entretanto, é preciso dizer que as cidades correspondem a produtos da maneira como a sociedade insere suas necessidades na esfera pública. Isso quer dizer que, quanto maior a participação popular na construção das políticas sociais, maior será a qualidade de vida para seus moradores. O distanciamento dessa condição é suficiente para que sejam revelados déficits e dificuldades para a promoção de espaços saudáveis e sustentáveis. Por isso, as cidades devem ser vistas como reflexos das relações que são estabelecidas no meio social, tal como das trocas políticas e econômicas. Ainda, também devem ser levadas em consideração as produções e apropriações do espaço realizadas a partir de determinadas relações sociais firmadas entre indivíduos que reivindicam a formação das cidades como espaços mais justos (AKERMAN, 2014).

Porém, na medida em que pensamos a temática de cidades saudáveis e sustentáveis, surgem diferentes desafios no momento de articular as questões urbanas na esfera política. Entendemos que esses mecanismos não são suficientes para contornar tais desafios, o que coloca em evidência que essas decisões dependem da coletividade para que saiam do campo teórico e passem para o campo prático da vida nas cidades. Essa constatação se deve ao fato de que a intenção de se pensar e construir uma cidade seguindo o novo modelo contemporâneo depende diretamente da organização sociopolítica, como forma de garantir "o contato com novas e potenciais ideias transformadoras de revalorizar a vida das cidades e produzir saúde" (AKERMAN, 2014, p. 66).

Ao mencionarmos essa nova produção de cidades saudáveis e sustentáveis na contemporaneidade como base para um novo urbanismo proposto até mesmo

pela Agenda 2030, torna-se possível identificar três grandes problemáticas que afetam diretamente a realização prática desses espaços. O primeiro desafio diz respeito à fragmentação das políticas de atenção aos níveis de saúde e sustentabilidade nas cidades, com desarticulações entre ações e serviços urbanos. O segundo está relacionado à dificuldade de promover políticas intersetoriais, ou seja, não há mecanismos que unem as questões entre saúde, sustentabilidade e outras políticas sociais. O terceiro demonstra a existência de déficits em relação ao desenvolvimento de uma cultura comunitária de participação social e gestão inclusiva e coletiva das cidades, identificando que a responsabilidade de pensar as trajetórias das cidades deve ser delegada aos atores públicos e ao capitalismo, estruturas que ditam as transformações do meio urbano.

Esses três desafios enfocam o afastamento da população em relação às ideias de saudabilidade e sustentabilidade, rompendo com a identidade entre as pessoas e o espaço geográfico a que pertencem, além de promover grande fragmentação e segregação socioespacial, iniquidades no acesso à terra urbanizada e moradia digna, segura e legal, ao saneamento ambiental, aos transportes públicos de qualidade e outros serviços públicos urbanos (WESTPHAL; MENDES; COMARU, 2006).

Diante desses desafios, pensar um modelo de cidade pré-concebido não é válido como uma alternativa para combater esses problemas e tampouco materializar o que propõe o ODS 11, já que o modo como as cidades são construídas reflete os sentidos das relações sociais e, desse modo, iria contra os próprios princípios das cidades saudáveis e sustentáveis. Por isso, a maior possibilidade reside na própria efetivação de instrumentos de política urbana. A título de exemplo, se pensarmos a situação da legislação brasileira, poderíamos recorrer à Constituição Federal, ao Estatuto da Cidade, ao Estatuto da Metrópole, à Política Nacional do Meio Ambiente, à Política Nacional de Resíduos Sólidos e à Política Nacional de Saneamento Básico.

Esses mecanismos de política urbana são responsáveis por definir a função social das cidades e, conseqüentemente, dar início a um diálogo sobre a construção de espaços saudáveis e sustentáveis. Mais que isso, mecanismos dessa

natureza são capazes de promover a qualidade de vida dos habitantes a partir da redução dos índices de vulnerabilidade humana, desenvolvimento de modos de vida saudáveis e sustentáveis, condições de trabalho dignas, habitação com infraestrutura adequada, meio ambiente equilibrado e despoluído e acesso aos bens e serviços urbanos essenciais, além dos direitos de natureza social. De certo modo, esses mecanismos aliados ao ODS 11 se tornam capazes de realizar o novo modelo de urbanismo vinculado à dimensão das necessidades humanas e do próprio direito à cidade, representando a possibilidade de acesso ao meio urbanístico em condições de igualdade, participação social, e outros meios construtivos das cidades saudáveis e sustentáveis.

**Conclusão:** O objetivo deste estudo foi traçar uma discussão sobre os principais desafios que afetam a construção das cidades saudáveis e sustentáveis, tendo como base a Agenda 2030 e os ODS. Em um primeiro momento, identificamos que as cidades receberam contornos práticos a partir da introdução do direito à cidade como racionalidade e método para se pensar os espaços urbanos na contemporaneidade. Mais adiante, verificamos que a formação de cidades saudáveis e sustentáveis é parcela de um novo modelo de urbanismo que está associado aos princípios de justiça social e realização dos direitos humanos. Nesse sentido, a construção desses espaços está diretamente relacionada à proposta apresentada pelo ODS 11, que busca interagir diretamente com os vieses do novo urbanismo e enfatizar as potencialidades e necessidades do cidadão em suas relações com os espaços urbanos.

Embora diferentes desafios façam parte da construção das cidades saudáveis e sustentáveis, impedindo a realização das metas traçadas pelo ODS 11, entendemos que essas problemáticas podem ser solucionadas a partir da utilização coordenada de instrumentos específicos de política urbana, sobretudo daqueles que recuperam a importância da função social das cidades. Portanto, as metas indicadas no ODS 11 sobre cidades saudáveis e sustentáveis apenas podem ser realizadas na medida em que houver a assimilação comunitária sobre a importância do uso dos mecanismos de política urbana como método para

alcançar a realização do direito à cidade, permitindo-se moldar o espaço das cidades de acordo com as necessidades humanas.

### Referências:

AKERMAN, Marco; MENDES, Rosilda; FISCHER, André Luiz. Cidades saudáveis: ainda um tema relevante? In: SILVEIRA, Carmen Beatriz; FERNANDES, Tânia Maria; PELLEGRINI, Bárbara (Orgs.). Cidades saudáveis?: alguns olhares sobre o tema. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014.

BRENNER, Neil. What is critical urban theory? In: BRENNER, Neil; MARCUSE, Peter; MAYER, Margit (Orgs.). Cities for people, not for profit: critical urban theory and the right to the city. New York: Routledge, 2012.

ENGELS, Friedrich. Contribuição ao problema da habitação. In: MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. Textos. São Paulo: Edições Sociais, 1976.

GEHL, Jan. Cities for people. Washington: Island Press, 2010.

GOMES, Ana Maria Isar dos Santos. O direito à cidade sob uma perspectiva jurídico sociológica. Revista Direito GV, v. 14, n. 2, p. 492-512, 2018.

HARVEY, David. Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

HARVEY, David. Social justice and the city. Georgia: University of Georgia Press, 2009.

LEFEBVRE, Henri. O direito à cidade. 3. ed. São Paulo: Centauro, 2011.

MARICATO, Ermínia. MetrÓpole na periferia do capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência. São Paulo: Hucitec, 1996.

MITCHELL, Don. The right to the city: social justice and the fight for public space. New York: The Guilford Press, 2003, p. 13.

WESTPHAL, Márcia Faria; MENDES, Rosilda; COMARU, Francisco de Assis. A promoção da saúde e as cidades. In: CASTRO, Adriana; MALO, Miguel (Orgs.). SUS: ressignificando a promoção da saúde. São Paulo: Hucitec, 2006.

# POLÍTICA DE PAGAMENTO POR SERVIÇO AMBIENTAL NO BRASIL: O CASO DA LEI Nº 14.119, DE 13 DE JANEIRO DE 2021 E SEUS INTERESSES RELACIONADOS

Maycon Yuri Nascimento Costa<sup>1</sup>; Débora Melo Alves<sup>2</sup>;

1 – Doutorando em Ciência Política PPGCP/UFMG. [mayconyuri15@email.com](mailto:mayconyuri15@email.com)

2 – Mestranda em Sociologia e Antropologia PPGSA/UFPA. [debora.malves1992@gmail.com](mailto:debora.malves1992@gmail.com)

**RESUMO:** Os programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) começaram a ser pensados a partir da década de 1980, com o objetivo de promover a preservação do meio ambiente. Partindo desse princípio, este trabalho busca analisar que tipos de interesses se consolidam no processo de implantação de uma política de PSA no Brasil a partir da arena legislativa. Portanto, o objetivo geral é analisar o processo de alteração do PL 5028/2019, de origem na Câmara dos Deputados, e que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, até se transformar na Lei nº 14.119, sancionada no dia 13 de janeiro de 2021 pelo atual presidente. Os objetivos específicos são: a) identificar que tipos de conflitos de interesses se destacavam nos espaços decisórios; b) identificar se as características da Política Nacional de PSA se relacionam com os 3 princípios definidos para um programa de PSA. O PL tramitou no período de 2015 a 2021, passando pela Câmara dos Deputados e pelo Senado Federal. A partir da análise da produção legislativa pode-se entender a perspectiva dos atores que atuaram no processo de produção legislativa da política. Assim, a metodologia utilizada incluiu procedimentos qualitativos na busca de resultados que respondessem aos objetivos do estudo. Quanto aos resultados parciais alcançados neste estudo em andamento temos como principais destaques fatores como a expertise dos atores políticos envolvidos, o fator institucional, como a apresentação do requerimento de urgência pelos líderes partidários e o baixo nível de conflito entre as frentes parlamentares de oposição.

**Palavras-Chave:** Pagamento por Serviço Ambiental; Meio Ambiente; Preservação; Conflito. Interesses.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16713013>

**ABSTRACT:** Payments for Environmental Services (PSA) programs began to be designed in the 1980s, with the objective of promoting the preservation of the environment. Based on this principle, this paper seeks to analyze what types of interests are consolidated in the process of implementing an PSA policy in Brazil from the legislative arena. Therefore, the general objective is to analyze the process of amending PL 5028/2019, originating in the Chamber of Deputies, and establishing the National Policy on Payment for Environmental Services, until becoming Law No. 14.119, sanctioned on January 13th of 2021 by the current president. The specific objectives are: a) to identify which types of conflicts of interest stood out in decision-making spaces; b) identify whether the characteristics of the National PES Policy relate to the 3 principles defined for a PES program. The bill was processed from 2015 to 2021, passing through the Chamber of Deputies and the Federal Senate. From the analysis of the legislative production, it is possible to understand the perspective of the actors who acted in the process of legislative production of the policy. Thus, the methodology used included qualitative procedures in the search for results that responded to the study objectives. As for the partial results achieved in this ongoing study, the main highlights are factors such as the expertise of the political actors involved, the institutional factor, such as the presentation of the urgent requirement by party leaders and the low level of conflict between the opposition parliamentary fronts.

**Keywords:** Payment for Environmental Service; Environment; Preservation; Conflict; Interests.

**Introdução:** O avanço da industrialização nos últimos cinquenta anos, levou movimentos socioambientais, cientistas e outros grupos a pressionarem agentes estatais e do mercado a tomarem medidas que fossem capazes de reduzir as consequências causadas pelo desenvolvimento industrial. As constantes queimadas e o desmatamento desmedido na região Amazônica causados pela desenfreada necessidade do crescimento econômico do país, levaram a região a ser protagonista nos conflitos ambientais. Logo, esses acontecimentos na Amazônia tornaram-se o ícone das mazelas que o homem é capaz de fazer contra o seu planeta (ALLEGRETTI, 1994).

O adensamento das discussões sobre a questão ambiental, se transforma no centro de debates entre atores sociais ligados ao Estado, ao mercado e principalmente aos movimentos sociais, tornando-se um problema internacional. Esses fatos favoreceram uma nova percepção sobre o meio ambiente e a necessidade de criar medidas protecionistas para a natureza, dando visibilidade a alguns movimentos sociais, com a ambientalização da questão social (LEITE LOPES, 2006). Ela está associada à interiorização da questão pública do “meio ambiente”, o que implica em transformações no Estado e no comportamento das pessoas, seja no cotidiano, no trabalho ou no lazer. A incorporação e naturalização de uma nova questão pública poderiam ser notadas pela transformação na forma e na linguagem de conflitos sociais e na institucionalização legal através do Estado.

A ambientalização da questão social trouxe à tona a necessidade de se repensar as formas como o atual modelo de desenvolvimento vem se apropriando dos recursos naturais. Logo, essa mudança do paradigma ambiental foi fator essencial para que práticas de apropriação dos recursos naturais fossem repensadas, assim como a criação de instrumentos que fossem capazes de incentivar a preservação da natureza (TÁVORA, G.S.G.; SILVA, A. S; TURETTA, A. P. D., 2018).

Assim, a criação dos mercados de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) surgem como mecanismos que visam promover a preservação do meio ambiente aliada à melhoria nas condições sociais, a partir da remuneração direta ou indiretamente, daqueles que atuam na preservação ambiental. Podendo essa atuação estar relacionada à conservação ou produção de serviços ambientais que favoreçam a preservação da floresta (TÁVORA, G.S.G.; SILVA, A. S; TURETTA, A. P. D., 2018). Logo, os pagamentos por serviços ambientais são formas promissoras de desenvolver de forma sustentável uma região por meio dos benefícios da geração de renda e da conservação ambiental.

O cenário internacional nos mostra que o surgimento dos PSAs se deu a partir de 1985, quando os Estados Unidos implantaram o Conservation Reserve Program (CRP) para promover práticas de conservação do solo em territórios rurais, promovidas por incentivos econômicos. Na América Latina, os primeiros



PSAs surgiram em 1990 no vale do rio Cauca na Colômbia, embora a Costa Rica tenha sido a responsável por instituir o primeiro programa federal de PSAs do mundo, o Programa de Pagos por *Servicios Ambientales* - PPSA, em 1997. Na América Central o México tem tido bom desempenho nos PSAs, o país instituiu em 2003 o Programa de Serviços Ambientais Hidrológicos (PSAH) e em 2004 o Programa de Desenvolvimento de *Ecosystem Services* Mercado de Carbono Seqüestro e Biodiversidade (PSA-CABSA). Na África Oriental temos o exemplo da República do Quênia, que através da World Wide Found for Nature (WWF) e apoiadores, iniciou em 2006 estudos para implantação do projeto Equitable Payments for Watershed Services (EPWS), visando aliar o combate à pobreza com a conservação de bacias hidrográficas (PEREIRA e SOBRINHO, 2017).

No Brasil temos como programas pioneiros e exemplos bem sucedidos o Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar Rural, criado em 2003, e o Bolsa Floresta, criado em 2007. Sendo os mais relevantes em termos de utilização de esquemas de PSAs na Amazônia. Já em nível Federal o PSA que teve mais destaque foi o Programa Produtor de Água, que tem como princípio a conservação de recursos hídricos (PEREIRA e SOBRINHO, 2017). Ainda em nível federal, o Programa Bolsa Verde, instituído pela Lei N° 12.512, de 14 de outubro de 2011, com o nome “Programa de Apoio à Conservação Ambiental”, se apresentou como um programa que aliava a redução da pobreza com a preservação ambiental.

Antes de se apresentar a discussão da lei proposta para este estudo, é necessário se entender relação a valoração ambiental para a instituição de um Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais, onde se pode considerar 3 princípios (PEREIRA; SOBRINHO, 2017, p.519): a) atribuição de valores pelo uso (usuário – pagador); b) em caso de danos ambientais, atribuição pelo impedimento pelo uso (poluidor – pagador) e; c) atribuição pela proteção dos recursos naturais (protetor – recebedor).

Embora a implantação desse tipo de política não garanta o fator de conservação que é imputado a ela. Pois isso vai depender de como a questão ambiental é percebida pelos seus beneficiários. Então, para conseguir aliar esse fator ambiental é necessário que os atores locais sejam influenciados por

indicações contextuais, redes e normas sociais locais e modelos mentais compartilhados (KASANOSKI, 2016).

No âmbito legislativo, após a constituição de 1988 e o fim do regime autoritário, se criam dispositivos que ressaltam a existência de grupos e asseguram a sua associação e participação nos processos legislativos, dando relevância para a arena do Congresso Nacional (ARAGÃO, 1994; FIGUEIREDO; LIMONGI, 1995; DINIZ; BOSCHI, 1999). Portanto, esses dispositivos regimentais e constitucionais, além de permitirem que os grupos possam atuar legalmente em instâncias representativas, ainda estimularam uma maior competição para influência, por meio de diversas organizações sociais que intensificaram ações de lobby no Congresso Nacional (ARAGÃO, 1994; MANCUSO; GOZZETO, 2011; SANTOS, 2014).

Em diversas políticas ambientais os conflitos ficam evidentes através da tentativas de influenciar, como apresentou o trabalho de Cabral (2007), em relação a participação do empresariado industrial no processo de regulação ambiental no âmbito do CONAMA ou Taglialegna e Carvalho (2006), Projeto de Lei de Biossegurança (PL nº 11.105/2005). Assim, o presente trabalho enfatiza o processo de construção da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e seus fatores relacionados.

**Material e métodos:** A metodologia utilizada parte de uma análise qualitativa. O processo de obtenção de dados consiste fundamentalmente em: a) pesquisa bibliográfica exploratória e b) consulta de documentos legislativos. A pesquisa bibliográfica exploratória representa a necessidade de se construir um acervo de informações que possam ampliar o universo do conhecimento acerca do assunto. Os dados do processo legislativo foram obtidos no portal da Câmara dos Deputados e referem-se à Lei nº 14.119, sancionada no dia 13 de janeiro de 2021 pelo atual presidente, que define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e institui o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (CNPSA) e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA). A proposição originária é o PL 5028/2019, de autoria do Deputado Federal Rubens

Bueno (PPS/PR), que foi apresentada em Plenário no dia 10/02/2015, até ser transformada na Lei Ordinária 14.119/2021. Durante a tramitação, o PL passou por duas Comissões Permanentes da Câmara dos Deputados, antes de sua aprovação no ano de 2021: a) Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural (CAPADR) e b) Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (CMADS). No Senado Federal se apresentou apenas um substitutivo no início do texto do PL originário, portanto, as principais alterações se deram na Câmara.

**Resultados:** Os seguintes fatores se apontam como evidências para a criação da Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais no âmbito legislativo:

- Expertise: para o projeto em análise, se destaca autor do PL 5028/2019, Rubens Bueno (PPS/PR), que em 2020 foi apontado pela 12ª vez como um dos parlamentares mais influentes da Câmara dos Deputados<sup>4</sup>, de acordo com a lista do Departamento Intersindical de Assessoria Parlamentar (DIAP). Além de ser autor do projeto a sua estratégia destacada é persistir com o mesmo, como no caso do desarquivamento apresentado através de um requerimento no dia 05/02/2019.
- Fator institucional: o segundo fator importante foi a apresentação do requerimento de urgência, apresentado no dia 28/09/2019, pelos líderes partidários e requerendo a “urgência urgentíssima para a proposição”.
- Baixo nível de conflito: Frentes Parlamentares que historicamente representam interesses opostos na arena legislativa, que é a Frente Parlamentar Ambientalista e Frente Parlamentar da Agropecuária, se colocaram em apoio ao projeto de lei. Além disso, não se identificou conflito com o Senado Federal, que apenas apresentou a Emenda/Substitutivo n. 5028/2019, que alterou apenas a parte inicial da proposta.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://cidadania23.org.br/2020/07/18/rubens-bueno-e-apontado-pela-12a-vez-entre-os-100-cabecas-do-congresso-nacional-do-diap/>>. Acesso em 02 de set. 2021.

- Conflitos de partidos: Em Plenário, duas tentativas de barrar o andamento do projeto se deram: a) em discussão na sessão deliberativa do dia 21/12/2020, a Bancada do REPUBLICANOS, solicitou a retirada de pauta deste projeto, por meio de requerimento, mas foi rejeitado na votação; b) em dois momentos o partido PL apresentou requerimento solicitando o adiamento por duas sessões, a primeira foi referente a discussão do projeto e a segunda para a votação, ambas foram rejeitadas.
- Outros dispositivos regimentais utilizados: votação da matéria artigo por artigo, pela Bancada do REPUBLICANOS; verificação da votação, pelo PL; Destaque, com vistas à supressão de parágrafo de artigo, pelo PT; Destaque para votação em separado de parágrafo, pelo PSOL; Destaque para votação em separado de parágrafo, pelo NOVO; Mais dois destaques, com vistas à rejeição de parágrafo único, pelo PT.

**Discussão:** Na literatura de grupos de interesse, a representação de atores políticos relevantes (relator, autor da proposição, presidente da comissão, líderes partidários etc.), se utilizando dos procedimentos regimentais, são fundamentais para que os grupos incorporem seus interesses em uma proposição legislativa (MANCUSO, 2007; TAGLIALEGNA; CARVALHO, 2006. Quantos às frentes parlamentares, elas se destacam no processo de representação de interesses organizados (TAGLIALEGNA; CARVALHO, 2006; CORADINI, 2010). Em temas específicos, como políticas ambientais, por conta da sua natureza difusa, diversos interesses se correlacionam. No entanto, no debate do âmbito legislativo do Congresso Nacional, duas frentes se destacam por representarem interesses opostos, tendo, de um lado, a que representa a defesa da causa ambiental e de outro a que defende interesses da agropecuária e empresarial.

A Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais mobiliza interesses das duas frentes parlamentares relevantes, como a Frente Parlamentar da Agropecuária (FPA) que publicou uma nota destacando as principais vantagens trazidas com a lei<sup>5</sup>. No entanto, cabe destacar que a frente opositora da FPA, para

---

<sup>5</sup> Disponível em: <<https://fpagropecuaria.org.br/2021/03/25/politica-nacional-de-pagamento-por-servicos-ambientais/>>. Acesso em 02 de set. 2021.

muitas temáticas, a Frente Parlamentar Ambientalista se posicionou a favor da lei, como apresenta nos dados do “Observatório das Leis”, que corresponde a uma ferramenta na qual a frente se posiciona em relação aos proposições do Congresso Nacional relacionadas ao meio ambiente.<sup>6</sup>

As principais discussões conflituosas se deram em plenário, por meio de representação partidária, o que difere de outras legislações ambientais, como Novo Código Florestal, em que os principais debates se deram por meio de uma Comissão Especial (COSTA, 2018). Para a tramitação do projeto de lei em análise, as ações visando alterar se davam por meio de procedimentos institucionais, como destacados no item “resultados”. Essas ações se caracterizam com estratégias utilizadas por representações de grupos de interesses, como Taglialegna e Carvalho (2006) demonstram para o caso do Projeto de Lei de Biossegurança (PL nº 11.105/2005), em que os grupos atuaram condicionados por esses procedimentos regimentais do Congresso Nacional.

Em relação aos 3 princípios do PSA, a Lei nº 14.119, sancionada no dia 13 de janeiro de 2021 especifica quatro modalidades de serviços ecossistêmicos, são eles: serviços de provisão, serviços de suporte, serviços de regulação e serviços culturais. Todos esses sendo delimitados como serviços ambientais, sendo definidos como “atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos”. Neste sentido para a Lei sancionada, o princípio Protetor - Recebedor é o que mais se destaca, uma vez que a lei se refere ao pagamento<sup>7</sup> por serviços ambientais e não a imposição ao poluidor ou predador do meio ambiente à obrigação de pagar ou recuperar os possíveis danos causados a partir da utilização de recursos ambientais. O seguintes parágrafos da lei evidenciam esse princípio:

---

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.frenteambientalista.com/observatorio-de-leis/legislacao/psa-pl-312-2015/>>. Acesso em 02 de set. 2021.

<sup>7</sup> Modalidades de pagamento por serviços ambientais: I - pagamento direto, monetário ou não monetário; II - prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas; III - compensação vinculada a certificado de redução de emissões por desmatamento e degradação; IV - títulos verdes (green bonds); V - comodato; VI - Cota de Reserva Ambiental (CRA), instituída pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

III - serviços ambientais: atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos;

IV - pagamento por serviços ambientais: transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes;

V - pagador de serviços ambientais: poder público, organização da sociedade civil ou agente privado, pessoa física ou jurídica, de âmbito nacional ou internacional, que provê o pagamento dos serviços ambientais nos termos do inciso IV deste **caput**;

VI - provedor de serviços ambientais: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, ou grupo familiar ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais dos ecossistemas.

A partir disso é possível pensarmos nos motivos que levaram a oposição política, que sempre se coloca contra os projetos que objetivam a preservação do meio ambiente, a votarem a favor da Lei nº 14.119 de 13 de janeiro de 2021 . A política pública em questão tem como limites o pagamento, seja de pessoas físicas ou jurídicas, da esfera pública ou privada, a recebem por ações voltadas à preservação ambiental. Falamos em limites, porque a lei não se posiciona de forma punitiva, por exemplo, às ações de degradação da natureza. No entanto, é necessário um maior aprofundamento dessas análises identificando os principais argumentos utilizados por parlamentares durante o processo de tramitação da lei, o que não é o objetivo do presente trabalho.

**Conclusão:** Os esforços iniciais deste trabalho nos levaram às conclusões parciais, que em certa medida, foram capazes de responder às duas questões propostas como objetivos específicos. No entanto ressalta-se a complexidade dos interesses relacionados à temática de um programa de PSA, que se pode observar durante os princípios incorporados na lei. Por outro lado, se enfatiza o processo legislativo de uma lei no âmbito do Congresso Nacional, uma vez que, este é um espaço de representação de interesses que permitem considerar um conjunto de fatores que se relacionam como estratégias para tentar influenciar e,

respectivamente, incorporar seus interesses em uma lei. Por fim, o presente trabalho visa contribuir para que mais pesquisadores possam dedicar seus estudos para o processo de construção de uma política de PSA e respectivamente sua adequação para um país com características tão diversas.

**Agradecimentos:** Este trabalho é fruto do esforço conjunto de dois estudantes e pesquisadores de dois Programas de Pós-Graduação, o primeiro da Universidade Federal de Minas Gerais e a segunda da Universidade Federal do Pará. Agradecemos à UFMG e a UFPA que por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), destina bolsas de estudo para que possamos continuar estudando e pesquisando com dedicação exclusiva. Que esse direito possa se estender para todas e todos.

#### **Referências:**

ARAGÃO, Murillo de. Grupos de pressão no congresso nacional: como a sociedade pode defender licitamente seus direitos no poder legislativo. São Paulo: Maltese, 1994.

ALLEGRETTI, Mary. Reservas Extrativistas: uma proposta de desenvolvimento da Floresta Amazônica. In: ANDERSON, A. Et al (org) O Destino da Floresta: reservas extrativistas e desenvolvimento sustentável na Amazônia. Rio de Janeiro: Relume/ Dumará - Curitiba, PR: Instituto de Estudos Amazônicos, 1994.

CABRAL, E. R. Articulação de interesses do empresariado industrial no processo de produção da regulação ambiental: convergências e divergências. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CORADINI, Odaci Luiz. Frentes Parlamentares, Representação de Interesses e Alinhamentos Políticos. Revista de Sociologia e Política, Curitiba, v. 18, n. 36, p. 241-256, jun. 2010.

COSTA, Maycon Y. N. Comissões Parlamentares como Arena de Atuação dos Grupos de Pressão: evidências no caso da produção do Novo Código Florestal Brasileiro (1999-2012) [dissertação]. Belém-PA: Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade Federal do Pará, 2018.

FIGUEIREDO, Argelina; LIMONGI, Fernando. Mudança constitucional, desempenho do legislativo e consolidação institucional. Revista Brasileira de Ciências Sociais, nº 29, pp. 175-200, 1995.

FIGUEIREDO, Argelina; LIMONGI, Fernando. Executivo e Legislativo na Nova Ordem Constitucional. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas Editora, 1999.

KASANOSKI, Daniesse Sannara. Bolsa Verde: benefício social e incentivo à conservação ambiental?. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

LEITE LOPES, J. S. Sobre processos de “Ambientalização” dos conflitos e sobre da participação. Horizontes Antropológicos, Porto Alegre, ano 12, n.25.

PEREIRA, Célia S. de S.; SOBRINHO, Teodorico A. Cenário mundial dos Pagamentos por Serviços Ambientais (PSAS) para conservação hídrica. *Ambiência Guarapuava (PR)* v.13 n.2 p. 518 - 536 Maio/Ago. 2017

TÁVORA, Gabriel S. G.; SILVA, Antônio S. da; TURETTA, Ana Paula Dias. Análise da política por pagamento por serviços ambientais como um instrumento para sustentabilidade socioambiental. *Geosul, Florianópolis*, v. 33, n. 66, p. 29-47, jan./abr. 2018.

TAGLIALEGNA, Gustavo H. F.; CARVALHO, Paulo A. F. de. Atuação de grupos de pressão na tramitação do projeto de lei de biossegurança. *Brasília* a. 43 n. 169, jan./mar., 2006.

MANCUSO, Wagner Pralon. O lobby da indústria no congresso nacional: empresariado e política no Brasil contemporâneo. São Paulo: Edusp/Humanitas/Fapesp, 2007.

MANCUSO, Wagner Pralon; GOZETTO, Andréa Cristina O. Lobby: instrumento democrático de representação de interesses?. *Organicom*, ano 8. nº 14, 1º sem., 2011.

SANTOS, Manoel Leonardo. Representação de Interesses na Arena Legislativa: Os Grupos de Pressão na Câmara dos Deputados (1983-2012). Texto para discussão/Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2014.



## POLÍTICAS AMBIENTAIS NA PROVÍNCIA DO PARANÁ (1854-1865)

Luca Araujo de Oliveira Leite<sup>1</sup>; José Ronaldo Mendonça Fassaheber<sup>2</sup>

1 – Luca Araujo de Oliveira Leite. Universidade Estadual do Paraná. [luca.leite.o.018@gmail.com](mailto:luca.leite.o.018@gmail.com)

2 – José Ronaldo Mendonça Fassaheber. Universidade Estadual do Paraná. [jrfassaheber@gmail.com](mailto:jrfassaheber@gmail.com)

**RESUMO:** Em fins do século XVIII e sobretudo no XIX, empreendeu-se no Brasil uma série de políticas, por parte do governo central, que visava em linhas gerais coibir a depredação do meio natural. Que se apresentava na forma de: queima de terras, caçadas ilegais, pesca irregular e na derrubada sistemática de árvores. Nesse sentido, a partir de um olhar epistemológico da História Ambiental, buscamos verificar de que maneira as políticas ambientais do governo Imperial estavam presentes na Província do Paraná em seus anos iniciais, através da análise da documentação referente à legislação oficial da época, presente em leis, decretos e decisões do Império, da Província e os relatórios destes presidentes. Dentro de nosso recorte temporal de 1854-1865. A partir disso, realizamos uma análise comparada entre a agenda ambiental do governo central e do Paraná provincial.

**Palavras-Chave:** História Ambiental. Província do Paraná. Políticas Ambientais.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746565>

**ABSTRACT:** At the end of the 18th century and especially in the 19th century, a series of policies were undertaken in Brazil by the central government, which aimed generally to curb the depredation of the natural environment. Which presented itself in the form of: burning of land, illegal hunting, irregular fishing and systematic felling of trees. In this sense, from an epistemological look at Environmental History, we sought to verify how the environmental policies of the Imperial government were present in the Province of Paraná in its early years, through the analysis of the documentation referring to the official legislation of the time, present in laws, decrees and decisions of the Empire, the Province and the reports of these presidents. Within our time frame of 1854-1865. From this, we carried out a comparative analysis between the environmental agenda of the central government and the provincial Paraná.

**Keywords:** Environmental History; Provincial Paraná; Environmental Policies.

**Introdução:** Estas últimas décadas foram marcadas por uma profunda mudança de nossa relação com o meio natural. Para compreendermos estas mudanças devemos questionar nosso passado moderno. Uma vez que foi na modernidade em que grande parte dos antigos dogmas sobre o lugar do homem na natureza foram descartados e seu relacionamento com as outras espécies redefinido. Dessa forma, esse período histórico constitui um fértil terreno para a História Ambiental produzir este debate acerca do nosso relacionamento com o mundo natural.

Ainda é muito comum associar a consciência crítica diante da destruição ambiental como um fenômeno do mundo contemporâneo. Uma simples consequência das grandes mudanças e crises ecológicas que passamos nos últimos anos. Como procuraremos demonstrar nesta pesquisa, existiu no Brasil do século XVIII e sobretudo no XIX uma significativa expressão nacional do que pode ser chamado de tradição<sup>8</sup> intelectual preocupada com o ambiente natural. Essa

---

<sup>8</sup> “Não se trata, por certo, de uma tradição no sentido estrito do termo: uma doutrina básica transmitida ao longo do tempo. [...] a existência de um conjunto de preocupações, temas e ideias que foram retomados ao longo do tempo de forma recorrente e, em grande parte, acumulativa. Esse processo envolveu o estabelecimento de uma linguagem de pensadores onde, em muitas ocasiões, os autores mais recentes citaram os mais antigos, promovendo uma dinâmica coletiva de produção intelectual. [...] Um denominador comum entre eles, essencialmente político, cientificista, antropocêntrico e economicamente

problemática levantada por Pádua (2004) tem um reflexo regional nesta pesquisa, onde buscaremos verificar de que maneira o Paraná Imperial e o governo central se dedicaram à problemática ambiental.

A politização do tema ambiental atingiu seu ápice no Segundo Reinado (PÁDUA, 2004). Essas críticas à administração e a maneira como estavam sendo lidas as temáticas do meio natural, foram refletidas em manifestações jurídicas por parte do governo central e provincial. Essas políticas tinham o objetivo de conservar plantas potencialmente úteis para o Império, à exemplo das chamadas “madeiras de lei” que serviam para construção de navios da marinha. Esse colonialismo predatório passa a ser entendido pelo Estado como um preço do atraso. Derivado da utilização de práticas tecnológicas e sociais rudimentares, originárias de um passado colonial.

Assim, o Brasil Imperial é um momento de definição das primeiras bases jurídico-administrativas do então nascente Estado brasileiro. Posto isto, pensar as ações de exploração dos recursos naturais neste momento torna-se relevante na medida em que podemos compreender perspectivas da formação histórica brasileira e da postura do nosso Estado e sociedade frente ao mundo natural.

Baseado nisso a pesquisa pretende destacar a seguir algumas reflexões sobre as políticas ambientais empreendidas pelo Governo Central em torno da preservação do meio natural existente no Brasil. Tomaremos portanto, a Província do Paraná como espaço de nossas discussões, numa tentativa de compreender em que medida as decisões do Império ressoaram num contexto regional.

A vista disso, o recorte do tema será dos anos de 1854-1865. Escolhemos, portanto, 1854 pelo nascimento da Província do Paraná, e 1865 devido ao marco da Decisão Imperial N°481 de 14 de Outubro, que inaugura a elaboração de uma feira agrícola anual em todas as Províncias do Império, onde seriam compartilhados e aprofundados conhecimentos, culturas e materiais voltados à agricultura. Este momento histórico marca uma ruptura com o jeito de se pensar e

---

progressista. Em suma, profundamente enraizado no ideário iluminista herdado do século XVIII.” (PÁDUA, 2004, p.12-13)

interpretar o meio natural, até então utilitarista e rudimentar. Esta feira nos mostra o comprometimento do Estado com a agenda ambiental e das suas influências fisiocratas.<sup>9</sup>

**Material e Métodos:** As fontes a serem utilizadas para a pesquisa tratam-se de fontes Primárias, Escritas, Oficiais e Seriais. A forma de apresentação é digital e, portanto de fácil acesso por meio dos sites do Arquivo Público do Paraná e na Câmara dos Deputados. Essas fontes consistem em um conjunto de normativas do Governo do Império do Brasil, que abrangem leis, decretos, decisões, cartas régias, alvarás e atos dos poderes Legislativo, Executivo e Judiciário, e dos Ministérios. Também compõe esse rol de fontes as Leis e Decretos do Governo da Província do Paraná e os Relatórios de Presidente de Província. Esse conjunto de legislações e normas serão fundamentais para compreender como foram entendidas as propostas ambientais do Governo Central nas percepções dos primeiros presidentes provinciais do Paraná. Documentos históricos que nos permitem verificar projetos políticos e agendas oficiais de um Estado.

Deste modo, sendo foco da proposta o domínio socioeconômico sobre a natureza, a análise deste conjunto de fontes consistiu no levantamento de assuntos relacionados à exploração e apropriação dos recursos naturais. Assim os temas de destaque que foram usados como filtro na catalogação das fontes podem ser elencados em seis grandes categorias: extrativismo, agricultura, pecuária, águas, pesca e terra.

Essa metodologia é proposta por Fabíola Sevilha de Souza em seu artigo “Temas e Métodos para uma História Ambiental do Brasil Império”, e tem por objetivo examinar as possibilidades analíticas e temáticas de trabalho dentro da História Ambiental no período Imperial brasileiro. Essa busca consiste pois nos resultados parciais da pesquisa de mestrado da mesma autora *Rios e Terras:*

---

<sup>9</sup> Fisiocracia é uma linha de pensamento difundida amplamente na Europa no século XVIII, em especial na França, e que atribuía à agricultura a maior geração de riquezas de uma nação.

*história ambiental de Goiás (1822 – 1850).*<sup>10</sup> Em que foram analisados as Leis e Decisões do Governo do Império do Brasil e feito um mapeamento relativo às leis que envolviam a apropriação e exploração de rios e terras. A autora relata ter se deparado com uma riqueza de proposições e problemáticas caras a História Ambiental. Esse mesmo relato de riquezas quanto as fontes para estudos ambientais é encontrado em Pádua (2004).

Levantados os documentos e montada a problemática, a catalogação dos documentos foi feita através de três planilhas: uma destinada as leis imperiais, outra destinada as leis da província do Paraná e uma terceira destinada aos relatórios dos presidentes. As Leis e Decretos foram analisadas e catalogadas através das palavras-chave descritas acima e organizadas segundo as seguintes categorias: extrativismo, agricultura, pecuária, águas, terras e pesca. Nesse sentido, seguiremos para a análise, discussão e resultados do tema proposto, seguidas de nossas conclusões.

**Discussão:** Em 1854 o Império discute em quatro decretos a situação das madeiras de lei.<sup>11</sup> Estas madeiras eram de longe, o mais valioso dos produtos extrativos da Mata Atlântica. Pranchas de madeira de lei eram vendidas a 280 mil réis a dúzia, quase o mesmo preço, por quilo, do café na época. Trezentos anos de corte de árvores empregadas na construção naval haviam tornado escassas muitas das melhores espécies, mesmo em matas que não haviam sido queimadas. Todas essas circunstâncias encareciam consideravelmente os custos e reduziam a viabilidade de encontrar e extrair as madeiras de lei (DEAN, 1996).

Posto isto, estas madeiras eram extremamente valiosas para o governo central e usufruíam de ampla fiscalização, guardas, e seu corte era passível de multa e prisão. Chama atenção também, observar que o governo estabelece

---

<sup>10</sup> SOUZA, Fabíula Sevilha de. Rios e terras: história ambiental de Goiás (1822-1850). 2013. 214 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/93378>>.

<sup>11</sup> BRASIL. Coleção das Leis do Império do Brasil. Decreto n.1318, de 30 de Janeiro de 1854, Art.81, 85, 87 e 88. Decisão n.223, de 30 de Janeiro de 1854, Art.87. Decisão n.98, de 8 de Maio de 1854, Art.52. Aviso de 9 de Março de 1854.

gastos na receita, para plantar novos arvoredos e conservar as árvores existentes.<sup>12</sup>

Mais interessante ainda é notar o interesse do Estado em estudar e explorar o meio natural. “[...] medição dos terrenos particulares ou obsoletos, deverão-se tomar medidas de todos os recursos e meios naturais. Rios, lagos e navegabilidade, árvores, quantidade e qualidade, minas, salinas, disposição do terreno, solo, latitude, longitude e altura sob o mar.”<sup>13</sup>

Este relato chama atenção, uma vez que o governo imperial nunca realizou um inventário das terras públicas, e essa incapacidade de controlar e manejar os recursos naturais foi uma das maiores causas do rápido desmatamento (DEAN, 1996). Por exemplo a Lei de Terras, que garantia o domínio imperial sobre todas as terras públicas em território nacional, foi aprovada somente em 1850.

Em 1862 essa busca será reforçada através de uma decreto que cria um corpo de engenheiros civis ao serviço do Ministério da Agricultura, e tem o objetivo de entre outras coisas “reunir de forma metódica as informações trazidas pelos engenheiros acerca de observações meteorológicas, mineralógicas, geológicas; sobre as diversas espécies de madeiras que podem ser empregadas nos diferentes ramos de construção; sobre navegação dos rios; dados estatísticos em relação a lavoura, indústria e comércio.”<sup>14</sup>

O Presidente da Província do Paraná em 1856, Henrique Pedro Carlos de Beurepaire Rohan traz em seu relatório uma discussão profunda e descritiva sobre as principais pautas ambientais do Paraná. Descreve de maneira individual os rios da Província e suas características e utilidades antrópicas, da mesma forma discorre sobre a composição geológica paranaense, seus principais minerais, onde encontrá-los no território e suas respectivas explorações.

A questão das madeiras por sua vez:

---

<sup>12</sup> BRASIL. Coleção das Leis do Império do Brasil. Decreto n.1498, de 23 de Dezembro de 1854, Art.2 §12.

<sup>13</sup> BRASIL. Coleção das Leis do Império do Brasil. Decisão n.98, de 8 de Maio de 1854, Art.45.

<sup>14</sup> BRASIL. Coleção das Leis do Império do Brasil. Decreto n.2922, de 10 de Maio de 1862, Art.4.

Quanto à conservação das madeiras, ou antes quanto á falta absoluta de systema, [...] Neste littoral cortão-se enormes quantidades de madeiras de lei, sem autorização legal. Ha grandes engenhos de serraria; um ha, no segundo districto, que trabalha com 16 serras. Que horrível devastação!!! [...] Enquanto de todas as nações illustradas da Europa, tem vindo, a expensas de seus governos, celebres botanicos, para visitar as nossas florestas, nada se tem feito, por nossa parte, para classificar convenientemente nossos vegetaes de reconhecida utilidade, ou indagar [...] as vantagens que se poderia colher, em qualquer ramo da indústria [...].<sup>15</sup>

Registros de impressões sobre as florestas acabam mostrando, de acordo com Susan Place, “tanto sobre seus autores quanto sobre suas florestas”.<sup>16</sup> Representam, em certa medida, a visão de mundo predominante na sua cultura, na sua época, além de serem filtradas pelas lentes dos significados criadas pelas experiências e crenças individuais de cada um (NODARI, 2012). Esse documento portanto serve de riquíssimo documento para perceber a postura de Rohan. Em que condena fortemente a destruição das belas matas do Paraná, a agricultura arcaica utilizada pelos lavradores, a necessidade de importação de arados e moinhos, além de descrever detalhadamente sobre as espécies de árvores na Província.

Em 1862 o governo do Paraná também orça a receita para explorar os rios mais convenientes para benefício da Província, afim de melhorar a comunicação das regiões.<sup>17</sup> O Império faz o mesmo em 1864 ao instalar uma Companhia de navios a vapor *Progressista* na Baía de Paranaguá, em prol de ligar os rios da Província,<sup>18</sup> aliás reforçando a necessidade destas instalações trazerem informações das obras e dos rios das Províncias. Nesse sentido, mais uma vez, conhecer e estudar o meio natural brasileiro era análogo a exploração comercial.

---

<sup>15</sup> PARANÁ. Governador (1855 -1856: Beaurepaire Rohan). Relatório do presidente da província do Paraná Henrique Pedro Carlos de Beaurepaire Rohan na abertura da Assembleia Legislativa Provincial em 1 de Março de 1856. Curitiba: Typ. Lopes, 1856.

<sup>16</sup> Susan E. Place (ed), **Tropical rainforests: Latin American nature and society in transitions**. Wilmington: S. R. Books, 2001.

<sup>17</sup> PARANÁ. Coleção das Leis da Província do Paraná. Lei n.97, Art.1 §21 de 14 de Abril de 1862.

<sup>18</sup> BRASIL. Coleção das Leis do Império do Brasil. Decreto n.3250, de 18 de Abril de 1864.

A crença de que o desmatamento das bacias e dos manguezais provocava o secamento das nascentes, motivou a primeira tentativa governamental de conservação. Empreendida em 1862, o governo imperial investiu um modesto nível de recursos em um programa de reflorestamento. Nesse sentido, o reflorestamento das florestas da Tijuca, na capital do Império foi alvo de ricas pesquisas para a História Ambiental.<sup>19</sup> Em 1861 o governo central promove um projeto de plantio regular de árvores do país na Tijuca e em Painera, sendo proibido o corte destas matas, vigiada sob tutela de guardas.

Em 1860 o então Presidente da Província do Paraná José Francisco Cardoso traz uma riquíssima discussão em seu relatório, digno de um fisiocrata:

A terra se prepara ao dobrar constante e desapiedado da foice e do machado sobre as ricas mattas, que cortamos; o fogo é o grande elemento que concorre para o amanho do terreno, que tem de ser cultivado. A devastação sem fim, quotidianamente se emprega na pequena lavoura [...]. E d'est'arte se estragam as melhores de nossas terras agrícolas, tornando-as por muitos annos estereis e sem valor. Tão rudes processos, de destruição completa, admira que guiem a mór parte dos nossos lavradores, com grave prejuizo do futuro agrícola da provincia! [...] a fatalidade de pesadas consequencias, que mais tarde, se hão de fazer sentir. [...] pelo estrago e derrubada das mattas, a aridez do terreno, a secca e finalmente a ruina total. [...] A devastação das florestas nacionais opera-se nesses lugares, em tão grande escala, que, se o governo não tomar providências energicas e promptas, para reprimir esses abusos, d'aqui á pouco tempo estarão completamente estragadas todas as mattas publicas d'este littoral [...] Essa questão das madeiras tem sido de ha 4 annos o objeto de minha constante solicitude; ou, para melhor dizer, o meu pesadelo! [...] O governo imperial, solícito em promover o desenvolvimento d'esta rica industria nacional, enviou-me em Novembro [...] um caixote com sementes de tecka a qual produz perfeitamente á margens de rios ou lagôas. A lecka dá ótima madeira de construção naval, sendo por isso de grande vantagem o seu plantio.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> José Augusto Drummond. **O Jardim dentro da Máquina**: breve história ambiental da Floresta da Tijuca. - Estudos Históricos 1988/2.

<sup>20</sup> PARANÁ. Governador (1859 -1861: Francisco Cardoso). Relatório do presidente da província do Paraná José Francisco Cardoso na abertura da Assembleia Legislativa Provincial em 1 de Março de 1860. Curityba: Typ. Lopes, 1860.



Chegando ao final de nosso recorte, em 1861 o governo central propõem a realização de uma exposição de produtos naturais e industriais nas Províncias da Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, São Pedro e Pará. As demais que quisessem participar deveriam enviar suas apresentações ao governo central. A Província do Paraná não participou. Por isso, apesar de presente o interesse em novas abordagens a respeito do meio natural, nosso objeto de estudo não fez parte.

Só em 1865 quando o Império “aprova as Instruções para a elaboração de uma exposição de produtos agrícolas, a ser elaborada em todas as capitais das províncias do país. [...]” é que nosso objeto de estudo se faz presente nesse festival. Devendo “[...] expor para a comunidade os avanços agrícolas do império. A comissão organizadora deverá organizar um catálogo com informações a respeito dos produtos, ferramentas, área de produção, produtividade ao ano, qualidade do produto, custo da produção, etc. O mesmo se fará com os recursos minerais e as madeiras: se mencionarão os nomes vulgares e científicos, suas propriedades medicinais e aplicação industrial, épocas de derrubada, local das jazidas, distância dos principais meios de navegação e transporte, etc.”<sup>21</sup>

“É na agricultura que está o futuro da Província”, foi o que disse o presidente da Província André Augusto de Pádua Fleury na abertura da Assembleia Legislativa Provincial em 4 de Junho de 1865.<sup>22</sup> A Província era “[...]dotada de vastos campos de criar e cortada de inúmeros rios.” Para Pádua, se a agricultura não gera riqueza para a província era devido a fatores humanos como: falta de população e de meios baratos e fáceis de transporte.

**Conclusão:** Nas páginas que se seguiram apresentamos algumas das repercussões das políticas fisiocratas em relação ao meio natural nos primeiros anos da Província do Paraná. A partir de uma análise comparada das políticas do governo central e das políticas regionais, foi possível verificar o caráter utilitarista

---

<sup>21</sup> BRASIL. Coleção das Leis do Império do Brasil. Decisão n.481, de 14 de Outubro de 1865.

<sup>22</sup> PARANÁ. Governador (1864-1865: Pádua Fleury). Relatório do presidente da província do Paraná André Augusto de Pádua Fleury na abertura da Assembleia Legislativa Provincial em 4 de Junho de 1865. Curitiba: Typ. Lopes, 1865.

da pauta ambiental na agenda política Imperial e Provincial, e de que maneira estas duas agendas estavam ligadas e se influenciavam.

É relevante ressaltar, entretanto, que esta pesquisa representa apenas um recorte do que foi a discussão ambiental no Brasil Império e no Paraná Provincial. O debate acerca da necessidade da preservação das matas, as discussões sobre os prejuízos econômicos da construção naval e civil causados pelo corte desproporcional de árvores, além das discussões sobre o clima e as secas, ainda se estenderiam durante todo o XIX e posteriormente tomando novos rumos durante República.

A partir dessas informações, procuramos destacar a importância das árvores e florestas, em geral, tiveram na história do Brasil. Desde a derrubada para a expansão das áreas de lavoura à uma mudança de mentalidade, com a defesa da conservação das áreas florestais para fins econômicos. Diante disso, buscamos portanto, contribuir com a rica discussão que vem sendo analisada pelos historiadores ambientais: a investigação acerca das influências da tradição intelectual fisiocrata no Brasil Imperial.

#### Referências:

DEAN, Warren, 1932-1994. **A ferro e fogo**: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira; tradução C. K. Moreira; revisão técnica José Augusto Drummond. – São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DRUMMOND, José. **O jardim dentro da máquina**: breve história ambiental da Floresta da Tijuca. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, vol. I, n.2, p. 276-298, 1988.

NODARI, Eunice Sueli. **As florestas do Sul do Brasil**: entre discursos de preservação e ações de devastação. In: FRANCO, J. L. A. (Org.); SILVA, S. D. E. (Org.); DRUMMOND, J. A. (Org.); TAVARES, G. G. (Org.). (Org.). História Ambiental: fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza. 1ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, v. 1, p. 241-260.

PÁDUA, José Augusto. **Um Sopro de Destruição**: pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista (1786-1888) – 2.ed. – Rio de Janeiro: Zahar, 2004.

PLACE, Susan E. (ed), **Tropical rainforests**: Latin American nature and society in transitions. Wilmington: S. R. Books, 2001.

SOUZA, Fabíula Sevilha de. **Rios e terras: história ambiental de Goiás (1822-1850)**. 2013. 214 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, 2013

\_\_\_\_\_. **Temas e Métodos para uma História Ambiental do Brasil Império** - Anais do XXVI Simpósio Nacional de História - ANPUH - São Paulo, 2011.

# CASOS DE LITIGÂNCIA CLIMÁTICA NA AMÉRICA AMAZÔNICA: O MOVIMENTO DAS JUVENTUDES

Luiza Lisbôa<sup>1</sup>; Nathália Mamede<sup>2</sup>

1 – Luiza Lisbôa. Universidade de Brasília (UnB). [luizalisboa7@gmail.com](mailto:luizalisboa7@gmail.com)

2 – Nathália Mamede. Universidade de Brasília (UnB).

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho é explorar o atual panorama da litigância climática sul-americana, em especial a utilizada para a proteção da floresta amazônica e movidas pelas juventudes da região. Nesse processo, pretendeu-se explorar as características da litigância latino-americana dentro de um contexto do Sul Global, altamente marcado pela retórica de correlação entre meio ambiente e direitos fundamentais, além de influências gerais do fenômeno da litigância climática global. Dentro desta delimitação, buscou-se observar a presença e força de três fatores principais: o princípio da equidade intergeracional, o direito ao meio ambiente saudável e a presença de elementos de ativismo climático dentro dos casos. Para tanto, foi utilizado o método de estudos de caso comparados, a partir de três litígios nas cortes nacionais do Brasil, Colômbia e Peru, passando por uma extensa revisão de literatura, com fontes secundárias, além de fontes primárias, como documentos jurídicos, relatórios oficiais e bases de dados. Como resultado, obteve-se uma linha característica dos processos de litigância na região.

**Palavras-chave:** Litigância climática; Juventudes latino-americanas; América amazônica

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.17773448>

**Introdução:** A litigância climática é um fenômeno crescente nas últimas décadas. O tema vem ganhando importância juntamente às mudanças climáticas, que tem se tornado um objeto cada vez mais comum no dia a dia, ocupando diversos espaços. Apesar de já ter uma história muito mais consolidada em jurisdições como Estados Unidos da América e Austrália, esse é um fenômeno internacional, já influenciado por contribuições relevantes de países da América Latina.

A despeito de a crise climática ser um problema de caráter global, os litígios em tribunais nacionais são capazes de assumir um papel de extrema importância dentro da governança climática, podendo atingir objetivos e abordar assuntos que tratados internacionais dificilmente poderiam alcançar. Esses litígios podem ter efeitos reguladores tanto diretos quanto indiretos, ou seja, podem levar a mudanças no regime regulatório ou gerar consciência, influenciando a opinião pública, decisões normativas, aumentando o custo de projetos nocivos ao clima ou levando cortes a provocar outros poderes a tomarem medidas que excedam o escopo do judiciário (PEEL & OSOFSKY, 2013).

O objetivo deste artigo é explorar o atual panorama da litigância climática sul-americana, em especial a utilizada para a proteção das futuras gerações. Nesse processo, pretendemos explorar as características da litigância latino americana dentro de tendências globais e de um contexto do Sul Global, que, como demonstrado por Peel e Lin (2019), é altamente marcado pela relação entre meio ambiente e direitos fundamentais.

Para isso, restringimos nosso recorte à região Amazônica, fazendo um estudo de caso com litígios do Brasil, Colômbia e Peru que tenham como ponto principal a demanda de juventudes pela preservação de seus modos de vida e futuros ecologicamente equilibrados. Dentro dessa delimitação, buscaremos observar a presença e força de três fatores principais: o princípio da equidade intergeracional, o direito ao meio ambiente saudável e a presença de elementos de ativismo climático dentro dos casos, além da maneira em como se encaixam dentro das tendências gerais da litigância climática. Para isso faremos uma extensa revisão de literatura, buscando fontes secundárias em artigos e pesquisas

sobre o assunto, além de fontes primárias, como documentos jurídicos, relatórios oficiais e bases de dados.

Sendo assim, este trabalho se dividirá na presente introdução, nos estudos de caso em que iremos analisar as ações presentes na Colômbia, Peru e Brasil, trazendo os pontos principais de cada caso e analisando a presença dos elementos já citados. Por fim, passaremos as nossas conclusões, confirmando ou não a hipótese de que os litígios climáticos encabeçados pelas juventudes na região são casos estratégicos e uma ferramenta de *advocacy*, podendo ter efeitos que vão além da decisão judicial.

***Barragán et al. v. Presidencia de la República et al:*** a litigância climática na Colômbia: Em 2018, na Colômbia, foi possível ver a utilização da litigância climática contra entes governamentais para a proteção dos direitos fundamentais de gerações futuras por meio do caso *Andrea Lozano Barragán et al. v. Presidencia de la República et al.*, também conhecido como caso Juventudes Colombianas. Trata-se de uma Ação de Tutela levada à *Corte Suprema de Justicia*, tribunal competente para julgar membros do alto escalão do governo, neste caso em específico a Presidência da República e os Ministérios do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e da Agricultura e Desenvolvimento Rural.

O caso tem como ponto principal os impactos aos direitos fundamentais de diversos jovens colombianos causados não só pelo não cumprimento da meta de zerar a taxa de desmatamento na Amazônia colombiana até 2020, assumido tanto por meio do Acordo de Paris quanto do Plano Nacional de Desenvolvimento (2014-2018), mas também pelo aumento destas taxas durante o ano de 2016. Os autores buscam demonstrar como os impactos climáticos vindos do desmatamento Amazônico afetam seu direito de gozar de um ambiente saudável (artigo 79 da Constituição colombiana) e, a partir disso, uma série de direitos fundamentais das gerações futuras, especificamente à vida digna, à água, à saúde e à alimentação (DEJUSTICIA, 2018).

O caso é um importante marco ao se estudar a litigância do Sul Global e, mais ainda, quando nos focamos na região da América Latina. Nesses países é comum que, apesar do baixo número de casos quando comparados com o Norte

Global, exista toda uma jurisprudência em matéria ambiental que trata de outros temas ao invés de abordar mudanças climáticas de maneira direta, mas ainda assim tem impactos no clima. A Colômbia não é uma exceção, seus tribunais cumprindo um papel chave na proteção e avanço de direitos socioeconômicos, este próprio caso sendo construído em cima de anos de *advocacy* e jurisprudência nessa área (RODRÍGUEZ-GARAVITO, 2020).

Os requerentes do caso buscaram fundamentalmente o fortalecimento do sistema de proteção ambiental da floresta, por meio de ações concretas dos entes governamentais, tendo seus pedidos largamente atendidos pela sentença da corte, que ordenou: a formulação de um plano de curto, médio e longo prazo para combater a taxa de desmatamento na Amazônia considerando o efeito da mudança climática; a formulação de um Pacto Intergeracional pela Vida do Amazonas Colombiano - PIVAC; a atualização dos planos de ordenamento territorial de todos os municípios da Amazônia colombiana, contendo um plano de ação de desmatamento zero em seus territórios e abarcando questões de mitigação e adaptação; a elaboração de um plano de ação de combate ao desmatamento pelas Corporações Autônomas Regionais implicadas no processo (corporações de caráter público encarregadas de administrar o meio ambiente e recursos naturais, além de inclinar-se pelo desenvolvimento sustentável) (COLÔMBIA, 2018).

Vale ressaltar dois outros pontos sobre a sentença. Primeiramente, a obrigatoriedade de participação social colocada pela corte na elaboração tanto do plano de ação contra o desmatamento do governo nacional quanto na criação do Pacto Intergeracional; e, ainda, o reconhecimento da Amazônia colombiana como um sujeito de direitos, decisão vanguardista no crescente movimento latino americano de estabelecimento de direitos da natureza (RODRIGUEZ-GRAVITO, 2019).

***Álvarez et al. v. Peru: a litigância climática no Peru:*** No Peru, o caso de litigância *Álvarez et al. v. Peru* também foi iniciado pelas juventudes peruanas, que demandam o Estado peruano a alcançar até 2025 uma taxa *net zero* de desmatamento. A ação, que teve início ainda em 2019, consiste em sete demandantes representados pelos seus pais e corre na *Corte Superior de Justicia*

*de Lima*. O principal apontamento é a insuficiência das ações tomadas pelo governo peruano no que tange às mudanças climáticas por meio da Política Nacional sobre Meio Ambiente e a Política Nacional sobre Florestas e Queimadas, além de atingir direitos à vida, à água e à saúde (GRANTHAM INSTITUTE, 2020).

O pleito foca em regiões específicas do país, sendo elas Loreto, Ucayali, Madre de Diós, Amazonas e San Martín. Essas regiões concentram a região de florestas e zonas rurais no país, além de serem regiões em que vivem as 46 comunidades tradicionais com territórios e propriedades reconhecidas pelo país (PERÚ, 2018). Além da delimitação geográfica, o caso ressalta a faixa etária mais afetada pela falta de políticas adequadas, citando os nascidos entre 2005 e 2011.

O amparo legal utilizado são os artigos 8 da Declaração Universal dos Direitos Humanos, o 200.2 da Constituição Peruana, o 3 do Pacto Internacional de Direitos Civis e Políticos, o artigo 25 do Protocolo Adicional da Convenção Americana sobre Direitos Humanos, os 160 e 180 do Código Peruano de Crianças e Adolescentes e o 37 do Código Processual Constitucional.

Segundo o artigo da Declaração Universal citado, "todo ser humano tem direito a receber dos tribunais nacionais competentes remédio efetivo para os atos que violem os direitos fundamentais que lhe sejam reconhecidos pela constituição ou pela lei", assegurado ainda pelo direito da constituição peruana previsto pelo artigo 200, é preciso que haja amparo legal quando há algum feito ou omissão que firam os direitos reconhecidos pela Constituição.

São endereçadas reclamações ao Presidente da República e aos ministros de Estado do Meio Ambiente, Agricultura e Irrigação e de Finanças. Ainda, a petição visa a atingir também governos subnacionais, especialmente dos departamentos supracitados. Dois tópicos importantes das reivindicações, consonantes aos casos dos outros países, são o reconhecimento da Amazônia peruana como sujeito de direitos e a declaração de que as políticas de conservação ambiental são inconstitucionais (INSTITUTO DE DEFENSA LEGAL, 2019).

***Silva et al. v. Salles et al.*: A litigância climática brasileira:** A legislação brasileira é riquíssima em normas e leis que busquem a proteção ambiental chegando a ter, até 2020, 28 dispositivos que abordassem o tema das mudanças



climáticas, incluindo a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC (Lei Federal 12.187 de 2009) (SETZER & BYRNES, 2020), além de outras legislações ambientais que têm impacto indireto. Sendo assim, o maior problema ao se falar de política climática no Brasil não está na criação de leis, mas em sua implementação. Mesmo antes dos recentes retrocessos ambientais, pontos como falta de estrutura para o monitoramento de gases de efeito estufa (GEE), aumento do desmatamento na Amazônia, corrupção, entre outros fatores, já se mostravam como preocupantes obstáculos para o atingimento das metas climáticas brasileiras (WEDY, 2017). Com o agravamento desse cenário devido a políticas e atos dos poderes executivo e legislativo que enfraquecem a proteção ambiental no país, vários novos casos de litigância climática surgiram, visando barrar ou responsabilizar, em especial o Estado, pelo desmonte ambiental observado.

Dentre esses litígios destaca-se a Ação Popular Nº 5008035-37.2021.4.03.6100 protocolada por representantes de diferentes juventudes brasileiras contra o, à época, Ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, e o ex-Ministro das Relações Exteriores, Ernesto Araújo. Esse litígio se dá por meio de Ação Popular em Vara Cível ao invés do Supremo Tribunal Federal – STF, no entanto, ainda é possível ver o uso de dispositivos constitucionais visando proteger o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, em especial o caput do artigo 225 da Constituição Federal do Brasil, atualmente equiparado a um direito fundamental.

A ação busca a anulação da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês) apresentada pelo Brasil em 9 de dezembro de 2020 e sua substituição por uma nova que esteja de acordo com a obrigação de não regressão do Acordo de Paris, e que seja elaborada com a participação efetiva da sociedade civil. Esse pedido é motivado pela chamada “pedalada climática” do Governo Federal. Ao aumentar a base de cálculos para as ambições da NDC, mas manter as mesmas proporções ambicionadas de redução de CO<sub>2</sub>e, a nova NDC possibilita a emissão de 460 milhões de toneladas de gás carbônico em 2025 e 400 milhões de toneladas de gás carbônico em 2030 a mais do que o previsto no compromisso anterior. Durante sua petição inicial, os autores levantam a importância do papel dos requerentes enquanto jovens para entrar com a causa,

tendo em vista o dano altamente provável que o elevado nível de emissões pode causar a seu futuro, de maneira que pode ser relacionada diretamente aos princípios da equidade intergeracional, da prevenção e da precaução (BRASIL, 2021a).

A ação também liga a luta das gerações futuras por um porvir de segurança climática à preservação da Floresta Amazônica. As emissões do Brasil e, por consequência, sua NDC são majoritariamente advindas dos setores de Mudança do Uso da Terra e Floresta e de Agricultura (ALBUQUERQUE, 2020). Nesse sentido, a peça inicial menciona inclusive como a “pedalada” do Governo Federal possibilitaria ao Brasil alegar estar cumprindo com seus compromissos internacionais independente da taxa de desmatamento de 10 mil km<sup>2</sup> na Amazônia brasileira (BRASIL, 2021a). A ação atualmente ainda não foi completamente julgada, tendo, no entanto, recebido decisão que indeferiu o pedido de tutela dos autores, que buscava dar segurança aos direitos pleiteados enquanto não houver uma sentença (BRASIL, 2021b). Apesar dessa situação, o processo em si já foi utilizado como ferramenta de *advocacy*, sendo divulgada não somente pelas mídias das organizações da sociedade civil envolvidas, como também em grandes canais da mídia nacional<sup>23</sup>.

**Considerações Finais:** O presente trabalho teve por objetivo apresentar três casos da América amazônica de litigância climática a partir de 2018. Os países escolhidos, sendo Brasil, Colômbia e Peru, além do marco geográfico, possuem também em comum a característica de serem movidos por jovens. Segundo o Grantham Institute (2019), somente quatro casos de litigância foram movidos por movimentos de juventude na América Latina e no Caribe.

Além disso, é possível notar características similares nos três processos, o que poderia indicar uma influência mútua e caracterizar o movimento de litígio na região latino-americana. É importante ressaltar que os três casos se centram na violação do direito à vida e à saúde de gerações futuras, além de serem destinados a tomadores de decisão similares, entre eles os Ministérios de Meio Ambiente e

---

<sup>23</sup> Ver: [https://www.instagram.com/p/CNqFusZnd2A/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link](https://www.instagram.com/p/CNqFusZnd2A/?utm_source=ig_web_copy_link)  
[https://www.instagram.com/p/CNpxhKvhqUp/?utm\\_source=ig\\_web\\_copy\\_link](https://www.instagram.com/p/CNpxhKvhqUp/?utm_source=ig_web_copy_link)  
<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2021/04/14/jovens-processam-governo-por-pedalada-climatica-e-pedem-anulacao-de-meta-brasileira-no-acordo-de-paris.ghtml> acesso 18/08/2021

Agricultura de cada país. É preciso lembrar que, como os movimentos se aproximam no Sul Global a um clamor aos direitos humanos, os casos rogam pela participação social em suas reclamações. Apesar de não aparecer no caso brasileiro, os outros dois casos apontam a necessidade do reconhecimento da Amazônia como sujeito de direitos.

Ainda que as decisões das cortes não sejam cumpridas inteiramente ou em caso de haver má vontade de instituições estatais, as ações não podem ser consideradas inúteis, pois ainda pode ser visto como um avanço no Direito e na discussão entre litigância climática e direitos humanos. Essas decisões são importantes, mesmo no caso das Juventudes Colombianas em que os avanços foram não só aquém do esperado, como também foi registrado um aumento do desmatamento na região amazônica nacional (DEJUSTICIA, 2020).

Essa importância se dá por quatro motivos: a) mesmo que haja um cumprimento parcial das sentenças, ainda assim é criada uma base legal para a exigência do cumprimento da sentença, podendo criar mais espaços para aquela luta junto a outros atores políticos; b) a discussão jurídica dos efeitos das mudanças climáticas e, principalmente no caso colombiano, a sua relação com garantias fundamentais como o direito à vida digna, pode ser utilizada como uma poderosa ferramenta de *advocacy*, como um meio de ação entre outros, como manifestações, *lobby*, etc (TORRE-SCHAUB, 2019; SETZER; BYRNES, 2020); c) casos como esses se tornam marcos de litigância e podem inspirar à criação de novos casos com estratégias similares em outros países (SAVARESI; AUZ, 2019), ainda assim contribuindo para a causa climática, tendo em vista sua natureza global e difusa; e d) ao interpretar esses casos existe um aprimoramento legal, aumentando a clareza sobre como as regras invocadas podem ser entendidas e implementadas (SETZER; CUNHA; FABBRI, 2019).

Por fim, é necessário salientar a importância da participação da juventude nos movimentos de litigância do clima, uma vez que se colocam como agentes importantes na luta contra as mudanças climáticas e, também, os que mais poderão ser afetados caso as políticas sigam sendo insuficientes. Os casos podem ser tidos como reflexos da organização latino-americana e dos focos de pressão em relação ao tema.

## Referências:

ALBUQUERQUE, Igor, et al.. **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas de clima do Brasil: 1970-2019.** SEEG, 2020.

BRASIL. Tribunal Regional Federal (3ª região). Petição Inicial. Ação popular nº5008035-37.2021.4.03.6100. 14ª Vara Cível Federal de São Paulo. Relatora: Juíza Noemi Martins de Oliveira. Disponível em: [http://climatecasechart.com/climate-change-litigation/wp-content/uploads/sites/16/non-us-case-documents/2021/20210413\\_13429\\_complaint.pdf](http://climatecasechart.com/climate-change-litigation/wp-content/uploads/sites/16/non-us-case-documents/2021/20210413_13429_complaint.pdf). Acesso em: 13 abr 2021.

BRASIL. Tribunal Regional Federal (3ª região). Decisão. Ação popular nº5008035-37.2021.4.03.6100. 14ª Vara Cível Federal de São Paulo. Relatora: Juíza Noemi Martins de Oliveira. 28 mai 2021.

COLÔMBIA. Corte Suprema de Justicia. Radicación nº 11001-22-03-000-2018-00319-01. **STC4360-2018.** Bogotá, 05 abr. 2018.

DEJUSTICIA. **Nueve puntos clave para entender la tutela de cambio climático y generaciones futuras.** 2018. Disponível em: <https://www.dejusticia.org/nueve-puntos-clave-para-entender-la-tutela-de-cambio-climatico-y-generaciones-futuras/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

DEJUSTICIA. **¿Qué le hace falta al Gobierno para implementar la sentencia contra el cambio climático y la deforestación?** 2020. Disponível em: <https://www.dejusticia.org/que-le-hace-falta-al-gobierno-para-implementar-la-sentencia-contra-el-cambio-climatico-y-la-deforestacion/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

GRANTHAM INSTITUTE. Latin America and the Caribbean. In: GRANTHAM INSTITUTE. **Climate Change Laws in the World.** London School of Economics, 2019. Disponível em: [https://climate-laws.org/litigation\\_cases?geography%5B%5D=140&region%5B%5D=Latin%20America%20%26%20Caribbean](https://climate-laws.org/litigation_cases?geography%5B%5D=140&region%5B%5D=Latin%20America%20%26%20Caribbean). Acesso em: 20 ago. 2021.

INSTITUTO DE DEFENSA LEGAL. **Demanda de amparo ambiental.** Lima, 2019. Disponível em: [https://climate-laws.org/geographies/peru/litigation\\_cases/alvarez-et-al-v-peru](https://climate-laws.org/geographies/peru/litigation_cases/alvarez-et-al-v-peru). Acesso em: 20 ago. 2021.

PEEL, Jacqueline; LIN, Jolene. Transnational Climate Litigation: the contribution of the global south. **American Journal Of International Law**, [S.L.], v. 113, n. 4, p. 679-726, 26 jun. 2019. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/ajil.2019.48>.

PEEL, Jacqueline; OSOFSKY, Hari M.. Climate Change Litigation's Regulatory Pathways: a comparative analysis of the United States and Australia. **Law & Policy**,

[S.L.], v. 35, n. 3, p. 150-183, 13 maio 2013. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/lapo.12003>.

PERÚ. **Mapa de propiedad a pobladores rurales y povos indigenas**. Ministerio de Agricultura y Riego. Disponível em: <https://www.minagri.gob.pe/portal/730-mapas>. Acesso em: 20 ago. 2021.

RODRÍGUEZ-GARAVITO, César. **Así se ganó en Colombia un litigio por el planeta**. 2018. Disponível em: <https://www.dejusticia.org/asi-se-gano-en-colombia-un-litigio-por-el-planeta/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

RODRÍGUEZ-GARAVITO, César. Human Rights: the global south's route to climate litigation. **Ajil Unbound**, [S.L.], v. 114, p. 40-44, 2020. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/aju.2020.4>.

SAVARESI, Annalisa; AUZ, Juan. Climate Change Litigation and Human Rights: pushing the boundaries. **Climate Law**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 244-262, 26 jun. 2019. Brill. <http://dx.doi.org/10.1163/18786561-00903006>.

SETZER, Joana; BYRNES, Rebecca. **Global trends in climate change litigation: 2020 snapshot**. Londres: Grantham Research Institute on Climate Change and The Environment and Centre For Climate Change Economics and Policy, London School of Economics and Political Science, 2020.

SETZER, Joana; CUNHA, Kamyla; FABBRI, Amália Botter. Introdução. In: SETZER, Joana; CUNHA, Kamyla; FABBRI, Amália Botter (org.). **Litigância Climática: novas fronteiras para o direito ambiental no Brasil**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019. p. 87-116.

TORRE-SCHAUB, Marta. **Les dynamiques du contentieux climatique: usages et mobilisations du droit pour la cause climatique**. Paris: Institut des Sciences Juridique & Philosophique de la Sorbonne, 2019.

WEDY, Gabriel. **Climate legislation and litigation in Brazil**. Nova York: Columbia Law School, 2017.

## GÊNERO E JUSTIÇA ENERGÉTICA NA MINERAÇÃO DO CARVÃO EM SANTA CATARINA

Sigrid de Aquino Neiva<sup>1</sup>, Andrea Lampis<sup>2</sup>, Daniela Higgin Amaral<sup>3</sup>, Celio Bermann<sup>4</sup>

1 – Sigrid de Aquino Neiva. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade do São Paulo. [sigrid@usp.br](mailto:sigrid@usp.br)

2 – Andrea Lampis. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [alampis@usp.br](mailto:alampis@usp.br)

3 – Daniela Higgin Amaral. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [danielahiggin@usp.br](mailto:danielahiggin@usp.br)

4 – Celio Bermann. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade do São Paulo. [cbermann@iee.usp.br](mailto:cbermann@iee.usp.br)

**RESUMO:** Este estudo traz reflexões a respeito dos resultados de pesquisa exploratória sobre a história das mulheres “escolhedeiras” da mineração do carvão no estado de Santa Catarina e a sua possível relação com o conceito moderno de justiça energética e seus princípios norteadores, à luz das teorias de gênero e políticas feministas.

**Palavras-chave:** Carvão mineral; Gênero; Justiça energética; Teorias de gênero; Políticas feministas.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746586>

**ABSTRACT:** This study brings reflections of an exploratory research on the history of coal mining women in the state of Santa Catarina, as well as their possible relationship with the modern concept of energy justice and its guiding principles, in light of gender theories and feminist politics.

**Keywords:** Coal 1; Gender 2; Energy justice 3; Gender theories 4; Feminist politics 5.

**Introdução:** Conhecido e utilizado desde aproximadamente 2000 a.C., o carvão mineral apenas passou a ser difundido como um recurso energético a partir da Revolução Industrial na segunda metade do século XVIII em máquinas a vapor.

Embora altamente poluente e com efeitos danosos para o meio ambiente e saúde humana, o carvão ocupa a segunda posição na oferta energética mundial, respondendo por 40% da geração de eletricidade e por 40% das emissões de dióxido de carbono relacionadas à energia (IEA, 2019). No Brasil, de acordo com os dados do Balanço Energético Nacional, ano base 2020 (EPE, 2021), este é responsável por 4,9% da oferta interna de energia e essa pequena participação se deve ao fato de o carvão mineral brasileiro ser considerado “pobre”, de baixo poder calorífico, e ainda, devido aos impactos negativos da exploração do recurso e a uma maior oferta de outras fontes energéticas.

A região sul concentra os maiores recursos carboníferos do país. Santa Catarina, estado objeto deste estudo, produziu em 2020, o total de 5.614.266 toneladas em sua produção bruta, segundo dados do SIECESC (2021). A descoberta do carvão catarinense remonta ao século XIX, porém somente na primeira metade do século XX ele passou a ser explorado industrialmente, motivado pela mudança no modelo de desenvolvimento do país e pelas necessidades geradas durante as duas guerras mundiais que foram fatores decisivos na expansão da indústria carbonífera. O carvão catarinense é parte fundamental da história e da economia da região sul do estado.

Nos primeiros momentos da mineração em Santa Catarina, as mulheres já participavam do trabalho nas minas. Eram chamadas de “escolhedeiras”, pois executavam a atividade de escolha do carvão. Devido à falta de mecanização para

este trabalho, suas atribuições estavam formalmente limitadas a essa tarefa, visto que não era exigida força física e habilidades condizentes com a suposta “natureza masculina”.

Ainda que seja necessário um esforço adicional para situar a pesquisa de energia dentro de contextos mais amplos de desigualdades socioculturais sistêmicas, dada a interdisciplinaridade do tema, incluindo seus sistemas, acessos e usos, e não obstante, a desigualdade resultante desses sistemas, abordagens interseccionais são necessárias. Nos últimos anos, os estudos voltados ao tema energia, em especial, aqueles que incluem gênero e questões energéticas, têm dado cada vez mais atenção às indagações e preocupações de intersecção de gênero e desigualdades baseadas na identidade. Apesar de ser relativamente recente, tais pesquisas têm avançado em direção à interseccionalidade ao contrário de abordar os temas de maneira exclusiva. Assim, teorias de gênero e políticas feministas fornecem a possibilidade para se fazer uma ponte com o tema energia, fornecendo um conhecimento necessário para se analisar formas históricas de injustiças (CANNON; CHU. 2021).

Nessa perspectiva, pretende-se com esta pesquisa realizar reflexões acerca dos conceitos e a relevância da incorporação das definições modernas de justiça energética, área de conhecimento que investiga a alocação desigual de vantagens, consequências e responsabilidades da estrutura energética, e seus princípios, de maneira relacional à trajetória de trabalho das mulheres “escolhedeiras” do carvão de Santa Catarina, à luz das teorias de gênero e políticas feministas.

**Metodologia:** A metodologia utilizada no estudo foi a de pesquisa exploratória, empregando duas ferramentas, estudo de caso e levantamento bibliográfico. Para a primeira, utilizou-se a história das mulheres “escolhedeiras” do carvão do estado de Santa Catarina, que atuaram entre as décadas de 1930 e meados da década de 1960. Logo, o levantamento bibliográfico se referiu a pesquisar sobre a trajetória de trabalho dessas mulheres e buscar, dentro do conceito de justiça energética, reflexões sobre sua possível relação. Para isto, materiais como livros, periódicos científicos, dissertações e dados de instituições



governamentais e não-governamentais foram utilizados. É importante destacar que não se realizou uma revisão sistemática ou abrangente de toda a literatura, portanto, pode haver estudos relevantes que foram omitidos.

Com base no levantamento bibliográfico, realizou-se o reconhecimento de quais obras seriam de interesse para a pesquisa, selecionando o material pertinente para leitura seletiva e analítica, e, posteriormente, organizando as principais ideias para a construção lógica do trabalho. Ainda que o esforço tenha sido para encontrar e incluir estudos relevantes, de acordo com os critérios da pesquisa, espera-se que esse esforço inspire avanços metodológicos futuros.

### **Mulheres na mineração de carvão: as “escolhedeiras” de Santa Catarina:**

Durante séculos nas sociedades ocidentais, a vida da mulher esteve associada ao espaço doméstico e privado e a vida do homem ao espaço público. A tutela exercida sobre a mulher estava diretamente ligada à ordem econômica e ao controle político da sociedade e, por maiores que sejam as diferenças econômicas, de classe e de raça dentro da categoria, esta identidade permanece entre todas elas.

Essa assimetria entre os gêneros tem como base a atribuição de funções distintas dentre estes e constitui culturalmente a identidade social das mulheres, assim como as dos homens e para que essas funções fossem cumpridas, a sociedade delimitou, com bastante precisão, os campos em que estes poderiam operar (SAFFIOTI, 1987).

Um dos principais entraves que se encontram ao se tentar estudar as atribuições da mulher na mineração é que esse setor é normalmente identificado como masculino e, portanto, na percepção e na memória coletiva, a mulher não está presente nele. Mas, na verdade, não é só na atualidade que a mulher desempenha alguma função na mineração, elas sempre estiveram presentes e tiveram funções importantes na história da exploração mineral (CASTILHOS; CASTRO, 2006).

Apesar do silêncio oficial a respeito, os homens não foram a única mão de obra absorvida no processo de expansão e desenvolvimento da indústria de carvão no estado de Santa Catarina. Nas décadas de 1940 e 1950, principalmente,

as mulheres constituíam uma força de trabalho significativa nas minas, entretanto, aos olhos da história oficial, elas ficaram imperceptíveis (CAROLA, 1997).

A invisibilidade da mulher no setor mineral não é específica dos operários das minas, sendo os documentos sobre suas atividades escassos em regiões minerárias, mesmo quando restritas à prostituição ou relacionadas com tarefas auxiliares, como a de cozinheiras (RODRIGUES, 1992). A invisibilidade social é, sem dúvida, a mais antiga das reivindicações feministas e abrange, na verdade, a tentativa de uma nova interpretação do trabalho doméstico (CASTILHOS; CASTRO, 2006).

As teorias de gênero e políticas feministas têm possibilitado fazer pontes entre diferentes áreas para se construir conhecimento acerca das desigualdades estruturais das sociedades. O avanço destas teorias e políticas fornece estruturas para abordar temas de maneira interseccional, oferecendo novas oportunidades para que se realize a análise de formas históricas e cruzadas de injustiças, assim como métodos de avaliação das consequências de múltiplas opressões de modo relacional (CANNON; CHU, 2021).

Nas minas catarinenses, o termo “escolhedeira” foi utilizado para designar as trabalhadoras que realizavam a classificação do carvão vindo do subsolo, sendo revestido de um significado de desqualificação que aponta para um trabalho de segunda ou terceira categoria. Sob o ponto de vista patronal, o trabalho na escolha se caracterizava como serviço simples, leve e complementar, ou seja, um trabalho “tipicamente” feminino (CAROLA, 2002).

Nos resultados de sua pesquisa, Carola (1997) reconstituiu o perfil social dessas trabalhadoras. Seus resultados mostram que 68% das mulheres encontravam-se na faixa etária de 14 a 20 anos de idade (a idade mínima estabelecida pelos mineradores para trabalhar na escolha era 14 anos, mas o autor comprovou que muitas crianças já começavam antes dos 12 anos), cerca de 84% eram solteiras quando foram admitidas, 51% eram analfabetas e 45% tinham instrução primária.

No que se refere à força de trabalho, o autor constatou que apenas 18% eram nascidas na região – o que comprova a intensa corrente migratória e o acelerado crescimento populacional na década de 1940 e que menos de 20%

eram mulheres negras pertencentes a famílias pobres, que viviam dos trabalhos na lavoura e na pesca, vindas de pequenas cidades e vilarejos circunscritos no litoral sul de Santa Catarina e seus sobrenomes indicavam, ainda, que a maioria era de descendência açoriana, seguida pela italiana.

O trabalho de escolha manual tinha por objetivo eliminar o folhelho e a pirita do carvão bruto. As mulheres utilizavam uma peneira para realizar a separação do carvão graúdo da moinha. Munidas com martelos, retiravam o folhelho e a pirita lançando-os próximo à mesa de escolha ou em silos de onde eram retirados por caminhões e, então, o carvão era colocado em “padiolas” e transportados por duas “escolhedeiras” até o depósito de armazenamento (CAROLA, 1997).

Mandelli (2019) relata que as jornadas de trabalho eram de oito horas diárias e, assim como os homens que trabalhavam no subsolo, as “escolhedeiras” eram suscetíveis a acidentes devido à natureza exploratória e mal organizada do trabalho, sofrendo com acidentes e doenças laborais, uma vez que não existia nenhuma preocupação por parte das companhias mineradoras relacionada à segurança do trabalho. Carola (1997) aponta que o trabalho em algumas minas era realizado debaixo de uma simples área coberta, mas em outras, as condições de trabalho eram tão precárias que nem abrigo existia e neste caso, as mulheres trabalhavam sob o calor do sol ou as águas das chuvas.

O pagamento e a produção eram definidos pela quantidade de “padiolas” de carvão escolhido. Cada mulher tinha a sua própria, mas esta era carregada sempre por duas mulheres e equivalia a um valor determinado pela companhia. Quantas mais fossem carregadas, maior era o salário no final da semana ou mês, pois recebiam por empreitada. Também existiam prêmios em dinheiro para quem escolhesse mais carvão, assim como existia punição para aquelas que diminuía sua produção habitual, o que, por consequência, gerava competição entre os pares de mulheres, pois havia aquelas que se destacavam pela experiência, já que muitas iniciavam o trabalho ainda na infância, e com maior capacidade de produção (CAROLA, 1997).

A remuneração das mulheres era, normalmente, inferior devido à ocorrência frequente de acidentes ocupacionais no período, o que as obrigava a

ficar alguns dias do mês sem trabalhar. Além disso, os trabalhos desempenhados nas tarefas consideradas domésticas, bem como o cuidado dos filhos, ficavam todos ao seu dever, o que consumia parte do tempo disponível para o trabalho na escolha. Porém, os braços e pernas das “escolhedeiras” eram extremamente necessários aos empresários do carvão por um motivo econômico: seus salários eram, geralmente, metade do pago aos homens que trabalhavam no subsolo (MANDELLI, 2019).

Não havia nos registros das empresas a expressão “trabalhadoras” ou “operárias” e nas atas do Sindicato do Trabalhadores entre 1944 e 1954, nem mesmo aparece qualquer referência sobre as “escolhedeiras”, ainda que seus nomes pudessem ser vistos na relação de pedidos de filiação e de desfiliação do sindicato. O que ocorre é o silêncio dos arquivos total e inquietante (CAROLA, 1997; CAROLA, 2002).

Com a mecanização do trabalho de escolha, quase todas as mulheres foram dispensadas. O “jigue” ou “lavador” de carvão, como era conhecido, passou a executar um trabalho antes realizado por inúmeras mulheres. O discurso patronal utilizado para justificar as dispensas foi o de que, com o fim da escolha, não havia mais serviços para as mulheres e nas fichas funcionais constava como “extinção do serviço”. Aquelas que permaneceram nas minas depois da mecanização, continuaram exercendo atividades similares ou com as mesmas características da função de “escolhedeira” (CAROLA, 1997).

**Gênero e justiça energética:** É cada vez mais reconhecido que a dinâmica de gênero influencia os fatores sociais e políticos que determinam quem participa na tomada de decisões sobre os sistemas de energia e as respostas às mudanças climáticas. Todavia, a análise explícita de gênero em justiça energética, igualdade e liderança de gênero na transformação de energia tem recebido atenção mínima na literatura (Allen et al., 2019).

Nas sociedades ocidentais, as questões de gênero fazem parte da estrutura social e cultural. Dessa forma, se configuram como campos de disputas que estão presentes desde a família até as nossas leis federais. Nesse interim, modelam nossa forma de ser e estar no mundo, moldam nossas identidades e diferenças. No

entanto, é preciso dizer que as relações de gênero não podem ser generalizadas, pois variam em grau de sociedade para sociedade, o que reforça o ponto de que não são determinadas pela natureza, mas pelo ambiente social no qual uma pessoa é educada. Em outras palavras, segundo Khamati-Njenga; Clancy (2003), as questões de gênero são geralmente dinâmicas e mudam com o tempo.

A assimetria que decorre das relações sociais entre os gêneros e que têm como características a designação prioritária dos homens à esfera produtiva e das mulheres à esfera reprodutiva e, simultaneamente, a apropriação pelos homens das atribuições com maior valor adicionado é a divisão de gênero do trabalho (HIRATA; KERGOAT, 2007).

Segundo Joan Scott (1995), gênero é uma categoria de análise histórica que se refere à organização sociocultural da relação entre mulheres e homens. As diferenças desiguais de poder entre eles não são derivadas da natureza e da biologia, ainda que sejam naturalizadas como se fossem distinções inatas. Gênero, enquanto categoria analítica, é um conceito desenvolvido pelo movimento feminista a partir de sua segunda corrente teórica (também chamada de segunda onda), ou seja, por volta dos anos 1970, e tem como pano de fundo a reflexão sobre as opressões causadas nas mulheres em detrimento às relações assimétricas nas feminilidades e masculinidades.

Do ponto de vista sociopolítico, não é possível pensar gênero deslocando-o do contexto histórico e cultural, como se as relações fossem estáticas e atemporais. Por isso mesmo, o conceito de justiça energética é aplicado aqui levando em consideração a perspectiva histórica das conquistas geradas pelo movimento feminista brasileiro. Longe de tornar os dados da pesquisa anacrônicos, a proposta visa entender o conceito de justiça energética em contexto que não é mais atual, mas que provocou consequências para a atualidade.

No início de 2010, o conceito de justiça energética surgiu como uma resposta à necessidade de abordar questões de justiça no acesso, uso e formulação de políticas energéticas e esse enfoque fornece percepções sobre as múltiplas dimensões da injustiça em todos os sistemas globais de energia, as quais podem abrir caminho para uma política energética mais justa. Desta forma, a

justiça é um elemento-chave nos discursos de direitos humanos que buscam superar a desigualdade na sociedade, como a desigualdade entre mulheres e homens decorrente das questões de gênero (FEENSTRA; ÖZEROL, 2021).

Em 2013, McCauley et al. apresentaram os três princípios basilares da justiça energética: justiça distributiva, processual e de reconhecimento. A primeira se refere à distribuição de benefícios e malefícios a todos os membros da sociedade, independentemente de renda, classe social, gênero etc. A processual, se manifesta para procedimentos equitativos que envolvam todas as partes interessadas de forma não discriminatória, ou seja, todos os grupos devem ser capazes de participar da tomada de decisões, e requer participação, imparcialidade e transparência na divulgação de informações por parte do governo e da indústria, além de mecanismos de engajamento apropriados e solidários. Já o princípio de reconhecimento propõe que os indivíduos devam ser representados de forma justa, livres de ameaças físicas e que tenham seus direitos políticos completos e iguais.

**Considerações finais:** Fazendo uma breve reflexão entre a justiça energética e a trajetória de trabalho das mulheres “escolhedeiras” do carvão de Santa Catarina, abre-se o seguinte questionamento: como os dois temas se relacionam no marco histórico apontado neste texto?

Ao se olhar para a história das mulheres “escolhedeiras”, o que se pode perceber é que elas não tiveram oportunidades ou reconhecimento iguais aos homens durante o tempo em que exerceram a atividade de escolha. Ao contrário, estiveram invisibilizadas e marginalizadas durante os quase 40 anos em que atuaram nas minas de carvão, sofrendo desigualdades, violências e ocupando a base das hierarquias social e ocupacional. Aliado a isso eram mal remuneradas, além de estarem submetidas a condições insalubres, exploratórias e precarizadas de trabalho. Embora invisibilizadas elas foram fundamentais para a indústria carbonífera e, ainda, para a economia doméstica de suas famílias.

A evolução tecnológica e o ingresso da mecanização na mineração, se por um lado moderou o exaustivo trabalho rudimentar exercido pelas “escolhedeiras”,

por outro lado, contribuiu para subtrair e até mesmo eliminar o trabalho feminino nas minas, embora pudesse representar que poderia facilitá-lo.

Em uma perspectiva de justiça energética, deve-se pensar as questões de gênero buscando a reparação de injustiças e assimetrias existentes. Resgatar o registro histórico e o trabalho exercido por estas mulheres, não apenas do ponto de vista econômico, mas também pelo seu protagonismo, merece reconhecimento em termos de visibilidade de grupos marginalizados e discriminados pelo sistema de produção capitalista excludente.

O lugar destas mulheres no processo de divisão de gênero do trabalho e tudo que advém deste raciocínio, sobretudo em um setor majoritariamente masculino, ainda está muito longe do reconhecimento público e da concretude de uma justiça energética, especialmente para as “escolhedeiras”.

Embora essas mulheres fossem sujeitos ativos de papéis políticos fundamentais, ainda que em situação de invisibilidade, elas poderiam articular vozes e aspirações, e, conseqüentemente, se constituir sujeitos do espaço público, reduzindo a dicotomia público-privado. Entretanto, dado o contexto da época, as opressões no espaço doméstico e as vulnerabilidades referentes à falta de recursos, serviços e oportunidades na economia, política e sociedade em geral, podem ter sido possíveis entraves à ocupação de outros espaços.

Superar as barreiras do processo histórico de invisibilização, exclusão e redução das condições de subalternidade e passividade a que as mulheres foram e são submetidas por parte da sociedade patriarcal, exigirá uma ampla articulação de diversas frentes de luta, em vista às injustas e às distintas iniquidades sociais em que a atual sociedade finca os seus sustentáculos. Por essa razão, é importante identificar as raízes das opressões e os enfrentamentos que se impõem aos avanços da construção da autonomia enquanto sujeitos nesses processos.

Finalmente, pensar energia e justiça energética utilizando teorias de gênero e políticas feministas como ponte para integrar os temas, possibilitará construir políticas mais justas e inclusivas.

**Agradecimentos:** Agradecemos ao Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) por suas valiosas contribuições que muito auxiliaram para os resultados alcançados e à Dra. Giórgia de Aquino Neiva, psicóloga, antropóloga e pesquisadora do Ser-Tão da Universidade Federal do Goiás (UFG) pela inestimada e rica colaboração nas questões relacionadas às teorias de gênero.

Agradecemos ainda à CAPES pelas bolsas de doutorado.

### Referências:

ALLEN, E.; LYONS, H.; STEPHENS, J.C. Women's leadership in renewable transformation, energy justice and energy democracy: redistributing power. **Energy Research & Social Science**, v. 57, 2019.

CANNON, C.E.B; CHU, E.K. Gender, sexuality, and feminist critiques in energy research: a review and call for transversal thinking. **Energy Research and Social Science**, v.75, 2021.

CAROLA, C. R. **Dos Subterrâneos da história:** as trabalhadoras das minas de carvão de Santa Catarina (1937 - 1964). Florianópolis: Ed. da UFSC, 2002. 262 p.

CAROLA, C. R. **Dos subterrâneos da história:** as trabalhadoras das minas de carvão de Santa Catarina (1937-1964). Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. 1997.

CASTILHOS, A. C.; CASTRO, N. F. Mulheres na mineração: *restitutio quae sera tamen*. In: **Gênero e trabalho infantil na pequena mineração:** Brasil, Peru, Argentina e Bolívia. [Org.] Zuleica C. Castilhos, Maria Helena R. Lima, Nuria F. Castro. Rio de Janeiro: CETEM. 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2021 (ano base 2020)** – Relatório Síntese 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2020\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S%C3%ADntese_2020_PT.pdf). Acesso em: 10 de ago. 2021.

FEENSTRA, M.; ÖZEROL, G. Energy justice as a search light for gender-energy nexus: towards a conceptual framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 138, 2021.

HIRATA, H. KERGOAT, D. Novas configurações da divisão sexual do trabalho. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, set/dez, 2007. pp. 595-609.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Coal 2019:** analysis and forecasts to 2024. 2019. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/coal-2019>. Acesso em:



06 de jun. 2021.

KHAMATI-NJEMGA, B.; CLANCY, J. **Concepts and issues in gender and energy.** ENERGIA. 2003. Disponível em: <https://research.utwente.nl/en/publications/concepts-and-issues-in-gender-and-energy>. Acesso em: 06 de jun, 2021.

MANDELLI, B. Maria, Ida e Doraci: acidentes de trabalho das mulheres nas minas de carvão de Criciúma, SC (Brasil) na década de 1940. **Dynamis**, 39 (2), 2019. pp. 357-380.

McCAULEY, D.; HEFFRON, R. J.; STEPHAN, H.; JENKIS, K. Advancing energy justice: the triumvirate of tenets. **International Energy Law Review**, n. 3, 2013. pp. 107-110.

RODRIGUES, R. M. **Mulheres do Ouro: o trabalho feminino nos garimpos do Tapajós.** 1992. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/OHD00015.pdf>. Acesso

em: 07 de jun. 2021.

SAFIOTTI, H. Papéis sociais atribuídos às diferentes categorias de sexo. *In: O poder do macho.* São Paulo: Moderna, 1987.

SCOTT, J. Gênero: Uma categoria útil de análise histórica. **Educação & Realidade**, v.15, n.2, jul./dez. 1995.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DE EXTRAÇÃO DE CARVÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA - SIECESC. **Dados estatísticos - ano 2020.** Disponível em: [http://www.siecesc.com.br/pdf/dados\\_estatisticos\\_ano\\_2020.pdf](http://www.siecesc.com.br/pdf/dados_estatisticos_ano_2020.pdf). Acesso em: 12 de ago. 2021.

# CADASTROS TÉCNICOS FEDERAIS: INSTRUMENTOS DA POLÍTICA AMBIENTAL

Simone de Castro Vianna<sup>1</sup>; Roberto Martins Agra<sup>2</sup>

1 - Simone de Castro Vianna. Ibama. sicviana@yahoo.com.br

2 - Roberto Martins Agra. Ibama. bobagra2000@hotmail.com

**RESUMO:** Este trabalho descreve o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF/AIDA) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP), instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), que estão sob gestão do Ibama. Criados em momentos distintos, os cadastros diferem quanto aos destinatários da obrigação de registro e às finalidades. O CTF/AIDA destina-se à divulgação de competências específicas para a área ambiental e o CTF/APP objetiva a centralização de informações e dados para a gestão ambiental em nível nacional. O histórico da regulamentação revelou o predomínio da visão unificada dos cadastros sob a denominação de “Cadastro Técnico Federal”, em dissonância com a própria definição normativa. Adicionalmente, a alternância entre áreas gestoras do Ibama, conferiu aos cadastros características ora de controle de atividades poluidoras, ora tributárias, distorcendo a finalidade para os quais foram criados. Em 2006, a Diretoria de Qualidade Ambiental iniciou processo de aprimoramento da regulamentação, apesar da manutenção de um sistema único de Cadastros. Em 2013, a segregação definitiva dos cadastros, com a publicação de normas e o desenvolvimento de sistemas independentes, consolidou novamente a individualização dos instrumentos. A separação é requisito de transparência e indispensável à avaliação dos cadastros. Com a análise realizada, espera-se contribuir com o debate sobre instrumentos da PNMA e geração de informações ambientais, por meio de estudos que busquem analisar a efetividade dos cadastros, avaliar a aplicabilidade de outros dispositivos associados, a integração com outros instrumentos e a operacionalização do SISNAMA.

**Palavras-Chave:** Cadastro; Meio ambiente; Regulamentação; Ibama

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746589>

**ABSTRACT:** This study describes the Federal Technical Register of Activities and Instruments of Environmental Defense (CTF/AIDA) and the Federal Technical Register of Potentially Polluting Activities and Users of Environmental Resources (CTF/APP), instruments of the National Environmental Act (PNMA), under Ibama management. Created under different circumstances, the registers poses different characteristics regarding their purposes and the public that are subjected to registration. The CTF/AIDA is for disclosure of specific environmental competences and the CTF/APP aims to gather information and data for environmental management at the national level. The regulation historical background revealed the predominance of a unified perspective of both registers, under the name of “Federal Technical Registry”, in disagreement with the normative definition itself. In addition, the alternation between Ibama's managing areas gave the registers characteristics of control of polluting activities or taxation, distorting the purpose for which they were created. In 2006, a regulation improvement began by the Environmental Quality Board, despite the maintenance of a single system of registers. In 2013, the definitive segregation of the registers accompanied with publication of new regulation and the development of independent systems, once again consolidated the individualization of both instruments. This separation is a requirement for transparency and essential for evaluating the registers. These findings are expected to contribute to the debate on PNMA instruments and the generation of environmental information, through studies that seek to analyze the effectiveness of the registers, evaluate the applicability of other associated mechanisms, integration with other instruments and operationalization of SISNAMA.

**Keywords:** Register; Environment; Regulation; Ibama

**Introdução:** Instrumentos de políticas públicas são ferramentas para atingir os objetivos propostos pelas regulamentações. Atualmente, existem variações nas definições, a exemplo de Huppes e Simonis (2009), que os consideram técnicas ou meios através dos quais o Estado busca implementar as

políticas; ou ainda como dispositivos técnicos e sociais, que organizam as relações entre o Estado e sociedade (LASCOUMES e LE GALÈS, 2007). Desta forma, a escolha dos instrumentos geralmente é reflexo da interação de diversos fatores, tais como: interesses dos envolvidos, relações de poder, fatores institucionais, ideais políticos (BÖCHER, 2012).

Os estudos dos instrumentos tradicionalmente revelam os aspectos e funcionais, o que acaba destacando uma abordagem tecnocrática, que enfatiza a racionalidade na escolha dos tipos a serem utilizados e na eficácia no alcance dos resultados pretendidos (AMORIM e BOULLOSA, 2013). Porém, recentemente os aspectos políticos e sociais tem sido foco em estudos, especialmente a partir da abordagem da instrumentalização das políticas públicas, que destaca a importância de reconhecer que os instrumentos não são neutros e produzem efeitos que, muitas vezes, independem dos objetivos perseguidos, concorrendo para a estruturação das políticas públicas seguindo uma lógica própria (LASCOUMES e LE GALÈS, 2007).

O Brasil tem experimentado, nos últimos anos, um aumento dos estudos sobre os instrumentos da ação pública ambiental, com predominância de uma abordagem descritiva dos atributos e da sua objetividade (NASCIMENTO et al., 2013; BARROS et al, 2012), com destaque para os instrumentos regulatórios (BURSZTYN e BURSZTYN, 2012; MARTORELLI, 2015). Margulis (1996) destaca que para a implementação efetiva de políticas ambientais é necessária uma combinação flexível de instrumentos associada à viabilidade política, econômico-financeira e institucional-administrativa. Porém, a escassez ou a dificuldade no acesso a informações é um dos principais problemas a ser superado.

No que diz respeito à PNMA, Moura (2016) conclui que a implementação dos instrumentos previstos na política encontra-se em diferentes estágios, seja pela falta de regulamentação ou pela falta de meios adequados, situação agravada pela carência de estudos que comprovem a efetividade e o custo-benefício dos instrumentos. Além disso, é perceptível a priorização institucional de alguns instrumentos que passam a receber mais recursos humanos e financeiros, em detrimento de outros que restam subutilizados. Para concretizar avanços na direção da sustentabilidade, é indispensável a intencionalidade política para

mediação de conflitos de usos de recursos naturais e empenho na conjugação de políticas públicas.

Este trabalho tem como objetivo descrever e comparar dois dos instrumentos da PNMA, os Cadastros Técnicos Federais, considerando o histórico de regulamentação desses instrumentos pelo Ibama e por meio de pesquisa bibliográfica, leitura e análise de normativas, documentos e publicações referentes ao objeto de estudo.

O texto é dividido em quatro seções, além da introdução. A primeira seção apresenta os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente. A segunda seção descreve os cadastros, suas origens e sintetiza a comparação entre as principais características dos dois instrumentos. A terceira seção discute os principais aspectos da regulamentação, por meio da contextualização do histórico de implementação dos cadastros. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais sobre os pontos discutidos e aponta as perspectivas para futuros trabalhos.

**InStrumentos da política nacional de meio ambiente:** Instituída pela Lei nº 6.938 (BRASIL, 1981), a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) regula os princípios, objetivos, instrumentos, sanções e outros mecanismos, para aliar sustentabilidade ambiental ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses de segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Características inovadoras fizeram da PNMA um marco legal, ao determinar um conjunto de instrumentos voltados a políticas públicas e pelo caráter descentralizador, criando o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Ao longo dos anos, a política passou também por três alterações no que se refere à composição de seus instrumentos.

Em 1981, foram estabelecidos nove instrumentos com foco em controle de degradação ambiental, dentre eles o licenciamento ambiental, a definição de padrões de qualidade e o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF/AIDA).

Em 1989, a Lei nº 7.804 (BRASIL, 1989b), acrescentou outros três instrumentos, voltados à geração de informações ambientais, como o Relatório de

Qualidade do Meio Ambiente e o de Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais (CTF/APP). Por fim, a Lei nº 11.284 (BRASIL, 2006) incorpora à PNMA a modalidade de instrumentos econômicos pelos quais há somente atuação privada (Tabela 1).

Tabela 1: Instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

<b>Instrumento</b>	<b>Ato de criação</b>
Padrões de qualidade ambiental	Lei nº 6.938/1981
Zoneamento ambiental	
Avaliação de impactos ambientais	
Licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras	
Incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia	
Sistema nacional de informações sobre o meio ambiente	
Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumento de Defesa Ambiental	
Penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental	
Criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas	
Relatório de Qualidade do Meio Ambiente	
Garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente	Lei nº 7.804/1989
Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais	
Instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros	Lei nº 11.284/2006

Fonte: Elaboração própria

Os Cadastros Técnicos Federais são geridos pelo Ibama, conforme definido na PNMA.

**Cadastros Técnicos Federais:** O Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF/AIDA) faz o registro obrigatório de

peessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a consultoria técnica sobre problemas ecológicos e ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras. Sob os fundamentos da proteção e preservação ambiental, o CTF/AIDA foi criado como um componente essencial da PNMA (BRASIL, 1981: art. 1º), juntamente com o SISNAMA e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).

O Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e/ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF/APP) faz o registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora. Conforme parecer da Comissão de Constituição e Justiça e Redação no processo do Projeto de Lei nº 2.008 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 1989), registrou-se que:

"A criação do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou utilizadoras dos recursos ambientais, incluída no art. 17 da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visa subsidiar o Governo Federal na elaboração de Planos e Programas de Proteção ao Meio Ambiente e Controle da Poluição, assim como no gerenciamento do uso dos recursos ambientais."

Em 1989, a inclusão dos instrumentos dos incisos X, XI e XII no art. 9º da PNMA são uma resposta congressual a projeto de lei do Poder Executivo para criar uma "nova Política Nacional do Meio Ambiente". Conforme Mensagem nº 166/89, seria necessário centralizar competências, uma vez que a descentralização da gestão ambiental representaria um risco à própria política ambiental e a interesses nacionais (IDEM). A seu turno, o Poder Legislativo manteve a descentralidade da PNMA, mas reforçou que, para a gestão ambiental, é necessária a produção, publicização e organização de dados e informações ambientais.

Assim, há distinção dos cadastros por finalidade. Enquanto o CTF/AIDA destina-se à divulgação de competências específicas para a área ambiental, o CTF/APP objetiva a centralização de informações e dados para a gestão ambiental em nível nacional.

A Tabela 2 compara as principais características dos dois cadastros.

Tabela 2: Comparação das principais características do CTF/AIDA e CTF/APP.

Características	CTF/AIDA	CTF/APP
Ano de instituição	1981	1989
Componente essencial da PNMA	Art. 1º da PNMA, com SISNAMA e CONAMA	Não
Regulamentação CONAMA	Resolução CONAMA nº 1/1988	Não
Prazo de validade de inscrição	2 anos	Indeterminado
Previsão CONAMA de publicação de dados	Pesquisa pública	não há
Regulamentação Ibama	Instrução Normativa nº 10/2013	Instrução Normativa nº 6/2013
Finalidade do instrumento	Divulgação de competências específicas para a área ambiental (de pessoas físicas e jurídicas)	Centralização de informações e dados da gestão ambiental dos entes federativos.
Relaciona atividades sujeitas a obrigações tributárias	Não	Sim (para atividades relacionadas no Anexo VIII da PNMA)
Destinatário da obrigação de registro	Consultorias ambientais (pessoas físicas e jurídicas); empresas fabricantes de equipamentos para controle de atividade potencialmente poluidoras	pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora
Quantidade de descrições de atividades de pessoas físicas	187	38
Quantidade de descrições de atividades de pessoas jurídicas	17	194

Fonte: Elaboração própria.

Atualmente, o CTF/AIDA possui 17 atividades para pessoas jurídicas, distribuídas em 5 categorias e, para pessoas físicas, são 186 ocupações que foram agrupadas neste trabalho em 25 categorias, além da atividade de consultoria técnica sobre problemas ecológicos e ambientais (Tabela 3).



Tabela 3: Categorias e atividades de pessoas jurídicas e físicas do CTF/AIDA.

Categoria de atividades	Pessoas jurídicas	Pessoas físicas
Indústria de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras	x	
Comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras	x	
Consultoria sobre problemas ecológicos e ambientais	x	x
Gerenciamento de resíduos sólidos não perigosos	x	
Gerenciamento de resíduos sólidos perigosos	x	
Administração		x
Antropologia		x
Arqueologia		x
Arquitetura		x
Bioengenharia		x
Biologia		x
Biomedicina		x
Biotecnologia		x
Ciências Políticas		x
Economia		x
Enfermagem		x
Engenharia		x
Enologia		x
Farmácia		x
Genética		x
Geografia		x
Geologia		x
Medicina		x
Química		x
Sociologia		x
Técnico (agrícola, agropecuário, de alimentos, de celulose e papel, de controle de meio ambiente, em agrimensura, em curtimento, em carcinicultura, em geodésia e cartografia, em hidrografia, em madeira, em meteorologia, em mitilicultura, em pecuária, em piscicultura, em ranicultura, florestal, químico)		x
Tecnólogo (em alimentos, em automação industrial, em construção civil, em eletricidade, em eletrônica, em fabricação mecânica, em mecatrônica, em meio ambiente, em metalurgia, em petróleo e gás, em processos químicos, em produção industrial, em produção sulcroalcooleira, em rochas ornamentais, em segurança do trabalho, em telecomunicações)		x
Topografia		x
Urbanismo		x
Zootecnia		x

Fonte: Elaboração própria.

No CTF/APP, são 195 atividades agrupadas em 22 categorias (Tabela 4). À exceção de uma atividade de criação amadorista de passeriformes, as demais são permitidas para pessoas jurídicas. Por outro lado, a inscrição de pessoas físicas é

limitada a 38 atividades, notadamente na exploração de recursos minerais, da flora e da fauna.

Tabela 4: Categorias de atividades do CTF/APP.

Cód.	Descrição	Cód.	Descrição
1	Extração e Tratamento de Minerais	12	Indústria de Produtos de Matéria Plástica
2	Indústria de Produtos Minerais Não Metálicos	13	Indústria do Fumo
3	Indústria Metalúrgica	14	Indústrias Diversas
4	Indústria Mecânica	15	Indústria Química
5	Indústria de Material Elétrico, Eletrônico e Comunicações	16	Indústria de Produtos Alimentares e Bebida
6	Indústria de Material de Transporte	17	Serviços de Utilidade
7	Indústria de Madeira	18	Transporte, Terminais, Depósitos e Comércio
8	Indústria de Papel e Celulose	19	Turismo
9	Indústria de Borracha	20	Uso de Recursos Naturais
10	Indústria de Couros e Peles	21	Atividades sujeitas a controle e fiscalização ambiental não relacionadas no Anexo VIII da Lei nº 6.938/1981
11	Indústria Têxtil, de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos	22	Atividades sujeitas a controle e fiscalização ambiental não relacionadas no Anexo VIII da Lei nº 6.938/1981 - Obras civis

Fonte: Elaboração própria.

Em 2018, para cada uma das atividades do CTF/APP, foi estabelecida uma Ficha Técnica de Enquadramento (FTE), um documento com valor normativo que discrimina informações cada atividade, definições e linhas de corte, correlação com a CNAE e as referências normativas.

**Histórico da regulamentação dos cadastros:** A primeira regulamentação do CTF/AIDA se deu pela Resolução CONAMA nº 1 (CONAMA, 1988), que determinou a prazo de validade do registro e regras básicas de inscrição, além de atribuir à Secretaria Especial de Meio Ambiente, atualmente Ibama, a competência para editar atos complementares para implementação da norma.

No ano seguinte, 1989, cria-se o Ibama, a partir de um amálgama entre, de um lado, entidades de fomento de uso de recursos ambientais e, de outro lado, a Secretaria Especial do Meio Ambiente, que fora responsável pela estruturação de

um novo marco regulatório ambiental, baseado em ações de comando e controle (BRASIL, 1989a, art. 4º). É o ano também em que se institui o CTF/APP.

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) foi a entidade incorporada ao Ibama que mais aportou recursos à nova Autarquia, incluindo os dados do registro obrigatório de utilizadores de recursos de flora e fauna, que incluía o uso, a exploração, a comercialização e a industrialização (IBDF, 1988).

A Portaria Normativa nº 302/P, de 1988, foi a última regulamentação emitida sobre o registro obrigatório no IBDF, e continha também a descrição individualizada para registro de consultores florestais.

Em 1996, a Portaria nº 96 (IBAMA, 1996) define que a competência de gestão do CTF/APP é a Diretoria de Controle e Fiscalização. Além disso, é a primeira normativa do Ibama a regulamentar o escopo desse Cadastro:

"[...] destina-se à inscrição e controle de todas as atividades potencialmente poluidoras e/ou a extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, como como minerais, produtos e subprodutos da fauna e flora, licenciados pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente ou pelo próprio IBAMA ou ainda não licenciados."

A partir daí, o Ibama terminou por estruturar uma classificação de atividades que não mirava o licenciamento estadual, mas os processos autorizativos do próprio Ibama. Com a publicação da Portaria nº 113 (IBAMA, 1997), formaliza-se a identidade entre CTF/APP e as atividades que foram sujeitas a registro no IBDF, com a mesma estrutura de grupos e "categorias" (atividades).

Mas era preciso que o CTF/APP unificasse um conjunto de atividades sob uma mesma classificação codificada, que não tinham representação nas competências do IBDF, criando-se os grupos "10. Controle Ambiental" e "11. Pesca".

Pode-se avaliar que o Anexo I da Portaria nº 113, de 1997, não representava uma estratégia de classificação de atividades destinada à produção de informações ambientais geradas pelos Estados e pelo Ibama. Representava, sim, uma etapa de acomodação das entidades formadoras da Autarquia, que seguiriam atuando separadamente nos respectivos processos autorizativos.

A produção de látex, por exemplo, fica apartada do uso de recursos da flora; os recursos pesqueiros continuarão sob gestão isolada à de fauna; a produção de celulose permanecerá classificada somente como uma atividade consumidora de recursos florestais, apesar do respectivo licenciamento como fonte de poluição. Notório, ainda, que as atividades de consultoria florestal foram mantidas no escopo do CTF/APP, decorridos nove anos da publicação da Resolução CONAMA nº 1, de 1988.

No ano de 2001, a publicação da Instrução Normativa nº 10 (IBAMA, 2001) representa um novo ponto de inflexão para o CTF/APP. O cenário era o da instituição da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA), pela Lei nº 10.165, de 27 de dezembro de 2000 (BRASIL, 1981, art. 17-B), após fenecer, por inconstitucionalidade, a Taxa de Fiscalização Ambiental (TFA), criada pela Lei nº 9.960 (BRASIL, 2000, art. 8º).

Questão central na análise da TFA pelo Supremo Tribunal Federal, era que uma taxa não poderia ser instituída sem a identificação objetiva do respectivo sujeito passivo, no caso, sem a especificação legal das atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais exercidas por contribuintes pessoas físicas e jurídicas.

Em razão disso, ao se instituir a TCFA, a lei da PNMA foi acrescida de anexo para relacionar as atividades cujo exercício identificaria o respectivo sujeito passivo da taxa (BRASIL, 1981, Anexo VIII), estruturado em 20 categorias.

Em que pesem todos os efeitos positivos da instituição da TCFA e sua importância na geração de receitas vinculadas a despesas com controle e fiscalização ambiental, inclusive para Estados, Distrito Federal e Municípios (BRASIL, 1981, arts. 17-G, § 2º; 17-P), houve consequências importantes para a gestão dos Cadastros Técnicos Federais, sob a ótica da classificação de atividades e da própria identidade de cada um dos cadastros.

Primeiro, o Anexo VIII da PNMA replicou quase integralmente o Anexo 1 da Resolução CONAMA nº 237 (CONAMA, 1997b), que por sua vez se baseara na estrutura e descrições da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) para relacionar as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental (CONAMA, 1997a, vol. 1).

Dessa forma, o Anexo VIII impõe ao Ibama uma nova classificação de atividades que não tem qualquer ressonância com a Portaria nº 113, de 1997, baseada em uma lógica de segmentação por atos autorizativos das entidades que formaram o Ibama.

Por outro lado, a nova estrutura de classificação de atividades poderia ser uma oportunidade para o CTF/APP identificar as pessoas físicas e jurídicas sob licenciamento ambiental, como proposto pela Portaria nº 96, de 1996, e resgatando a finalidade original de instituição desse cadastro.

Segundo, sobre a indústria de equipamentos, aparelhos e instrumentos de controle de atividades poluidoras, passa a incidir obrigação tributária por exercício de atividade potencialmente poluidora, ao tempo que se mantém sua condição de atividade de defesa ambiental. Mas, além desse segmento industrial, não há outras atividades que poderiam sujeitar determinada pessoa física ou jurídica à dupla obrigação de inscrição, no CTF/AIDA e no CTF/APP.

Terceiro, exigisse uma nova estrutura sistematizada de arrecadação, incompatível com a forma então vigente de inscrição no CTF/APP, por meio de requerimento, em formulários de papel, sujeito a deferimento ou não da inscrição.

Frente a tantos desafios, a Instrução Normativa nº 10, de 2001 (IBAMA, 2001), resolve-se por uma solução simplificada de sistema e de identidade dos Cadastros Técnicos Federais. Formaliza a existência de um "Cadastro Técnico Federal", único, em que o erro de concordância ("...Cadastro Técnico Federal, instituídos...") evidencia a distorção do art. 17 da PNMA:

**Art. 1º As pessoas físicas e jurídicas constantes dos Anexos I e II** desta Instrução Normativa, que se dedicam à consultoria técnica relacionada a questões ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividade efetiva, ou potencialmente poluidoras e as que se dedicam à atividade potencialmente poluidoras e/ou extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora, **são obrigadas a inscrição no Cadastro Técnico Federal, instituídos pelo art. 17, incisos I e II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**, quando será emitido o Certificado Provisório com validade até 31 de março de 2002.

**§ 1º A inscrição de que trata o caput deste artigo deve ser feita via internet** (Rede Mundial de Computadores), no Site: <http://www.ibama.gov.br> ou através da unidade do IBAMA mais próxima, conforme informações do Anexo III, constante desta Instrução Normativa. (sem grifos no original)

Nesse momento, cria-se uma frágil identidade entre atividades obrigadas à inscrição no Cadastro e a identificação dos sujeitos passivos da TCFA, e a gestão do novo "Cadastro Técnico Federal" é transferida à área meio do Ibama, a Diretoria de Administração e Finanças (IBAMA, 2001, art. 11).

Esse desenho institucional de "Cadastro Técnico Federal" único, com finalidade arrecadatória, começa a ser revertido em 2006, quando a gestão dos Cadastros Técnicos Federais retorna a uma área fim do Ibama, ora a Diretoria de Qualidade Ambiental (IBAMA, 2006, arts. 1º, 2º e 18).

Em 2006, foram incluídas especificações sobre os procedimentos cadastrais, e instituído o Certificado de Regularidade (IBAMA, 2006, art. 8º). O Certificado é um procedimento de verificação de regularidade, quanto a obrigações de registro cadastral (CTF/AIDA e CTF/APP) e prestação de informações ambientais no âmbito do Ibama.

Com a Instrução Normativa nº 31 (IBAMA, 2009), há um novo esforço para aperfeiçoar o enquadramento de atividades no CTF/APP, contudo sem evolução em relação ao CTF/AIDA.

Mas, em 2013, os Cadastros Técnicos Federais são segmentados normativamente (IBAMA, 2013a; 2013b), para somente em 2015, implementar-se um sistema autônomo de gestão das inscrições no CTF/AIDA.

A Tabela 5 sintetiza, comparativamente, o histórico da regulamentação do CTF/AIDA e do CTF/APP.

Tabela 5: Histórico comparativo da regulamentação do CTF/AIDA e do CTF/APP.

Histórico normativo	CTF/AIDA	CTF/APP
Lei nº 6.938/1981	Institui o CTF/AIDA (art. 1º e art. 9º, VIII, 17) e estabelece as pessoas obrigadas à inscrição	-
Lei nº 6.938/1981 / Lei nº 7.804/1989	Não altera o CTF/AIDA (art. 1º e art. 9º, VIII, 17, I)	Institui o CTF/APP (art. 9º, XII, 17, II) e estabelece as pessoas obrigadas à inscrição
Decreto nº 88.351, de 1º junho de 1983	Define que as normas de implementação devem ser submetidas ao CONAMA.	-
Resolução CONAMA nº 1/1988	Regulamenta o CTF/AIDA	-
Portaria Normativa nº 302/P, de 9 de novembro de 1988 (registro obrigatório IBDF)	Estabelece registro para categoria de Consultoria florestal	Estabelece registro para as atividades de uso de recursos da fauna, flora; de indústrias que utilizem recursos da fauna ou flora; de comércio de recursos da flora ou fauna
Portaria nº 96, de 30 de outubro de 1996	-	Define critérios de funcionamento e atribui sua gestão à Diretoria de Controle e Fiscalização
Portaria nº 113/97-N, de 25 de setembro de 1997	Atividades típicas do CTF/AIDA, como as de Consultoria Florestal (pessoas físicas e jurídicas), são atribuídas ao CTF/APP	Define as pessoas físicas e jurídicas obrigadas à inscrição, para as atividades de uso de recursos da fauna, flora; de indústrias que utilizem recursos da fauna ou flora; de comércio de recursos da flora ou fauna; de controle de fontes de poluição
Instrução Normativa nº 10, de 17 de agosto de 2001	Unifica sob o “Cadastro Técnico Federal”, as atividades sujeitas à obrigatoriedade de inscrição no CTF/AIDA (Anexo I) e no CTF/APP (Anexo II), com indicativo de correlação com a CNAE; atribui a gestão do “Cadastro Técnico Federal” à Diretoria de Administração e Finanças.	
Instrução Normativa nº 96, de 30 de março de 2006	Separa os cadastros, mantendo sistema único, lista as atividades do CTF/AIDA no Anexo I, atribui gestão à Diretoria de Qualidade Ambiental	Separa os cadastros, mantendo sistema único, lista as atividades do CTF/APP, no Anexo II, atribui gestão à Diretoria de Qualidade Ambiental
Instrução Normativa nº 31, de 3 de dezembro de 2009	Não há alteração	Estabelece códigos e categorias de inscrição obrigatória, conforme Anexo VIII, da Lei 6.938/1981
Instrução Normativa nº 6, de 15 de março de 2013	-	Atualiza a regulamentação, define competências e detalha regras de inscrição
Instrução Normativa nº 10, de 27 de maio de 2013	Atualiza a regulamentação, define competências, detalha regras de inscrição, estabelece sistema	-

---

	próprio de inscrição, consumando o processo de separação dos cadastros	
--	--	--

---

Fonte: Elaboração própria.

**Considerações finais:** Este trabalho descreveu os Cadastros Técnicos Federais (CTF/AIDA e CTF/APP), a partir de um resgate histórico de suas regulamentações. Os cadastros são instrumentos da PNMA, criados para o registro obrigatório de pessoas que exercem determinadas atividades. Com finalidades distintas, o CTF/AIDA destina-se à divulgação de competências específicas para a área ambiental e obriga, à inscrição, as pessoas físicas e jurídicas que se dedicam à consultoria técnica sobre problemas ecológicos e ambientais e à indústria e comércio de equipamentos, aparelhos e instrumentos destinados ao controle de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras. Já o CTF/APP objetiva a centralização de informações e dados para a gestão ambiental em nível nacional; com isso, possuem obrigatoriedade de inscrição pessoas físicas ou jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou à extração, produção, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de produtos e subprodutos da fauna e flora.

A implementação dos cadastros foi realizada sob a perspectiva predominante da área responsável que, em diferentes períodos, respondeu pela gestão desses instrumentos. Os cadastros assumiram características de controle de atividades poluidoras (Diretoria de Controle e Fiscalização) e, depois, de questões tributárias (Diretoria de Administração e Finanças).

Apesar de terem sido criados como instrumentos distintos, a regulamentação infralegal, em 2001, formalizou uma simplificação de sistema, ao adotar o conceito de “Cadastro Técnico Federal” único.

Somente a partir de 2006, quando a competência de administrar os cadastros é atribuída à Diretoria de Qualidade Ambiental, se inicia um processo de aprimoramento da regulamentação, em uma tentativa de reaproximação das finalidades originais. Em 2013, ocorreu a segregação definitiva dos cadastros, a partir de publicação de normas e desenvolvimento de sistemas independentes.



Essa trajetória demonstra que os instrumentos estruturam as políticas de acordo com uma lógica própria, produzindo efeitos independentemente dos objetivos pretendidos pela ação pública (LASCOUMES e LE GALÈS, 2007).

Este trabalho espera contribuir para o avanço do debate sobre instrumentos da PNMA e geração de informações ambientais, por meio de estudos que busquem analisar a efetividade dos cadastros, e avaliar a aplicabilidade de outros dispositivos associados, a integração com outros instrumentos e a operacionalização do SISNAMA.

### Referências:

AMORIM, S.; BOULLOSA, R. F. O estudo dos instrumentos de políticas públicas: uma agenda em aberto para experiências de migração de escala. *Amazônia, Organizações e Sustentabilidade*, v. 2, n. 1, p. 59-69, 2013.

BÖCHER, M. A theoretical framework for explaining the choice of instruments in environmental policy. *Forest Policy and Economics*, 16: 14-22. 2012.

BARROS, D.A.; BORGES, L.A.C.; NASCIMENTO, G.O.; PEREIRA, J.A.A.; REZENDE, J.L.P.; SILVA, R.A. Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira. *Política & Sociedade*, vol 11 (22): 155-179. 2012.

BRASIL. Lei nº 6.981, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Poder Executivo, 1981. Texto compilado. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938compilada.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Brasília: Poder Legislativo, 1989a. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7735.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7735.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989. Altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências. Brasília: Poder Executivo, 1989b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7804.htm#art1vi](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7804.htm#art1vi)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.960, de 28 de janeiro de 2000. Institui a Taxa de Serviços Administrativos - TSA, em favor da Superintendência da Zona Franca de Manaus -

Suframa, estabelece preços a serem cobrados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, cria a Taxa de Fiscalização Ambiental - TFA, e dá outras providências. Brasília: Poder Executivo, 2000. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19960.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19960.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências. Brasília: Poder Legislativo, 2006. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Supremo Tribunal Federal. Medida Cautelar na Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 2178-8/DF. (0001059-91.2000.0.01.0000). Requerente: Confederação Nacional da Indústria. Requeridos: Congresso Nacional; Presidente da República. Relator: Ministro Ilmar Galvão. Data de julgamento: 29 mar. 2000. Distrito Federal, DF, Diário da Justiça de 12 maio 2000. Disponível em: <<https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=347469>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

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

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Dossiê Projeto de Lei nº 2008/1989: Mensagem nº 166/89. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=node0kodyb2pe7k6419gpfv25nbbre3097692.node0?codteor=1151344&filenome=Dossie+-PL+2008/1989](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=node0kodyb2pe7k6419gpfv25nbbre3097692.node0?codteor=1151344&filenome=Dossie+-PL+2008/1989)>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 1, de 13 de junho de 1988. Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental. Brasília: Ministério do Interior, 1988. Disponível em: <[http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=65](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=65)>. Acesso em 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Processo nº 02000.003448/1997-16. Instrui a revisão do sistema de licenciamento ambiental - CÂMARA TÉCNICA DE CONTROLE AMBIENTAL - CONAMA. 2 volumes. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1997a.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1997b. Disponível em:

<[http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&i d=237](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&i d=237)>. Acesso em 22 ago. 2021.

HUPPES, G.; SIMONIS, U.E. Environmental policy instruments. In: BOERSEMA, J.; REIJNDERS, L (eds). Principles of Environmental Sciences. Springer, 2009, 239-280.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. Portaria Normativa nº 302/P, de 9 de novembro de 1988. Regulamenta a obrigação de registro de pessoas físicas ou jurídicas que utilizem, explorem, comercializem, industrializem, sob qualquer forma, espécimes da flora e da fauna silvestre, seus produtos e subprodutos, conforme Decreto Lei nº 289, de 28 de fevereiro de 1967. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0302-091188.PDF>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Portaria nº 96, de 30 de outubro de 1996. Estabelece critérios para o funcionamento do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0096-301096.PDF>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Portaria nº 113/97-N, de 25 de setembro de 1997. Dispõe sobre o registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/PT0113-250997.PDF>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 10, de 17 de agosto de 2001. Dispõe sobre a obrigação de inscrição no Cadastro Técnico Federal. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0010-170801.PDF>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 96, de 30 de março de 2006. Dispõe sobre os registros nos Cadastros Técnicos Federais. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0096-300306.PDF>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 31, de 3 de dezembro de 2009. Dispõe sobre os registros nos Cadastros Técnicos Federais. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0031-031209.PDF>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 6, de 15 de março de 2013. Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP. 2013a. Texto Compilado. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/phocadownload/ctf/2018/lbama-IN-6-2013-compilada-IN-11-2018.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Instrução Normativa nº 10, de 27 de maio de 2013. Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental - CTF/AIDA. 2013b. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/05/2013&jornal=1&pagina=63&totalArquivos=120>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

LASCOUMES, P.; LE GALES, P. Introduction: Understanding Public Policy through Its Instruments—From the Nature of Instruments to the Sociology of Public Policy Instrumentation. *Governance*, vol. 20 (1); 1-21. 2007.

MARGULIS, S. A regulamentação ambiental: instrumentos e implementação. Rio de Janeiro, IPEA, 1996. 42 p.

MARTORELLI, E.B. Política ambiental: dos limites do comando e controle à potencialidade dos instrumentos econômicos. Monografia apresentada para obtenção do título de bacharel em economia. Universidade de Brasília, Brasília. 2015. 38p.

MOURA, A.M.M. Aplicação dos instrumentos de política ambiental no Brasil: avanços e desafios. *In*: MOURA, A. (org.). Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília, IPEA, 2016b, p. 111-145.

NASCIMENTO, M.N.; NACIMENTO, M.; VAN BELLEN, H.M. Instrumentos de políticas públicas e seus impactos para a sustentabilidade. *Gestão & Regionalidade*, vol. 29 (86): 77-87. 2011.

# AS CONDIÇÕES DE TRABALHO DE CATADORES DE MATERIAIS REICLÁVEIS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19 EM BELÉM-PA

João Victor Santana<sup>1</sup>;

1 – João Victor Santana. Universidade do Estado do Pará. [victortorsantana@gmail.com](mailto:victortorsantana@gmail.com)

**RESUMO:** Em março de 2020, a Organização Mundial de Saúde declarou a pandemia de Covid-19. Com o avanço do número de mortes por causa do vírus e o isolamento social, a população começou a apresentar problemas de saúde física e mental. Nesse cenário, desponta-se a importância de medidas de cuidado com a saúde dos trabalhadores e da população em geral, visando a mitigação dos impactos negativos causados pela pandemia. O presente trabalho buscou realizar uma análise das circunstâncias e condições de trabalho enfrentadas por catadores de materiais recicláveis durante a pandemia de Covid-19 no município de Belém – PA. A pesquisa foi realizada no mês de janeiro de 2021, sendo entrevistados catadores que estavam trabalhando naquele período. A entrevista se deu por meio de aplicação de *check-list* e questionário. Assim, considera-se que o presente trabalho se trata de uma pesquisa de campo, com caráter descritivo e exploratório e tendo sua construção feita através de pesquisa bibliográfica e documental. Observou-se que os equipamentos utilizados por esses trabalhadores durante suas atividades não se enquadram como EPI e que a mudança mais significativa para esse período foi a utilização de máscara artesanais de tecido. As ações desenvolvidas pelas associações e cooperativas às quais os entrevistados têm vínculo, mostraram-se válidas em relação ao contexto de pandemia. Assim, destaca-se a necessidade de ações que promovam a conscientização quanto ao uso de EPI por essa classe trabalhadora, bem como a valorização dessas instituições que se mostram tão importantes na vida desses trabalhadores.

**Palavras-Chave:** Pandemia; Catadores; Associações; Equipamento de Proteção Individual.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746592>

**ABSTRACT:** In March 2020, the World Health Organization declared the Covid-19 pandemic. With the increase in the number of deaths due to the virus and social isolation, the population began to present physical and mental health problems. In this scenario, the importance of health care measures for workers and the population in general is highlighted, aiming at mitigating the negative impacts caused by the pandemic. The present work sought to carry out an analysis of the circumstances and working conditions faced by recyclable material collectors during the Covid-19 pandemic in the municipality of Belém - PA. The survey was carried out in January 2021, and interviewees who were working at that time were interviewed. The interview took place through the application of a checklist and a questionnaire. Thus, it is considered that the present work is a field research, with a descriptive and exploratory character and having its construction done through bibliographic and documentary research. It was observed that the equipment used by these workers during their activities does not qualify as PPE and that the most significant change for this period was the use of handmade fabric masks. The actions developed by the associations and cooperatives to which the interviewees are linked, proved to be valid in relation to the pandemic context. Thus, there is a need for actions that promote awareness of the use of PPE by this working class, as well as the appreciation of these institutions that are so important in the lives of these workers.

**Keywords:** Pandemic; Collectors; Associations; Individual protection equipment.

**Introdução:** Em março de 2020, a Organização Mundial de Saúde declarou a pandemia de COVID-19, visto que naquele momento haviam casos de infecção em países de todos os continentes (SOHRABI et al., 2020). Com a mobilização social a nível mundial para conter o avanço deste vírus, foi decretado *lockdown* em diversas cidades ao redor do mundo e a rotina da população mudou drasticamente, o que resultou em impactos positivos em relação ao meio ambiente, sendo percebido diminuição na emissão de poluentes atmosféricos e contaminação das águas em alguns lugares (TOKATLI; VAROL, 2020; PANDA; MALLIK; NATH, 2021).

Em contra partida dos impactos positivos gerados com a diminuição de emissões atmosféricas e contaminação da água detectados em algumas cidades

do mundo, houve aumento na geração de resíduos de plástico devido à pandemia (SILVA et al., 2020). Com o avanço do número de mortes por COVID-19 e o isolamento social, a população em geral, e em especial os trabalhadores da área da saúde, começaram a apresentar problemas de saúde física e mental (TAN et al., 2020; TEMSAH et al., 2020; VINDEGAARD; BENROS, 2020).

No Brasil, a pandemia não influenciou a consciência das pessoas sobre a responsabilidade socioambiental e foi deixado a cargo dos governos estaduais e municipais a responsabilidade pelas ações sanitárias e de enfrentamento da doença (SEVERO, DE GUIMARÃES, DELLARME LIN, 2021). Nesse contexto, desponta-se a importância de medidas de cuidado com a saúde dos trabalhadores e da população em geral, visando a mitigação dos impactos negativos causados pela pandemia.

Nesta perspectiva, o acidente de trabalho é definido por Lei como um evento ocorrido durante o desenvolvimento do trabalho que geram danos físicos ou mentais aos trabalhadores, de forma temporária, permanente ou fatal, ocasionando limitação funcional ou invalidez (BRASIL, 1991). Outrossim, a Política Nacional de Saúde do Trabalhador e Trabalhadora (BRASIL, 2012) define as estratégias e diretrizes para a atenção integral do trabalhador, sendo a vigilância, promoção da saúde e redução da morbimortalidade são os principais eixos norteadores.

Em 2002, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) reconheceu os catadores de materiais recicláveis como uma categoria profissional na Classificação Brasileira de Ocupações. Essa classe trabalhadora é mencionada em artigos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), evidenciando a sua importância para a execução desta Lei. Nesse sentido, observa-se a presença de associações e cooperativas de catadores nas regiões metropolitanas do Brasil (CAVALCANTE, 2018; NOVAKOWSKI, 2020).

Pasqualetto (2019) aponta que mesmo com legislação estabelecendo a obrigatoriedade de as cooperativas de catadores observarem as normas de saúde e segurança do trabalho, o Estado parece se abster da preocupação com o meio laboral desses trabalhadores no que diz respeito à fiscalização e, principalmente, no tocante à informação e auxílio na prevenção de acidentes e

doenças. Nessa perspectiva, Picanço e Bueno (2019) expõem que mesmo com anos de vigência da PNRS, as cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis ainda sujeitam os trabalhadores a situações precárias de trabalho, como: insalubridade, não utilização de EPI, exposição a intempéries, férias não remuneradas, não há licença maternidade, aposentadoria e seguro-acidente de trabalho.

Face ao exposto, o presente trabalho buscou realizar uma análise das circunstâncias e condições de trabalho enfrentadas por catadores de materiais recicláveis durante a pandemia de COVID-19 no município de Belém – PA. Assim, buscou-se evidenciar quais Equipamentos de Proteção Individual esses trabalhadores utilizam durante suas atividades, bem como quais medidas foram adotadas pelas associações e cooperativas de catadores nas quais eles trabalham com a finalidade de conter o avanço do número de casos e assegurar a saúde desses trabalhadores.

**Material e métodos:** O presente trabalho foi realizado com catadores de materiais recicláveis que atuam em 04 (quatro) bairros no município de Belém – PA. A pesquisa foi realizada no mês de janeiro de 2021, sendo entrevistados 34 (doze) catadores que estavam trabalhando naquele período, sendo 19 (dezenove) mulheres e 15 (quinze) homens. As entrevistas ocorreram de forma aleatória, então o primeiro entrevistado indicou o segundo e assim por diante, sendo todas realizadas enquanto os entrevistados executavam suas atividades. Todas as entrevistas foram realizadas durante as manhãs, sendo utilizada máscara e respeitando o distanciamento.

Foi elaborado um *check-list* referente aos Equipamentos de Proteção de Individual que estes trabalhadores estavam utilizando no momento da entrevista. Também se utilizou um questionário que abordou as medidas adotadas durante o período de pandemia pelas associações ou cooperativas às quais os catadores têm vínculo. É válido ressaltar que não foi revelado o nome nenhuma das associações ou cooperativa.

Assim, considera-se que o presente trabalho se trata de uma pesquisa de campo, com caráter descritivo e exploratório, por meio de uma entrevista estruturada. Nesse sentido, buscou-se somente explicar as perguntas do



questionário e esclarecer as dúvidas, caso surgissem, afim de minimizar qualquer tipo de influência sobre as respostas dos entrevistados (QUEIRÓS; FARIA; ALMEIDA, 2019). Os dados obtidos foram tabulados através do *software* de planilhas eletrônicas, para elucidar a análise quantitativa. Quanto ao mais, a construção do trabalho também se deu por pesquisa bibliográfica e documental.

**Resultados:** A tabela 1 apresenta a quantidade de catadores que utilizavam cada um dos itens listados no momento da entrevista e seu respectivo percentual. Conforme os dados apresentados, 32,3% dos entrevistados estavam utilizando luva, 100% usavam camisa de manga cumprida, 76,5% usavam calça cumprida, 67,6% utilizavam chapéu, 23,5% calçavam botas ou sapatos, 08,8% utilizavam protetor solar e 100% utilizavam máscara. Esse quantitativo refere-se ao total de entrevistados (34), sem separa-los entre homens e mulheres.

Tabela 1: Itens utilizados pelos catadores e a quantidade de catadores que estavam utilizando o item no momento da entrevista e seu respectivo percentual.

Item	Quantidade	Percentual
Luva	11	32,3%
Camisa manga cumprida	34	100%
Calça <i>jeans</i>	26	76,5%
Chapéu	23	67,6%
Bota ou sapato	08	23,5%
Protetor solar	03	8,8%
Máscara	34	100%

Fonte: Autor, 2021.

A tabela 2 apresenta as medidas adotadas pelas associações e cooperativas às quais os entrevistados têm algum tipo de vínculo empregatício. Durante o período de *lockdown*, essas instituições paralisaram suas atividades, em respeito aos decretos estaduais e municipais. As instituições deram orientações aos catadores quanto à realização dos cadastros para recebimento do Auxílio Emergencial Federal e Estadual (Renda Pará). Outra ação promovida foi a arrecadação de cestas básicas, que foram distribuídos entre os catadores. Ressalta-se que essas ações não foram promovidas por todas as instituições, mas são as ações citadas pelos catadores.

Tabela 2: Medidas adotadas pelas associações/cooperativas de catadores adotadas durante a pandemia.

Medidas adotadas
Paralisação das atividades durante o <i>lockdown</i>
Cadastro dos catadores para receber o Auxílio Emergência Federal
Cadastro dos catadores para receber o Auxílio Estadual
Arrecadação de cestas básicas

Fonte: Autor, 2021.

**Discussão:** A atividade dos catadores de materiais recicláveis baseia-se na coleta dos materiais recicláveis, transporte dos resíduos coletados até a associação/cooperativa e, às vezes, segregação desses materiais. Tendo em vista essas atividades, o COVID-19 apresentou-se como um grande risco à saúde desses trabalhadores, uma vez que, conforme o estudo de Kampf et al. (2020), este vírus pode permanecer por horas e até dias no alumínio (2-8 horas), madeira e vidro (4 dias), papel (4-5 dias) e plástico (5 dias), que são justamente os materiais recolhidos pelos catadores.

Conforme o supracitado, 100% dos entrevistados estavam utilizando máscara no momento da entrevista, mas foi observado que as máscaras utilizadas eram de tecido e, conforme Taminato (2020), não são identificamos estudos clínicos que avaliem a efetividade de máscaras feitas de forma artesanal para redução da emissão de partículas e prevenção de infecção respiratória. Não obstante, a utilização das máscaras pelos catadores mostra-se como um ponto positivo, mesmo que estas sejam de tecido e feitas artesanalmente, já que, segundo Vasconcelos, Guimarães e Zaneti (2020), muitos desses trabalhadores costumam não utilizar máscaras em circunstâncias normais.

Observou-se que os itens utilizados pelos catadores não se caracterizavam como Equipamentos de Proteção Individual, visto os conceitos apresentados na NR – 06, que discorre sobre o Certificado de Aprovação (CA) que os EPIs devem possuir, bem como as condições para serem comercializados ou utilizados (CAMISASSA, 2016). Nesse sentido, é válido mencionar os estudos de Soeiro (2020), que trata sobre a importância de disponibilizar e da utilização dos EPIs durante a pandemia, e de Noronha Filho et al., (2020), que constatou que na Região Metropolitana de Belém um dos principais problemas para as associações e cooperativas é justamente a falta de equipamentos de proteção individual (EPIs)

adequados, como luvas de proteção, botinas de segurança, vestimenta de segurança e outros.

Tendo em vista a pandemia de COVID-19, o Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCMR) emitiu um alerta aos catadores sobre a importância de redobrar os cuidados e sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual, bem como de álcool em gel 70% e declarou-se favorável a paralização das atividades desses trabalhadores. Com a paralização das atividades, as associações e cooperativas passaram a ter um papel ainda mais importante, pois coube a elas desenvolver ações que beneficiassem diretamente esses trabalhadores.

Em 05 de maio de 2020, através do Decreto Estadual nº 729, o Governo de Estado do Pará determinou a suspensão total das atividades não essenciais (*lockdown*), e as associações não enquadradas como atividade essencial. Essa iniciativa de adoção à uma medida estrita de circulação populacional, juntamente com o isolamento social e a obrigatoriedade do uso de máscaras em ambientes públicos foram eficazes na redução de novos casos de registro de COVID-19 no curto prazo no Estado do Pará (DA SILVA et al., 2021). Não obstante, com a paralização das atividades, os catadores tiveram que buscar outra forma de obter renda.

O Auxílio Emergencial, regulamentado pela Lei nº 13.982, de 02 de abril de 2020, estabeleceu que os cidadãos enquadrados no Art. 3º da supracitada Lei teriam direito a receber três parcelas de R\$ 600,00 como auxílio para enfrentar a pandemia, sendo que posteriormente esse auxílio foi prorrogado. A nível estadual, no Pará foi instituída a Lei nº 9.139, de 29 de outubro de 2020, em seu Art. 2º, estabeleceu que os catadores de materiais recicláveis são uma das classes trabalhadores que deveriam receber duas parcelas iguais e sucessivas de R\$ 200,00.

Nesse sentido, conforme apresenta a tabela 2, uma das ações realizadas pelas associações e cooperativas de catadores foi prestar orientação quando aos processos que os catadores precisavam realizar para poder receber os auxílios, tanto o federal quanto o estadual. É válido ressaltar que, segundo Dagnino e Johansen (2017), o salário mensal dos catadores que trabalham por conta própria

era de R\$ 471,63 e os que trabalham com carteira assinada ganhavam R\$669,47. Isso significa que os valores mensais referentes aos auxílios, se somados, representam mais do que a renda mensal desses trabalhadores.

Contudo, conforme evidencia Gurgel (2020), as medidas governamentais adotadas no Brasil eram suficientes para evitar a insegurança alimentar decorrente da pandemia de COVID-19. Nesse contexto, as associações de catadores criaram iniciativas para a arrecadação e distribuição de alimentos, itens de higiene pessoal e até roupas (Tabela 2). Percebe-se a importância desta iniciativa quando se observa a quantidade de projetos sociais que adotaram iniciativas de arrecadação durante a pandemia, em especial os que visam populações mais carentes (SANTOS; SANTANA, 2020; LOECK, 2020; DE SANTANA; CAVALCANTI, 2020).

**Conclusão:** O presente trabalho teve como objetivo identificar as circunstâncias e condições de trabalho nas quais os catadores de materiais recicláveis do município de Belém - PA têm atuado durante a pandemia de COVID-19. Assim, observou-se que os equipamentos utilizados por esses trabalhadores durante suas atividades não se enquadram como EPI e que a mudança mais significativa foi a utilização de máscara artesanais de tecidos.

As ações desenvolvidas pelas associações e cooperativas às quais os entrevistados têm vínculo, mostraram-se válidas em relação ao contexto de pandemia. Os auxílios distribuídos pelos Governos Federal e Estadual, significaram valiosa ajuda aos catadores em meio a paralização de suas atividades. Ademais, as ações de arrecadação e distribuição de alimentos e demais itens têm colaborado para enfrentamento da pandemia.

Sendo assim, entende-se que as associações e cooperativas do município de Belém não têm ofertado aos catadores de materiais recicláveis os Equipamentos de Proteção Individual necessários para a segurança desses trabalhadores durante suas atividades, mas as ações promovidas por essas instituições mostrarem-se importantes para esses trabalhadores. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de ações que promovam a conscientização quanto ao uso de EPI por essa classe trabalhadora, bem como a valorização dessas instituições que se mostram tão importantes na vida desses trabalhadores.

## Referências:

BRASIL. Lei n. 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília; 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 27 de março de 2021.

BRASIL. Portaria no 1.823, de 23 de agosto de 2012. Política Nacional de Saúde do Trabalhador e Trabalhadora. Brasília; 2012. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt1823\\_23\\_08\\_2012.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2012/prt1823_23_08_2012.html) >. Acesso em 23 de abril de 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília; 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 23 de abril de 2021.

CAMISASSA, M. Q. Segurança e Saúde no Trabalho – NRs 1 a 36 – Comentadas e Descomplicadas. 3. ed. São Paulo: Método, 2016.

CAVALCANTE, L. P. S. et al. A história de luta e organização de associações de catadores de materiais recicláveis no Estado da Paraíba: uma análise mesorregional. Gestão integrada de resíduos: universidade & comunidade. Campina Grande: EPGRAF, v. 4, p. 25-28, 2018.

DA SILVA, F. L. et al. *Intraregional propagation of Covid-19 cases in Pará, Brazil: assessment of isolation regime to lockdown. Epidemiology & Infection*, v. 149, 2021.

DAGNINI, R. de S.; JOHANSEN, I. C. Os catadores no Brasil: características demográficas e socioeconômicas dos coletores de material reciclável, classificadores de resíduos e varredores a partir do censo demográfico de 2010. Economia solidária e políticas públicas. Mercado de trabalho, v 62, 2017.

DE SANTANA, G. X.; CAVALCANTI, H. da C. T. Federalismo, ajuda mútua e as lições libertárias em tempos de pandemia. Revista Estudos Libertários, v. 2, n. 3, p. 39-54, 2020.

GURGEL, A. do M. et al. Estratégias governamentais para a garantia do direito humano à alimentação adequada e saudável no enfrentamento à pandemia de Covid-19 no Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, v. 25, p. 4945-4956, 2020.

KAMPF, G. et al. *Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. Journal of hospital infection*, v. 104, n. 3, p. 246-251, 2020.

LOECK, R. B. et al. Mbyá-Guarani e Kaingang Frente à Pandemia de Covid-19 na Região Sul do Rio Grande do Sul. Tessituras: Revista de Antropologia e Arqueologia, v. 8, n. 1, p. 48-56, 2020.

NORONHA FILHO, F. Á. et al. Análise do gerenciamento de resíduos de papel em associações e cooperativas de catadores na cidade de Belém, Estado do Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 12, p. e2091210463-e2091210463, 2020.

NOVAKOWSKI, G. A. de B.; BALSÍ, R. T. Associações de catadores de Chapecó: a importância da representação destes atores no fórum de resíduos sólidos de Chapecó-FRSC. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7, p. 53572-53580, 2020.

PANDA, S. et al. *A study on variation of atmospheric pollutants over Bhubaneswar during imposition of nationwide lockdown in India for the COVID-19 pandemic. Air Quality, Atmosphere & Health*, v. 14, n. 1, p. 97-108, 2021.

PASQUALETO, O. de Q. F. O (in) sustentável trabalho dos catadores de material reciclável no Brasil. *Direito do Trabalho e Processo do Trabalho*, v. 1, n. 2, p. 111-124, 2019.

PICANÇO, A. P.; BUENO, I. L. M. A Política Nacional de Resíduos Sólidos e os catadores de materiais recicláveis: uma análise dos oito anos da lei a partir da literatura nacional. 30º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Natal – RN, 2019. Anais. Natal: ABES, 2019.

QUEIRÓS, A.; FARIA, D.; ALMEIDA, F. *Strengths and limitations of qualitative and quantitative research methods. European Journal of Education Studies*, 2017.

SANTOS, M. X.; SANTANA, V. M.; MENEZES, K. M. Biblioteca Comunitária Miro Cairo: reinventando as ações em meio à pandemia da Covid-19. *RAÍZES E RUMOS*, v. 8, n. 1, p. 250-260, 2020.

SEVERO, E. A.; DE GUIMARÃES, J. C. F.; DELLARMELIN, M. L. *Impact of the COVID-19 pandemic on environmental awareness, sustainable consumption and social responsibility: Evidence from generations in Brazil and Portugal. Journal of Cleaner Production*, v. 286, p. 124947, 2021.

SILVA, A. L. P. et al. *Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. Science of the Total Environment*, v. 742, p. 140565, 2020.

SOEIRO, R. E. et al. Atenção Primária à Saúde e a pandemia de COVID-19: reflexão para a prática. *InterAmerican Journal of Medicine and Health*, v. 3, 2020.

SOHRABI, C. et al. *World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). International journal of surgery*, v. 76, p. 71-76, 2020.

TAN, B. et al. *Psychological impact of the COVID-19 pandemic on health care workers in Singapore. Annals of internal medicine*, v. 173, n. 4, p. 317-320, 2020.

TEMSAH, M. et al. *The psychological impact of COVID-19 pandemic on health care workers in a MERS-CoV endemic country. Journal of infection and public health*, v. 13, n. 6, p. 877-882, 2020.

TOKATLI, C.; VAROL, M. *Impact of the COVID-19 lockdown period on surface water quality in the Meriç-Ergene River Basin, Northwest Turkey. Environmental Research*, p. 111051, 2021.

VASCONCELOS, J. P. R.; GUIMARÃES, S. M. F.; ZANETI, I. C. B. B. *Condições de trabalho e saúde de uma associação de catadores de materiais recicláveis de Ceilândia/Distrito Federal. Jangwa Pana*, v. 19, n. 3, 2020.

VINDEGAARD, N.; BENROS, M. E. *COVID-19 pandemic and mental health consequences: Systematic review of the current evidence. Brain, behavior, and immunity*, v. 89, p. 531-542, 2020.

# ÁGUA COMO PATRIMÔNIO NATURAL CAMINHO JURÍDICO PARA PRESERVAR O MEIO AMBIENTE E OS DIREITOS HUMANOS SOBRE CONSTRUÇÃO DE HIDRELÉTRICAS NO BRASIL

Karen Kristensen Medaglia Motta<sup>1</sup>

1 - Karen Kristensen Medaglia Motta. Universidade São Judas Tadeu. [karenm.kristensen@hotmail.com](mailto:karenm.kristensen@hotmail.com)

**RESUMO:** O presente estudo tem como objetivo analisar e descrever os instrumentos jurídicos do Estado brasileiro aptos à preservação do meio ambiente e de outros direitos humanos correlatos frente à construção de hidrelétricas, possibilitando resguardar o meio ambiente, a identidade, a cultura, o turismo, os povos, os animais, a história deste local. Para tanto, parte-se do pressuposto de que muitas comunidades são atingidas de maneiras distintas por conta da construção destes empreendimentos e não sabem onde, como e com quem poderiam recorrer para assegurar os próprios direitos. Nestes termos, tem-se como problema de pesquisa a seguinte questão: Quais os limites e as possibilidades de os instrumentos jurídicos disponíveis serem capazes de possibilitar a preservação da natureza e assegurar direitos humanos? Para responder a esta pergunta, a metodologia utilizada neste trabalho dá-se através do método de abordagem dedutivo e do procedimento de análise documental, verificando a hierarquia legal no ordenamento jurídico brasileiro, bem como as respectivas competências dos órgãos e entes federativos. Adiante, aprofunda-se no estudo dos instrumentos jurídicos disponíveis na atualidade e, também, de forma breve, nas suas particularidades. Ao final, destaca-se o conflito e a ausência de muitos direitos, ponderando-os, no plano teórico, qual deveria prevalecer, no plano material. Como resultado, constata-se que existe um amplo rol de instrumentos disponíveis, inclusive de fácil acesso para a população, porém estão subutilizados.

Palavras-chave: Construção de usinas hidrelétricas. Direitos. Direitos humanos. Preservação do meio ambiente. Subutilização de instrumentos jurídicos.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746598>



**ABSTRACT:** This study aims to analyze and describe the legal instruments of the Brazilian State capable of preserving the environment and other human rights related to the construction of hydroelectric dams, enabling the protection of the environment, identity, culture, tourism, peoples, animals, the history of this place. To this end, it is assumed that many communities are affected in different ways because of the construction of these enterprises and do not know where, how and with whom they could turn to ensure their own rights. In these terms, the following research problem is: What are the limits and possibilities of the available legal instruments being able to enable the preservation of nature and ensure human rights? To answer this question, the methodology used in this work is through the method of deductive approach and the document analysis procedure, verifying the legal hierarchy in the Brazilian legal system, as well as the respective competencies of the federal agencies and entities. Furthermore, it deepens in the study of the legal instruments available today and also, briefly, in their particularities. In the end, the conflict and the absence of many rights stand out, pondering them, at the theoretical level, which should prevail, at the material level. As a result, it is observed that there is a wide list of instruments available, including easy access for the population, but are underutilized.

**Keywords:** Construction of hydroelectric power plants. Rights. Human rights. Preservation of the environment. Under-use of legal instruments.

**Introdução:** Ao perceber a possível problemática que circunda os impactos adversos no meio ambiente e nos direitos humanos por conta de construções de Usinas hidrelétricas, bem como a constante procura pelas pessoas para dirimir as questões em como solucionar os problemas advindos das construções das usinas hidrelétricas, busca-se, então, desenvolver este estudo com o intuito de facilitar o conhecimento sobre os caminhos, os limites e as possibilidades dos instrumentos jurídicos brasileiros que regulamentam a construção de hidrelétricas.

Por este viés, tem-se como problema de pesquisa a seguinte questão: Quais os limites e as possibilidades de os instrumentos jurídicos disponíveis serem capazes de possibilitar a preservação da natureza e assegurar direitos humanos? Para tanto, para responder a esta pergunta, a metodologia utilizada

neste trabalho dá-se através do método de abordagem dedutivo e do procedimento de análise documental, verificando a hierarquia legal no ordenamento jurídico brasileiro, bem como as respectivas competências dos órgãos e entes federativos.

Ademais, ressalta-se que o interesse deste estudo é de apresentar um panorama geral sobre os limites e as possibilidades jurídicas voltadas à preservação do meio ambiente, o que significa, apontar a necessidade de auxiliar juridicamente sobre os instrumentos disponibilizados no ordenamento jurídico brasileiro a fim de obstar ou evitar empreendimento não desejado em determinado local, seja na área urbana, seja na área rural. Cidades como Piraju<sup>24</sup>, localizada no interior de São Paulo e de Bananal<sup>25</sup>, situada ao lado da Serra da Bocaina, também neste Estado, despertaram uma urgente necessidade em poder munir a população sobre esse aspecto, uma vez que este tipo de infraestrutura assombra tais cidades de forma cíclica<sup>26</sup>.

Com relação à estrutura, a presente pesquisa encontra-se dividida em quatro tópicos. No primeiro, verifica-se a hierarquia legal das normas no ordenamento jurídico brasileiro, bem como as respectivas competências dos órgãos e entes federativos. A partir do segundo tópico, aprofunda-se no estudo dos instrumentos jurídicos disponíveis na atualidade e, também, de forma breve, sobre a competência dos órgãos e entes federativos. Ao final, na conclusão, destaca-se a ponderação sobre a subutilização destes instrumentos jurídicos.

**Usinas hidrelétricas: da hierarquia das normas e das competências constitucionais:** Existem instrumentos legais disponíveis para se alçar perante a defesa sobre as construções de usinas hidrelétricas ou das pequenas centrais hidrelétricas, o que pode viabilizar a assertividade ao se fazerem escolhas voltadas a sua implantação. Dessa forma, é importante salientar a hierarquia das

---

<sup>24</sup> Ler mais em: BARBERIO; CERVERIA FILHO (2009).

<sup>25</sup> Ver sobre em: Movimento dos Atingidos por Barragens - Rio de Janeiro. **MAB participa de debate contra construção de barragem em Angra dos Reis (RJ)**. Publicado em 17.10.2020. Disponível em: <https://mab.org.br/2020/10/17/mab-participa-de-debate-contra-construcao-de-barragem-em-angra-dos-reis-rj/>.

<sup>26</sup> Recomenda-se a leitura de: VECCHIA, R. Águas de Piraju - **Estudo de caso de uma nova usina hidrelétrica**. 2019. Grupo Escolar. Disponível em: <https://www.grupoescolar.com/pesquisa/aguas-de-piraju--estudo-de-caso-de-uma-novausina-hidreletrica.html>.

normas do ordenamento jurídico brasileiro a fim de esclarecer eventuais dúvidas corriqueiras sobre este tema, bem como tratar das competências legislativas e administrativas preconizadas pela Carta Magna.

O sistema deste país herdou características providas de outros ordenamentos jurídicos, e de maneira extremamente simplista, transpondo toda a parte histórica, didática e estrutural de Direito Constitucional, considera-se a influência do pensamento positivista no final dos séculos XIX e nos primórdios do século XX, e, por conseguinte, a respectiva influência no positivismo jurídico, apontando-se, então, para a norma jurídica fundamental ou, como lecionou Kelsen – norma hipotética fundamental.

Nesta esteira, considera-se que a Constituição Federal Brasileira de 1988 possui um caráter rígido no que diz respeito à flexibilidade de mutação legal, originário, por ser um conjunto de normas fundadoras e de supremacia formal, vez que é superior a todas as outras. É sabido que o caráter rígido sobre a alteração das normas constitucionais distingue-se do processo simplificado de alteração das leis complementares e ordinárias. Por conta disso, a Constituição Federal recebe o status de norma jurídica fundamental, superior as outras, tanto em relação à forma quanto em relação ao conteúdo, enfatizando, assim, a influência do positivismo em nosso ordenamento. Cabe lembrar que existem no plano supralegal, o preâmbulo da Constituição e os Atos de Disposições Transitórias e Permanentes que visam assegurar a transição e a aplicabilidade da atual Carta Maior em relação às anteriores.

Ademais, as Leis Ordinárias (inclusive os Tratados Internacionais que não tratam de assuntos sobre Direitos Humanos e alguns Decretos-leis possuem caráter de Lei Ordinária), as Leis Complementares, as Medidas Provisórias, a Lei Delegada, os Decretos Legislativos e as Resoluções da Câmara ou do Senado possuem status Legal. Resta dizer que é pacificado<sup>27</sup> o entendimento do Superior

---

<sup>27</sup> EMENTA: Contribuição social sobre o faturamento - COFINS (CF, art. 195, I). 2. Revogação pelo art. 56 da Lei 9.430/96 da isenção concedida às sociedades civis de profissão regulamentada pelo art. 6º, II, da Lei Complementar 70/91. Legitimidade. 3. Inexistência de relação hierárquica entre lei ordinária e lei complementar. Questão exclusivamente constitucional, relacionada à distribuição material entre as espécies legais. Precedentes. 4. A LC 70/91 é apenas formalmente complementar, mas materialmente ordinária, com relação aos dispositivos concernentes à contribuição social por ela instituída. ADC 1, Rel. Moreira Alves, RTJ 156/721. 5. Recurso extraordinário conhecido mas negado provimento. (RE 377457,

Tribunal de Justiça e do STF sobre não haver hierarquia entre as Leis Ordinárias e Complementares.

Por fim, frisa-se dirimir a antinomia, ou seja, o conflito entre leis, no âmbito da União, Estadual e Municipal. Estes entes não possuem antinomia, vez que versam sobre campos materiais totalmente distintos, conforme dispõe a Carta Magna nos artigos 21, 22, 48, 25, 30, entre outros.

Observa-se, então, que na parte inferior da disposição hierárquica das normas encontram-se os atos administrativos com status infralegal, entre eles estão – os decretos; as portarias; as instruções normativas; as ordens de serviço; os ofícios; os despachos; os regimentos internos; as circulares; os estatutos; as resoluções das agências reguladoras, entre outros.

Para dar continuidade ao raciocínio teleológico, passa-se ao estudo sobre a competência de cada órgão e ente acerca da tutela ambiental. É justificável expor as respectivas competências, pois ficará claro o que cada órgão pode fazer, bem como os cidadãos poderão atuar ou provocá-los.

**Do ministério público e da sua provocação:** O Ministério Público, Estadual ou Federal, ao atuar na proposição do Inquérito civil, ao firmar Termo de Ajuste de Conduta, ao propor Ação Civil Pública ou Penal, exerce importante papel na Tutela ao meio ambiente. Deste modo, no âmbito judicial ou extrajudicial, o Ministério Público é legítimo à proteção deste interesse difuso.

Por conseguinte, é notório revelar que o Ministério Público Federal e Estadual podem atuar de forma conjunta na propositura de Ação Civil Pública, conforme aponta o artigo 5º, § 5.º da Lei 7.347, de 24 de julho de 1985:

Então, é evidente que qualquer pessoa pode provocar o Ministério Público a fim de que este desempenhe a sua função, que, neste caso, é defender o meio ambiente. Um exemplo a ser citado é da Ação Civil Pública ajuizada pelo Instituto de Estudos Amazônicos (IEA) em 2020, na 11ª Vara Federal de Curitiba, “para que a União Federal seja condenada caso o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), vinculado à Política Nacional

---

Relator(a): GILMAR MENDES, Tribunal Pleno, julgado em 17/09/2008, REPERCUSSÃO GERAL - MÉRITO DJe-241 DIVULG 18-12-2008 PUBLIC 19-12-2008 EMENT VOL-02346-08 PP-01774).

sobre a Mudança do Clima (PNMC), não seja cumprido.”<sup>28</sup>. Além disso, ao Ministério Público é conferido uma atuação extrajudicial, o que corrobora o eficiente trabalho neste bojo. Por conseguinte, pode-se instaurar uma ação civil pública, nos termos da Lei 7.347/1985, a fim de evitar e responsabilizar por danos morais e patrimoniais causados ao meio-ambiente.

Para além das competências ambientais previstas ao Ministério Público, a Carta Magna também preconiza outra importante ferramenta para a defesa do meio ambiente, que é a Ação Popular, à qual, a seguir, passa-se a estudar.

**Da ação popular:** A Ação Popular também é um instrumento a ser utilizado para a defesa do meio ambiente, previsto na Constituição brasileira, em seu artigo 5, LXXIII, o qual garante que: =

qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular que vise a anular ato lesivo ao patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, à moralidade administrativa, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural, ficando o autor, salvo comprovada má-fé, isento de custas judiciais e do ônus de sucumbência (BRASIL, 1988).

Logo, o Ministério Público, bem como a sociedade civil podem ajuizar Ação Popular para defender este direito transindividual.

Analisados, brevemente, a competência do Ministério Público e a legitimidade da sociedade civil, passa-se a compreender, no próximo subitem, sobre as competências federativas que tratam sobre a proteção ambiental.

**Da união, dos Estados e dos municípios: competências legislativas e administrativas:** Em detrimento da importância das Constituições Estaduais, resta necessário mencionar que cada Estado possui sua Constituição própria e estabelece normas nos quais os municípios daquele respectivo Estado devem seguir, salvo os de competência privativa destes, possuindo, então, caráter suplementar para alguns assuntos e não concorrentes ou inconstitucionais.

Assim, pode-se sopesar que deverá ser analisado no caso concreto o que prevalecerá como interesse comum, se a produção hidroenergética, se à preservação ambiental. Não obstante, com a finalidade de tornar elucidado sobre

---

<sup>28</sup> **JF recebe Ação Civil Pública sobre mudanças climáticas.** Publicado em 26 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.jfpr.jus.br/noticias/jf-recebe-acao-civil-publica-sobre-mudancas-climaticas/>

a competência dos entes acerca do assunto de proteção ao meio ambiente e geração de energia por hidrelétricas, nesta mesma Carta Magna, foram instituídos os artigos 20, VIII; 21, XII, b; 22, IV; 23, III e 24, VII e VIII.

Entretanto, o artigo 30, I, confere aos municípios a competência para se legislar sobre os assuntos de interesse local. Destarte, indaga-se: Se compete à União, aos Estados e Municípios legislar sobre meio ambiente, caso queiram construir uma Usina Hidrelétrica em uma cidade, como deve-se interpretar este artigo 30 da Constituição Federal de 1988, no sentido de entender quando não haverá usurpação de competência?

Ora, atente-se ao seguinte julgado:

O Município é competente para legislar sobre meio ambiente com União e Estado, no limite de seu interesse local e desde que tal regramento seja harmônico com a disciplina estabelecida pelos demais entes federados (art. 24, VI, c/c 30, I e II, da CRFB). [[RE 586.224](#), rel. min. Luiz Fux, j. 5-3-2015, P, DJE de 8-5-2015, Tema 145.]

Ou seja, cabe ao Município legislar sobre o que não estabelecerá conflito com assuntos que já estão dispostos na competência privativa à União ou ao Estado e da mesma forma, se for um assunto que já está contido na Constituição Estadual. Então, o município pode legislar para preservar o meio ambiente local, mas não poderá criar institutos que versem sobre qualquer assunto relacionado à questão hidroenergética, vez que será considerado usurpação de competência<sup>29</sup>. No caso em tela, o município não pode legislar sobre assuntos que limitem ou vedem o aproveitamento hidroenergético dos rios, por conta de ser inconstitucional.

---

<sup>29</sup> AÇÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE MUNICIPIO DE PIRAJU pretendida declaração de inconstitucionalidade do Artigo 187, II, da Lei Orgânica do Município, artigo XXIX da Lei Complementar nº 143/2012, Lei nº 2.654/2002, Lei nº 2.634/2002 e Resolução nº 01 do Conselho de Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, todas do Município de Piraju, que dispõem sobre a vedação da construção de usinas hidrelétricas, tombamento do Rio Paranapanema e criação do Parque Natural Municipal de Dourado, respectivamente. Competência exclusiva da União para legislar sobre aproveitamento energético das águas e da utilização do Vale do Paranapanema. Afronta aos princípios da harmonia e independência dos Poderes, consagrados pela Constituição Federal e reproduzidos, com a autorização do artigo 144 da Carta Bandeirante, pelo artigo 5º da citada Carta. Artigo 20, III e VIII, da Constituição Federal que considera como bem da União também os potenciais de energia hidráulica, dispondo o artigo 21, XII, b, e 22, IV, sobre a competência da União para legislar sobre o tema. Inadmissibilidade da interpretação de que as normas objurgadas legislam sobre matéria de “interesse local”, sendo inaplicável, destarte, o artigo 30, I, da Carta Bandeirante. Vício de Iniciativa. Declaração de inconstitucionalidade. Ação procedente. AÇÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE Nº 2122158-38.2014.8.26.0000. 2015. TJSP. Relator Xavier de Aquino. Voto nº 27.318.

Para tanto, é válido lembrar que caso haja conflito para dirimir competência de Tribunal para julgamento em face de Ação Direta de Inconstitucionalidade sobre Lei que visa proteger o meio ambiente entre âmbitos Municipais ou Estaduais, o Supremo Tribunal Federal e o Tribunal de Justiça Estadual são legítimos para julgar tais ações, conforme apontam os artigos 102, I, a, e art. 125, § 2º, da CF/88.

Todavia, é cabível pensar que na contemporaneidade existem outras formas de se produzir energia elétrica de forma sustentável e limpa, ainda que não implementadas em nosso solo pátrio, tal como as energias ondomotriz, maremotriz, eólica, solar, entre outras. Apesar da distribuição de energia elétrica possuir elevado valor monetário, é de notório saber que existem outros meios para suprir a demanda energética, tal como despontam a China, a Dinamarca e os Estados Unidos em sua produção de energia renovável por fonte eólica.

Feito esse breve aparato constitucional sobre competências e legitimidade no tocante à temática ambiental, destaca-se a relevância de compreensão sobre os instrumentos jurídicos disponíveis à proteção do meio ambiente e ao resguardo de direitos frente à instalação das usinas hidrelétricas.

**3.1 | Dos Instrumentos Jurídicos:** Deve-se elencar que existem outros instrumentos legais disponíveis para se alçar perante esta defesa sobre as construções de usinas hidrelétricas ou das pequenas centrais hidrelétricas. Para além do que já foi dito, pode-se buscar acertadas possibilidades jurídicas como se prossegue.

**3.1 Do licenciamento ambiental:** O licenciamento ambiental, como o próprio nome diz, é um processo que visa gerar um documento, uma licença, expedida pelo órgão que possui a devida competência territorial para realizar um estudo verificando os impactos efetivos ou potenciais no qual o empreendimento em questão gerará ao meio ambiente. Este estudo é obrigatório, uma vez que a CF/88 cita no artigo 225, § 1º, IV, que seja realizado estudo prévio de impacto ambiental.

Desse modo, um órgão estadual integrante do Sistema nacional do meio ambiente (SISNAMA) ou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), em sintonia com outros órgãos – como por exemplo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) – devem realizar, quando houver uma situação conforme a descrição do artigo 10, da Lei nº 6938/81, um estudo prévio ao licenciamento ambiental, conhecido como Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Este subdivide-se em outros dois estudos, o Estudo de Impacto ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Neste diapasão, o art. 225, parágrafo 1º, inciso IV, nos mostra que é necessário “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”. Então, caso haja significativa degradação, deve-se realizar o EIA.

Portanto, define-se o licenciamento ambiental, à quem atribui o domínio do corpo d’água do respectivo rio e, assim sendo, caberá à União o gerenciamento dos recursos hídricos inseridos entre os bens da União e aos órgãos estaduais os demais, providenciando junto à estas autarquias uma Declaração de Reserva de Disponibilidade de Recursos Hídricos (DRDH), por meio de pedido da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e concedido pela Agência Nacional das Águas (ANA). Após a disponibilização desta Declaração, aprovada as fases do licenciamento ambiental e da Licitação, autoriza-se (outorga) o Direito de Uso dos Recursos Hídricos em determinado local.

Porventura, é certo que a participação social por meio das audiências públicas, é um mecanismo administrativo que orienta à efetividade da democratização deste processo. Do mesmo modo, caso não ocorra a audiência pública, a licença ambiental é considerada nula, conforme referido nas Resoluções CONAMA 01/86 e 009/87.

Ademais, leva-se em conta que existem outros mecanismos e estudos para prevenir impactos e riscos que permeiam a construção de Usinas Hidrelétricas. Dito isto, tramita no Congresso Nacional um Projeto de Lei 603/2015 que objetiva um “regime diferenciado para licenciamento de Usinas Hidrelétricas”. Pois bem, após ler este Projeto de Lei percebe-se claramente que visam acelerar o



processo de licenciamento. Todavia, caso seja aprovado, o processo para se adquirir a licença seria simplificado o que diverge do que o próprio relatório-do Banco Mundial (2008, s.p.) questiona:

foram identificadas quatro questões básicas e gerais que merecem atenção, visando o aumento da eficiência e a diminuição do tempo do processo de licenciamento: (a) Baixa Qualidade dos TdRs e RIMAs. (b) Ausência de informações. (c) Interação inadequada entre os órgãos competentes. (d) Subjetividade dos princípios e critérios adotados.

Não obstante, se o atual processo de licenciamento ambiental ainda é deficitário, é evidente que o objetivo almejado no Projeto de Lei em questão é auferir maiores vantagens aos empreiteiros e desconsiderar importantes etapas, como as audiências públicas e o tempo adequado para elaboração dos estudos de impacto. A seu turno, a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, regula sobre a ausência de Licença ou autorização e desobediência a normas legais ou regulamentares, conforme cita o artigo 60.

Dessa forma, ao lado de outros instrumentos, o licenciamento ambiental estabelecerá a norma a qual será mais benéfica e mais protetiva ao meio ambiente, garantindo ao empreendedor que este proponha soluções para evitar ou minimizar quaisquer impactos e danos ambientais.

**3.2 Do Mandado de injunção coletivo, da ação direta de inconstitucionalidade por omissão e da arguição de descumprimento de preceito fundamental:** Tanto o mandado de injunção coletivo, como a ação direta por inconstitucionalidade por omissão são instrumentos jurídicos a fim de assegurar os direitos difusos e coletivos, dos quais o meio ambiente faz parte. Desse modo, serão abordados ao longo deste subtópico.

Da mesma forma, a ação direta de inconstitucionalidade visa suprir a ausência de regulamentação em face do que a Constituição estabelece. Sempre que houver a falta deste comando em âmbito infraconstitucional, ou seja, normas de eficácia limitada que não possuem uma eficaz aplicação por falta da regulamentação, aplica-se a ADI por omissão. Por sua vez, gera-se, o que é conhecido pela doutrina, a síndrome de inefetividade das normas constitucionais. Por conseguinte, por mandado de injunção ou por ADI por omissão, pode-se superar esta insuficiência.

Os legitimados para propor a ADIN por omissão estão taxados no art. 103 da Carta Magna. Como esta ação circunda dirimir a abstração por norma constitucional, portanto, compete ao Supremo Tribunal Federal julgá-la.

Os efeitos da ADO geram a ciência ao órgão responsável pela mora do efeito da inconstitucionalidade. Assim, existe um prazo de 180 dias para regularização da respectiva Lei.

Ademais, o mandado de injunção é um remédio constitucional que tem como objetivo tornar viável os direitos e liberdades constitucionais e, também, as prerrogativas de nacionalidade, soberania e cidadania. Para tanto, para se impetrar este remédio deve-se haver como pressuposto uma norma constitucional de eficácia limitada, conforme explicado acima e, da mesma forma, deve haver a ausência da norma regulamentadora, causando a omissão do Poder público. Cabe lembrar que a falha da regulamentação da norma pode ser total ou parcial.

Por sua vez, a Lei 13.300/2016 regulamenta o processo e o julgamento sobre o mandado de injunção. Os legitimados para propor esta ação encontram-se no artigo 12 desta lei e, portanto, por ser uma ação coletiva, almeja-se proteger os direitos coletivos. Nestes dois remédios, apenas os entes estatais podem ser demandados, afastando-se os particulares desta demanda.

Para concluir, temos a Ação por Descumprimento de Preceito Fundamental. Interessante meio que está regulado pela Lei 9882/99 e tem por objetivo evitar ou reparar lesão à preceito fundamental decorrente de ato do Poder Público. Podem ser citados como preceitos fundamentais – direito e garantias individuais, cláusulas pétreas e direitos à assuntos sensíveis. Ela também se torna relevante sobre assuntos de Lei Federal, Estadual ou Municipal, bem como sobre Leis ou atos normativos anteriores à Constituição Federal de 88. Por outro lado, não será admitida ADPF se houver qualquer outro meio eficaz para satisfazer o ato lesivo, ou seja, possui caráter subsidiário.

Portanto, por tratar de matéria constitucional, somente pode ser proposta no STF e possui eficácia erga omnes – os efeitos serão para todos - e efeito vinculante aos demais órgãos judiciários e do executivo.

Ao lado dos instrumentos que até aqui foram trazidos, encontra igual relevância a Unidade de Conservação e o tombamento dos monumentos naturais, visando à proteção da paisagem notável, conforme passa a se compreender.

**3.3 Da unidade de conservação e do tombamento dos monumentos naturais: A proteção da paisagem notável:** Prosseguindo com os instrumentos jurídicos cabíveis na proteção ao meio ambiente local sobre tentativa de construção de Usina hidrelétrica ou de Pequena central hidrelétrica encontra-se o tombamento dos monumentos naturais e a proteção da paisagem notável, bem como a Unidade de conservação.

É estabelecido que a Unidade de Conservação visa proteger as paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica. Nesta esteira, um dos modos a ser preservar de forma jurídica na contemporaneidade é a tutela ambiental sobre as paisagens notáveis. Assim, ao analisar as contribuições acadêmicas sobre este assunto, encontra-se uma escassez em material.

Não obstante, os julgados sobre assuntos também são escassos. Entretanto, o Ministro do STJ, Benjamin Herman, no seguinte voto, proferiu sobre a tutela à paisagem natural e como esta deve ser preservada, vez que assegura aquilo que é belo e como é intrínseco à subjetividade de cada um, e não há como não citá-lo por ser, no mínimo, interessante e poético, o qual segue:

Claro, a estética paisagística hodierna vai além da noção clássica de belo natural - romântica, materialista, elitista e obediente a certo simetrismo de convenções oficiais - ao abraçar a robustez da diversidade biológica e de outros atributos complexos da Natureza que, por serem imperceptíveis a olho nu ou pelo não especialista, mais do que "vistos" são apenas "sentidos" ou mesmo "imaginados". Um tipo de contentamento individual e social derivado não tanto do fisicamente presenciar ou apalpar, mas da experiência de simplesmente saber existirem, de maneira incógnita, no caos-harmonia dos surpreendentes e ainda misteriosos processos ecológicos que sustentam a vida na Terra (RESP 1410732 RN Ministro Benjamin Herman STJ).

Como ser egoístas a ponto de destruir algo que ninguém mais poderá desfrutar ou utilizar para sobreviver? Pois bem, como norteia o princípio de direito ambiental da solidariedade intergeracional, o direito deve exercer a

função de proteger. De qualquer forma, além de todos os instrumentos já mencionados, passa-se ao tombamento.

O tombamento é uma forma de intervenção restritiva na propriedade privada com o intuito de proteger o patrimônio histórico e cultural, ou seja, o Estado intervirá na propriedade com o objetivo de preservar a memória nacional. O tombamento está presente no art. 216, CF/88.

Todos os entes administrativos, seja a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios possuem a competência administrativa para tombarem bens móveis e imóveis, inclusive o mesmo bem pode ser tombado por mais de um ente Federal. É uma restrição de uso de uma determinada propriedade que não gera em regra indenização ao proprietário, apenas é obrigado ao proprietário manter o bem dentro de suas características.

Também pode haver o tombamento de ofício, quando houver o tombamento de bens públicos, será entre entes federados e terá o seu bem tombado. Entretanto, não podemos esquecer que lei municipal local possui caráter complementar às Leis dos Estados e da União, evitando, assim, a usurpação de competência, conforme aponta a Ministra Carmen Lúcia<sup>30</sup> no Recurso Extraordinário 308399, de Relatoria do Ministro Carlos Velloso, cujo julgamento deu-se em 29 de março de 2005.

Em suma, o processo de tombamento deve seguir o rito processual estabelecido pelas normas e caso haja tombamento pelo Poder Legislativo, este terá caráter provisório, devendo ter continuidade pelo Poder Executivo a fim de concretizar o caráter definitivo de tombamento.

Não obstante, em caráter paralelo, deve ocorrer um processo de tombamento ao monumento natural junto ao IPHAN, uma vez que este órgão irá analisar e deferir se o bem de âmbito Federal será tombado, inscrevendo o termo ao Livro do Tombo.

Neste caminho, caso haja interesse em registrar uma determinada paisagem notável ou monumento natural como Patrimônio Mundial, deve-se

---

<sup>30</sup> A íntegra do julgado pode ser acessada em: <https://stf.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/14791719/recurso-extraordinario-re-308399-mg-stf>

averiguar os manuais disponibilizados<sup>31</sup> para tanto, assim como a integridade e autenticidade de cada um.

De tal sorte, em 2011, foi sancionada a Lei Complementar 140, que estabelece a proteção das paisagens notáveis, bem como

fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora (BRASIL, 2011).

Portanto, são instrumentos aptos à defesa do meio ambiente frente à construção das hidrelétricas. Igualmente, há ainda a Lei 6.513/1977, que trata sobre a proteção turística, conforme segue.

**3.4 As áreas especiais de locais de interesse turístico e sobre inventário: instrumentos à proteção turística:** Em 1977, foi decretada a Lei 6.513, que versa sobre a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico e sobre o Inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural. Posteriormente, a Carta Magna de 1988 corroborou a intenção da proteção turística por meio do art. 180 - “A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios promoverão e incentivarão o turismo como fator de desenvolvimento social e econômico”.

Vale dizer que para transformar uma região em Local de Interesse Turístico esta não poderá pertencer à algum regime específico de proteção, ou seja, provavelmente não se enquadra à Unidade de conservação e para tanto, também não poderá ser considerado um monumento natural, conforme explicado em item anterior, então entende-se que pode haver turismo em área protegida, mas esta mesma área não pode também receber o título, concomitantemente, de área de local turístico.

---

<sup>31</sup> Ver sobre em: Preparação de candidaturas para o Patrimônio Mundial. – Brasília: UNESCO Brasil, Iphan, 2013. 136 p., il. – (Manual de referência do patrimônio mundial) e Manual de sinalização do Patrimônio Mundial. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Manual\\_Sinalizacao\\_Patrimonio\\_Mundial.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Manual_Sinalizacao_Patrimonio_Mundial.pdf).

Conclui-se, dessa forma, que deve-se explorar este instrumento com o intuito de proteger o local e a paisagem tanto para fim turístico, como para proteger a área de possíveis empreendimentos. Há, ainda, um último instrumento aqui colacionado trata sobre os crimes ambientais, conforme passa a ser estudado.

**3.5 Do auto de infração e dos crimes ambientais:** O auto de infração ambiental pode ser lavrado quando qualquer pessoa ou funcionário de órgãos ambientais ou da Capitania dos Portos, constatar qualquer ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente, conforme descreve o Art. 70 da Lei 9605/98. Este é um processo administrativo e a sua sanção se dará por meio de multas, advertências, suspensões, cancelamentos, perdas, entre outras.

Esta fiscalização deverá ser encaminhada ao órgão fiscal ambiental local para que seja produzido um documento e que este seja direcionado ao infrator para que este possa se defender. Os requisitos para o auto de infração ser lavrado deve inserir a identificação correta do autuado, o local onde ocorreu a infração, além de constar qual é o dispositivo legal infringido além da penalidade que foi aplicada.

Caso não se obtenha estes dados, este auto de infração poderá ser considerado nulo ou anulável, por meio vícios sanáveis e insanáveis. Os sanáveis são os dados que podem ser corrigidos. Além disso, pessoas físicas e jurídicas podem ser autuadas.

Acredita-se que este instrumento seja relevante caso se perceba a construção de alguma hidrelétrica sem o prévio conhecimento da população local. É sabido que muitas vezes as Prefeituras das cidades recebem um ofício requisitando as licenças ambientais e o processo para se obter a disponibilidade do uso de recursos hídricos já estão em curso. Por sua vez, cabe lembrar sobre a tríplice responsabilidade em matéria ambiental. As responsabilidades ambientais estão previstas no art. 225 da CF/88, no parágrafo terceiro.

Dessa forma, as sanções penais dizem respeito aos crimes, as administrativas às infrações e sobre reparar de danos à esfera cível. Os crimes

ambientais estão previstos na Lei 9605/98, bem como no Código Penal e nas Leis extravagantes, como por exemplo na Lei de agrotóxicos ou biossegurança.

A “Lei dos crimes ambientais<sup>32</sup>”, precisamente a partir do capítulo V, são cominados a maioria dos crimes, ou seja, para se ocorrer crime ambiental este deve estar descrito neste dispositivo. Destaca-se que nesta Lei o art. 60 expõe o seguinte crime, caso seja construída Usina sem a devida autorização:

Art. 60. Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar, em qualquer parte do território nacional, estabelecimentos, obras ou serviços potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, ou contrariando as normas legais e regulamentares pertinentes:  
Pena - detenção, de um a seis meses, ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Assim, foi possibilitado um panorama de competências, legitimidades e instrumentos jurídicos disponíveis à defesa do meio ambiente e de direitos humanos afetados frente à construção das hidrelétricas.

**4. Limitações à proteção ambiental frente às hidrelétricas: a subutilização de instrumentos jurídicos:** Apesar de existirem os inúmeros instrumentos jurídicos disponíveis para o enfrentamento da instalação de hidrelétricas, constituindo-se de um panorama de possibilidades, existem limitações a serem ultrapassadas, visando à finalidade de proteção ambiental e do respeito aos direitos humanos.

Em relação aos limites e possibilidades dos instrumentos jurídicos abordados, ressalta-se, sobretudo, a tarefa de efetivar o cumprimento das normas de fiscalização ambiental, além da devida aplicação das leis de proteção. Existem indícios da consolidação destes instrumentos na esfera administrativa, uma vez que ao se verificar a quantidade de infrações ambientais administrativas existentes no site do Ibama, o percentual é elevado em comparação às ações ajuizadas sobre a proteção dos direitos humanos e do meio ambiente relacionadas às construções de hidrelétricas no Brasil.

---

<sup>32</sup> Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

No entanto, a acanhada média de 50<sup>33</sup> ações ajuizadas no Supremo Tribunal Federal acerca do assunto “proteção ambiental e usinas hidrelétricas”, por exemplo, não é oriunda da ausência de normas e de instrumentos.

No Brasil, é possível verificar a existência de diversos institutos jurídicos, conforme demonstrado neste trabalho, contudo, para resolver esta questão é fundamental a sua utilização e prática, a fim de gerar precedentes e tornar este conhecimento acessível, inclusive aos empreendedores, empresários, corporações e da própria sociedade.

Alguns reflexos que podem ser apontados em detrimento da subutilização destas normas são os descumprimentos dos parâmetros estabelecidos pelo processo de licenciamento, tais como a ausência de “reposição de condições de produção e moradia, indenização, relocação na propriedade, reassentamento, realocação de áreas urbanas e assistência técnica.<sup>34</sup>” e “pressão sobre as terras indígenas, à desintegração das estruturas sociais e à deterioração de seus meios de subsistência dos povos indígenas, acarretando o deslocamento de [...] pessoas com um modo de vida tradicional que costumavam morar em ilhas e margens de rios que agora estão submersas<sup>35</sup>”, idem no âmbito ambiental, uma vez que ocorre a supressão da mata nativa, da fauna, a interferência nos processos migratórios e reprodutivos da ictiofauna, a diminuição do sequestro de carbono pela vegetação inundada, o que contribui para o aumento da emissão dos gases do efeito estufa, entre outros.

Entretanto, em decorrência da inércia destas ações para a mitigação dos problemas ambientais, a Corte Interamericana de Direitos Humanos na Opinião consultiva nº 23 aponta como forma de mitigar estas possíveis lesões:

ao tratar de acesso à justiça sob a perspectiva do dano ambiental e todos os eventuais atingidos e lesados, a Corte IDH afirma ser norma de jus cogens e, portanto, ante os potenciais danos transfronteiriços,

---

<sup>33</sup> Ver sobre no site do STF disponível em [https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=decisoese&pesquisa\\_inteiro\\_teor=false&sinonimo=true&plural=true&radicais=false&buscaExata=true&page=1&pageSize=10&queryString=prote%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20usinas%20hidrel%C3%A9tricas&sort=\\_score&sortBy=desc](https://jurisprudencia.stf.jus.br/pages/search?base=decisoese&pesquisa_inteiro_teor=false&sinonimo=true&plural=true&radicais=false&buscaExata=true&page=1&pageSize=10&queryString=prote%C3%A7%C3%A3o%20ambiental%20usinas%20hidrel%C3%A9tricas&sort=_score&sortBy=desc)

<sup>34</sup> Para saber mais, acesse: <https://mab.org.br/2015/01/19/segundo-moradores-usina-hidrel-trica-santo-antnio-n-cumpriu-programa-remanejamento-popula-a/>

<sup>35</sup> Para ler na íntegra, acesse: <https://brasil.elpais.com/economia/2020-05-13/danos-ambientais-e-violacoes-de-direitos-humanos-excluem-vale-e-eletobras-de-fundo-soberano.html>



caberia proteção e acesso a todos os afetados e lesados no exterior, mesmo se não nacionais do Estado responsável<sup>36</sup>.

Ademais, é de suma importância compreender que o potencial da proteção ambiental e dos direitos humanos acerca de possíveis danos acarretados destas construções não se esgota em apontar as deficiências normativas. No momento em que se percebe a provocação de criação de soluções, estas irradiam nas atividades das instituições, dos entes estatais, no ordenamento jurídico e na sociedade, o que contribui para o aperfeiçoamento da prática pelos instrumentos jurídicos.

**Conclusão:** A exposição de instrumentos legais que servem como impedimento para construção de usinas hidrelétricas, ou qualquer outro tipo de empreendimento que modifique o meio ambiente drasticamente, serve para ajudar as inúmeras e indeterminadas cidades, povos e comunidades que são afetados pela não aplicação - ou aplicação incorreta, da lei.

Ademais, ao utilizar os instrumentos jurídicos disponíveis, impulsiona-se a atuação dos órgãos fiscais e do judiciário, possibilitando, dentro das limitações estabelecidas em lei e das respectivas jurisprudências, a preservação da natureza e dos direitos humanos.

Não obstante, vale expor que existe uma surpresa após ter lido em demasia sobre as questões ambientais, bem como os seus julgados e não encontrar em lugar alguma menção sobre: a proteção sobre aos animais e à ictiofauna destes locais; a importância da arqueologia a ser preservada e quais os reflexos destas construções nestas situações; as consequências socioeconômicas e ambientais no pós construção; a alteração de identidade sobre os povos e indígenas atingidos; a importância da proteção internacional sobre estas áreas; a falta de julgados e de ações em matéria ambiental com repercussão geral; a ausência de matérias relacionando direitos humanos e as questões ambientais; entre outros.

Não há como dissociar os Direitos Humanos do Direito Ambiental, por conta de serem assuntos intrínsecos. Como pensar em represar um rio sem pensar nos povos indígenas ou nas populações ribeirinhas que o circundam?

---

36

Como aprovar uma licença ambiental sem saber dos profundos e irreversíveis impactos gerados ao meio ambiente?

É urgente que o Estado não seja hipócrita na sua atuação. Afinal, do que adianta ser signatário de algum acordo internacional, como a Declaração de Estocolmo de 1972, mas permitir que usinas sejam construídas em lugares em que o povo será atingido em seu bojo econômico, social, cultural, alimentar, em segurança pública, etc.? Ademais, os instrumentos criados de forma legal devem ser respeitados, pois retirar a proteção ambiental de um determinado local para desobstruir a antinomia, como aconteceu em Tapajós, no Pará, é sim governar de forma inconstitucional e imoral perante seu povo. De tal sorte, cabe recorrer às instâncias internacionais, nas situações em que restar presente o descaso humanitário e ambiental em nosso país.

Enfim, percebe-se a extrema importância em discutir sobre o direito sustentável, direito socioambiental, direitos humanos, direitos dos animais e direito decolonial. Finda-se este breve trabalho com as seguintes indagações: Quando vamos parar de interferir e abusar daqueles que são muitas vezes relegados pelo nosso sistema? Quando vamos parar de acreditar que um empreendimento de infraestrutura pode ser mais importante do que o meio ambiente ou do que as próprias pessoas? Afinal, sem água não há usina. Sem água não há patrimônio. Sem água não há natureza. Sem água não existe nada.

#### **Referências:**

ALMEIDA, C. O. **Constituição Federal - Constituições Estaduais Hierarquia Das Leis - Poderes De Estado: Poder Legislativo.** Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rcp/article/download/60045/58366#:~:text=As%20constitui%C3%A7%C3%B5es%20do%20Brasil%2C%20as,processo%20legislativo%20%2D%20hierarquia%20das%20leis.&text=Ensina%20Kelsen%2C%20na%20sua%20Teoria,da%20ordem%20jur%C3%AD%2D%20dica%20nacional>. Acesso em: 08 set. 2020.

ALMEIDA, R. S. **Opinião consulta oc-23/17 meio ambiente e direitos humanos.** Disponível em: <https://nidh.com.br/oc23> Acesso em: 07 ago. 2020.

BARBERIO, R. D.; CERVERIA FILHO, J. L. F. Reinvenção do direito ambiental na esfera subpolítica: um estudo de caso do movimento ambientalista em Piraju. **Revista Acadêmica de Ciências Jurídicas EthosJus**, 2009. Disponível em:

[http://www.eduvaleavare.com.br/wpcontent/uploads/2014/07/reinvencao\\_direito.pdf](http://www.eduvaleavare.com.br/wpcontent/uploads/2014/07/reinvencao_direito.pdf). Acesso em: 06 jul. 2019.

BARROSO, L. R. Disposições constitucionais transitórias. *In*: CLÈVE, C. M.; BARROSO, L. R. (Org.). **Doutrinas essenciais direito constitucional**. p. 489-505. São Paulo: RT, 2011. v. 1.

BITTENCOURT, L. **O controle jurisdicional da constitucionalidade das leis**. Rio de Janeiro: Revista Forense, 1949.

CALASANS, J. T. **A água como patrimônio cultural**. Disponível em: <https://aplicacao.mpmg.mp.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1148/12%20OR%20MJ%20-%20A%20agua%20como%20-%20Jorge%20Thierry.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 set. 2020.

CARVALHO FILHO, J. S. **Manual de direito administrativo**. 23. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.

D'ISEP, C. F. M.; NERY JÚNIOR, N.; MEDAUAR, O. **Políticas Públicas Ambientais: estudos em homenagem ao Professor Michel Prieur**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

FARIA, I. D. **Ambiente e Energia: Crença e Ciência no Licenciamento Ambiental Parte III : Sobre Alguns dos Problemas que Dificultam o Licenciamento Ambiental no Brasil**. 2011. Núcleo de Estudos e Pesquisas do Senado. Disponível em: [https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Acervo/Ambiente\\_e\\_Energia\\_Licenciamento\\_Ambiental.pdf](https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Acervo/Ambiente_e_Energia_Licenciamento_Ambiental.pdf). Acesso em: 03 abr. 2020.

FERRÃO, M. O.; NEGOSEK, M. R. F. A Extensão do Poder Normativo das Agências Reguladoras Brasileiras. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. Itajaí, Centro de Ciências Sociais e Jurídicas da UNIVALI. v. 4, n. 4, p. 669-687, 4º Trimestre de 2013. Disponível em: [www.univali.br/ricc](http://www.univali.br/ricc) - ISSN 2236-5044. Acesso em: 17 mar. 2020.

FERREIRA, I. S. **A tutela ambiental da paisagem no direito brasileiro**, 2000, Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rfdusp/article/view/67459> Acesso em: 08 set. 2020.

GONÇALVES, A. S.; QUIRINO, R. H. R. **A Norma Hipotética Fundamental de Hans Kelsen e a Regra de Reconhecimento de Herbert Hart: semelhanças e diferenças entre os critérios de validade do Sistema Jurídico**. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/seq/n78/2177-7055-seq-78-91.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2020.

HUNGRIA, N. **Comentários ao Código Penal**. 1. ed. Rio de Janeiro: Forense, 1955. v. 8.

**JF recebe Ação Civil Pública sobre mudanças climáticas**. Publicado em 26 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.jfpr.jus.br/noticias/jf-recebeacao-civil-publica-sobre-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 28 nov. 2020.

LAZZARINI, A. Sanções Administrativas Ambientais. **Revista de Direito Administrativo**, Rio de Janeiro, v. 214, p. 115-127, out./dez. 1998.

LICENCIAMENTO Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil. Disponível em: <http://pnla.mma.gov.br/publicacoes-diversas?download=88:licenciamento-ambiental-de-empreendimentos-hidreletricos-no-brasil#:~:text=O%20licenciamento%20ambiental%20de%20empreendimentos,s%C3%A9ria%20amea%C3%A7a%20ao%20crescimento%20econ%C3%B4mico.> Acesso em: 02 nov. 2020.

LOBO, Y. Planos Diretores para Municípios Inseridos em "Área de Especial Interesse Turístico". **Revista Turismo**. 2005. Disponível em: <https://www.revistaturismo.com.br/artigos/planodiretor.html>. Acesso em: 01 nov. 2020.

MOVIMENTO dos Atingidos por Barragens - Rio de Janeiro. **MAB participa de debate contra construção de barragem em Angra dos Reis (RJ)**. Publicado em 17.10.2020. Disponível em: <https://mab.org.br/2020/10/17/mab-participa-de-debate-contra-construcao-de-barragem-em-angra-dos-reis-rj/>. Acesso em: 05 nov. 2020.

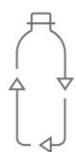
MOTTA, K. K. M. **Água como patrimônio natural - Caminho jurídico para preservar o meio ambiente sobre construção de Hidrelétricas no Brasil**. Orientador: Gabriel Antonio Silveira Mantelli 2020. 60 f. Monografia (Graduação em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2020.

PEREIRA, P. F.; SCARDUA, F. P. Espaços territoriais especialmente protegidos: conceito e implicações jurídicas. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 81-97, Jun. 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2008000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2008000100007&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 09 nov. 2020.

SOUZA, L. A. O Papel Do Ministério Público No Controle Das Políticas Públicas Ambientais. **Revista Jurídica ESMP-SP**, v. 3, p. 27-51, 2013.

UNESCO Brasil, Iphan, 2013. 136 p., il. **Preparação de candidaturas para o Patrimônio Mundial**. Brasília: (Manual de referência do patrimônio mundial). Manual de sinalização do Patrimônio Mundial. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Manual\\_Sinalizacao\\_Patrimonio\\_Mundial.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Manual_Sinalizacao_Patrimonio_Mundial.pdf). Acesso em: 08 set. 2020.

VECCHIA, R. **Águas de Piraju - Estudo de caso de uma nova usina hidrelétrica**. 2019. Grupo Escolar. Disponível em: <https://www.grupoescolar.com/pesquisa/aguas-de-piraju--estudo-de-caso-de-uma-novausina-hidreletrica.html>. Acesso em: 15 abr. 2019.



GT6 - Consumo e Resíduos



GT7 - Desafios do  
desenvolvimento sustentável  
pós COVID-19 no Brasil e na  
América Latina

## 20 ANOS DE PESQUISAS SOBRE COLETA SELETIVA NO BRASIL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Darlene Gomes Baêta<sup>1</sup>; Anderson Moreira Pinto<sup>2</sup>; Joysinett Moraes da Silva<sup>3</sup>; Ricardo César da Silva Guabiroba<sup>4</sup>; Pedro Roberto Jacobi<sup>5</sup>

1 – Darlene Gomes Baêta. Universidade Federal Fluminense. [dgomesbaeta@gmail.com](mailto:dgomesbaeta@gmail.com)

2 – Anderson Moreira Pinto. Universidade Federal Fluminense. [andersonpintodeseropedica@gmail.com](mailto:andersonpintodeseropedica@gmail.com)

3 – Joysinett Moraes da Silva. Universidade Federal Fluminense. [jmoraes@id.uff.br](mailto:jmoraes@id.uff.br)

4 – Ricardo César da Silva Guabiroba. Universidade de São Paulo. [ricardocesar@id.uff.br](mailto:ricardocesar@id.uff.br)

5 – Pedro Roberto Jacobi. Universidade de São Paulo. [prjacobi@gmail.com](mailto:prjacobi@gmail.com)

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil da produção científica que trata sobre coleta seletiva no Brasil, conforme definida pela Lei 12.305, que no ano de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Baseado em um estudo bibliométrico no banco de dados da Spell - Scientific Periodicals Electronic Library, no período 2001-2020, foram identificados 150 artigos. Por meio da pesquisa, foi possível averiguar que: (i) a primeira e segunda década tiveram, respectivamente, 33 e 117 publicações; (ii) os trabalhos analisados são predominantemente de finalidade aplicada, na região Sudeste e Sul do Brasil; e (iii) esses estudos predominantemente empregam o estudo de caso como método de pesquisa e apresentam finalidade aplicada. A segunda década do estudo (2011-2020), que corresponde ao período no qual a Lei 12.305/10 já estava em vigor, foi o período com mais publicações, abrangendo 78% do total dos trabalhos. Isto demonstra que o estabelecimento de um marco regulatório específico pode ter incentivado a realização de trabalhos nessa área. Identificou-se ainda a necessidade de maior atenção da academia com o desenvolvimento de estudos voltados a apoiar a implementação de políticas municipais de coleta seletiva na regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Por fim, quando se avalia a aplicação abordada nos estudos, observa-se ainda o caráter multidisciplinar do tema. Isto demonstra que os problemas associados aos sistemas de coleta seletiva são complexos e, para serem resolvidos, há a necessidade de conhecimentos de diversas áreas com atuação conjugada, cooperativa e integrada.

**Palavras-Chave:** Análise Bibliométrica; Coleta Seletiva; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Gerenciamento de Resíduos Sólidos; Cooperativas.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16815298>

**ABSTRACT:** The aim of this paper was to characterize the profile of scientific production dealing with selective collection in Brazil, as defined by Law 12,305, which in 2010 instituted the National Solid Waste Policy. Based on a bibliometric study in the Spell database - Scientific Periodicals Electronic Library, in the period 2001-2020, 150 articles were identified. Through the research, it was possible to verify that: (i) the first and second decade had, respectively, 33 and 117 publications; (ii) the works analyzed are predominantly of applied purpose, in the Southeast and South regions of Brazil; and (iii) these studies predominantly employ the case study as a research method and have an applied purpose. The second decade of the study (2011-2020), which corresponds to the period in which Law 12,305/10 was already in force, was the period with the most publications, covering 78% of the total works. This demonstrates that the establishment of a specific regulatory framework may have encouraged work in this area. It was also identified the need for greater attention from academia with the development of studies aimed at supporting the implementation of municipal policies for selective collection in North, Northeast and Midwest Brazilian regions. Finally, when evaluating the application addressed in the studies, the multidisciplinary nature of the topic is also observed. This demonstrates that the problems associated with selective collection systems are complex and, in order to be solved, there is a need for knowledge from different areas with combined, cooperative and integrated actions.

**Keywords:** Bibliometric Analysis; Selective collect; National Solid Waste Policy; Solid Waste Management; Cooperatives.

**Introdução:** Com o advento da Revolução Industrial ocorreu uma intensificação da urbanização global, propiciando um crescimento desordenado das cidades (Seara et al., 2013). Somando-se a isto houve um aumento na produção e na oferta de bens (Lourenço & Lira, 2012), mudanças nos hábitos e padrões de consumo (Guardabassio & Pereira, 2015) e, por conseguinte, aumento na geração de resíduos sólidos (Castro & Araújo, 2004).

Diante deste contexto, o gerenciamento inadequado dos resíduos sólidos pode acarretar danos ambientais como contaminação do solo, poluição do ar por meio de emissão de gases tóxicos, (Silva et al., 2015; Wagner et al., 2007) e

escoamento do chorume para o lençol freático (Castro & Araújo, 2004; Vicente et al., 2009). Além disto, pode ser fonte de riscos físicos, químicos e biológicos para a saúde pública (Almeida et al., 2020; Anjos et al., 2020; Almeida & Gomes, 2018).

Em virtude dos fatos mencionados, este tema está contido na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (Anjos et al., 2020; Karlos et al., 2020), denotando uma preocupação mundial em promover ações com o intuito de mitigar os problemas oriundos do uso indiscriminado dos recursos naturais e das práticas inapropriadas de gestão da cadeia produtiva (Cardoso Gomes et al., 2014; Freita et al., 2016; Guardabassio et al., 2017).

No Brasil, o marco regulatório nessa área é regido pela Lei 12.305, que no ano de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Brasil, 2010). Algumas recomendações da PNRS estão fundamentadas na estruturação de sistemas de coleta seletiva, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associações. Neste contexto, adota-se como objetivo principal caracterizar o perfil da produção científica que trata sobre coleta seletiva entre os anos 2001 e 2020 na base de dados Spell - *Scientific Periodicals Electronic Library*.

Como objetivos específicos, a presente pesquisa pretende responder: a) quanto foi produzido sobre o tema e evolução; b) quais periódicos que mais publicaram; c) quais as filiações mais recorrentes enquanto autoria principal; d) qual é a composição quantitativa de autores por trabalho e quais autores tiveram mais publicações como primeiro autor; e) quais as abordagens, métodos e instrumentos de coleta de dados das pesquisas analisadas.

**Material e Métodos:** Para atender o objetivo proposto, o método adotado foi análise bibliométrica seguindo um conjunto de 7 etapas. Na etapa 1, foi definido como escopo temático a ‘Coleta Seletiva’ no Brasil e subtemas atrelados (gerenciamento de resíduos sólidos, reutilização, gestão integrada de resíduos sólidos, disposição final adequada, logística reversa, acordo setorial, reciclagem, responsabilidade compartilhada e padrões sustentáveis de produção e consumo) e a base de dados SPELL enquanto repositório analisado. Segundo Moreira da



Silva et al. (2017), a biblioteca digital SPELL é um sistema de indexação, pesquisa e disponibilização da produção científica geralmente escolhida para pesquisa, pois possibilita a filtragem de artigos conforme critérios específicos. Na segunda etapa, delimitou-se um recorte temporal de duas décadas, compreendidas entre 2001 e 2020. Enquanto que a terceira etapa configurou-se por meio do manuseio da ferramenta ‘pesquisa avançada’ da SPELL, conforme ilustrada por meio da Tabela 1, resultando na coleta de 300 documentos.

Tabela 1: Resumo da pesquisa no banco de dados SPELL (2001-2020)

Termos	Campo	Tipo de documento	Idioma	Quantidade
“coleta seletiva” ou “selective collect”	Resumo	todos	todos	48
“resíduos” e “coleta” ou “wastes” e “collect”	Resumo	todos	todos	105
“catadores” ou “collectors”	Resumo	todos	todos	61
“cooperativa” e “reciclagem” ou “cooperative” e “recycling”	Resumo	todos	todos	20
“reciclagem” e “resíduos” ou “recycling” e “wastes”	Resumo	todos	todos	66
Total de Publicações Retornadas				300

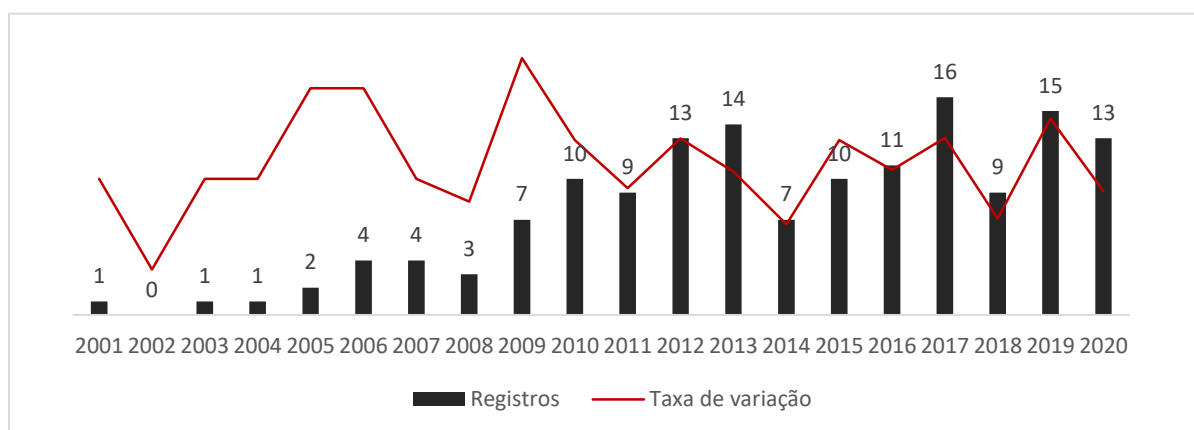
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na quarta etapa, foi utilizado o *software* gerenciador de referências Mendeley a fim de organizar o material e identificar arquivos sobrepostos. Com isto, 94 documentos foram retirados, restando 206. Na Etapa 5, foram lidos os títulos e os resumos dos documentos com a finalidade de identificar e eliminar pesquisas não relacionadas ao escopo. Resultando, desta forma, no descarte de 56 trabalhos. A Etapa 6 constituiu-se na organização e extração de dados dos 150 arquivos finais. Buscou-se a caracterização da pesquisa associada ao tema por meio da leitura de títulos, resumos, introduções, metodologias, conclusões e notas explicativas. Para isto, foi utilizado como suporte tecnológico o editor de planilhas Microsoft Excel, onde os dados identificados foram tabulados. Por fim, a Etapa 7

se propôs a analisar os dados com o intuito de fornecer informações para responder as questões secundárias do presente estudo, com o auxílio de gráficos como elementos visuais.

**Resultados:** Dos 150 artigos publicados, como mostra a Figura 1, nota-se que no período analisado de 20 anos, a última década teve mais publicações. Os anos em que ocorreram mais publicações foram 2017 e 2019 com, respectivamente, 16 e 15 publicações. Em contrapartida, o ano de 2002 foi o único ano em que não houve publicação, e os anos de 2001, 2003 e 2004, tiveram apenas uma publicação. As 150 publicações estão contidas em 59 periódicos. Ao observar a classificação Qualis, tomando como referência o quadriênio 2013 – 2016 e área de avaliação Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, verifica-se que estão distribuídas da seguinte forma: B2 (40,7%); B1 (25,3%); A2 (10,7%); B3 (19,3%); B4 (2,7%); B5 (1,3%). As três revistas com mais publicações são: Revista de Gestão Social e Ambiental, Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade e Revista de Administração da UFSM com, respectivamente, 17, 14 e 10 publicações.

Figura 1: Publicações sobre Coleta Seletiva.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da plataforma Spell (2001 a 2020).

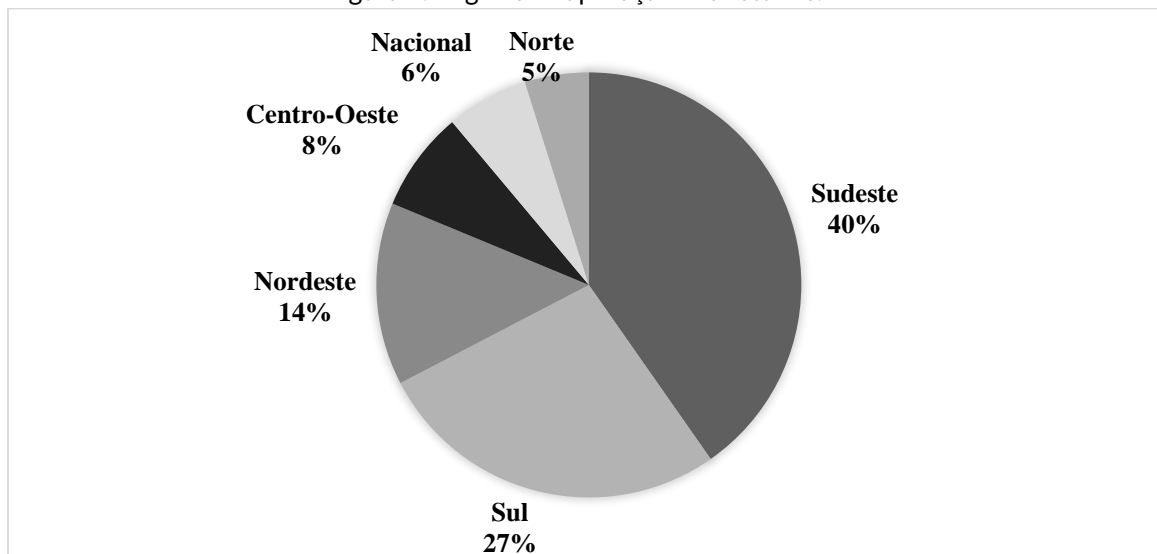
As universidades com mais publicações são: Universidade Nove de Julho, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e Universidade Federal de Lavras. Os artigos são desenvolvidos predominantemente em trios ou duplas. No geral, os

estudos possuem finalidade aplicada (96%), abordagem metodológica qualitativa (59,33%) e o emprego de estudo de caso como método de pesquisa (58,67%). Dentre os 144 estudos com finalidade aplicada, foi possível observar esforços dos pesquisadores para compreensão do gerenciamento dos resíduos de: óleo residual de fritura, óleos lubrificantes usados e contaminados, pneus inservíveis, papel, embalagens pós-consumo, resíduos do serviço de saúde, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e resíduos de construção civil.

Esses resíduos foram estudados nas estruturas de cooperativas e associações de materiais recicláveis, centros de triagens, organizações não governamentais, usinas de reciclagem de entulho, prefeituras, ecopontos, hospitais, universidades, equipamentos turísticos, assentamentos, aterros controlados e lixões. Além disto, foram estudados o ambiente de empresas (bebidas; supermercados; cosméticos e perfumaria;) e também micro e pequenas empresas como restaurante, posto de combustível, supermercado e oficina mecânica.

A região Sudeste foi a que obteve o maior destaque quantitativo de trabalhos aplicados, por meio de estudos no Estado de São Paulo (29), Minas Gerais (18), Rio de Janeiro (10) e Espírito Santo (1). Em segundo lugar, a região Sul se sobressai abordando estudos no Estado do Paraná (15), Rio Grande do Sul (14) e Santa Catarina (10). Em contraste, a região Norte foi a que apresentou um menor quantitativo de trabalhos aplicados, ao considerar pesquisas no Estado do Pará (4), Roraima (2) e Amazonas (1). A Figura 2 mostra a distribuição percentual de estudos realizados nas cinco regiões brasileiras.

Figura 2: Regiões de aplicação dos estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da plataforma Spell (2001 a 2020).

**Discussão:** Identificou-se que os anos mais produtivos foram 2017 e 2019 com, respectivamente, 16 e 15 publicações. A segunda década, que corresponde ao período no qual a Lei 12.305/10 já estava em vigor, foi o período com mais publicações, abrangendo 78% do total dos trabalhos. Isto demonstra que o estabelecimento de um marco regulatório específico para resíduos sólidos pode ter incentivado trabalhos nessa área. A Lei 12.305/10 estabelece as boas práticas, mas não diz como estas devem ser implementadas. Neste sentido, verifica-se um esforço maior da academia na segunda década do estudo para pensar o processo de coleta de coleta seletiva de modo a apresentar ações de melhoria e pontos de inovação no que tange a operação e a gestão desse sistema. Vale ressaltar que 96% dos estudos são de natureza aplicada e quase 60% utilizam o estudo de caso como método de pesquisa.

Outro ponto de destaque diz respeito às iniciativas de coleta seletiva nos municípios nas regiões brasileiras. Segundo a ABRELPE (2019), a região que apresenta maior percentual com iniciativas de coleta seletiva é a região sul com 90,9% dos municípios. Em seguida, tem-se a região sudeste (89,7%), norte (63,6%), nordeste (54,5%) e centro-oeste (48,6%). Verifica-se que: as regiões brasileiras com menos trabalhos publicados são também as regiões com menores percentuais de municípios com iniciativas de coleta seletiva. Isto chama a atenção para dois pontos: o primeiro é que há uma desigualdade no Brasil com níveis

diferentes de evolução e atendimento da Lei 12.305/10 (neste cenário no geral há a necessidade de atenção dos governos locais e incentivos estaduais e federais para desenvolver sistemas de coleta seletiva e de gestão de resíduos sólidos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste); o segundo ponto levanta a necessidade de maior atenção da academia com o desenvolvimento de estudos voltados a apoiar a implementação de políticas municipais de coleta seletiva e de gestão de resíduos.

Com relação aos periódicos, 27 possuem mais de uma publicação e juntos englobam 118 trabalhos, equivalente a 78% do total de trabalhos considerados neste estudo. Dentre estes periódicos, há aqueles voltados especificamente à gestão ambiental e sustentabilidade, mas há também periódicos ligados à área de administração. Quando se avalia a aplicação abordada nos estudos, observa-se ainda o caráter multidisciplinar do tema, envolvendo questões sociais e de ordem psicológica tratando das condições e atuações de catadores individuais e catadores envolvidos em cooperativas. Há questões associadas à operação de transporte envolvendo conceitos e técnicas do campo da logística e questões sobre administração pública, políticas públicas e regulamentações. Isto demonstra que os problemas associados aos sistemas de coleta seletiva são complexos e, para serem resolvidos, há a necessidade de conhecimentos de diversas áreas com atuação conjugada e multidisciplinar.

**Conclusão:** O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil da produção científica que trata sobre coleta seletiva entre os anos 2001 e 2020 por meio de técnica bibliométrica. Três pontos de conclusão foram levantados: (i) a segunda década do estudo (2011-2020), que corresponde ao período no qual a Lei 12.305/10 já estava em vigor, foi o período com mais publicações. Isto demonstra que o estabelecimento de um marco regulatório específico pode ter incentivado a realização de trabalhos nessa área; (ii) identificou-se ainda a necessidade de maior atenção da academia com o desenvolvimento de estudos voltados a apoiar a implementação de políticas municipais de coleta seletiva e na regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste; e (iii) quando se avalia a aplicação abordada nos

estudos, observa-se ainda o caráter multidisciplinar do tema, demonstrando a necessidade de conhecimentos de diversas áreas para a solução dos problemas associados aos sistemas de coleta seletiva.

## Referências

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019. São Paulo, 2019.

ALMEIDA, G. G. F.; SILVEIRA, R. C. E. DA; & ENGEL, V. Coleta e reciclagem de resíduos sólidos urbanos: contribuição ao debate da sustentabilidade ambiental. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 12(2), 289–310, 2020. <https://doi.org/10.24023/futurejournal/2175-5825/2020.v12i2.445>.

ALMEIDA, L. de A.; & GOMES, R. C. Discurso e poder na formulação de políticas públicas ambientais. *Desenvolvimento em Questão*, 16(44), 133–167, 2018.

ANJOS, E. D. O. dos; BUENO, D.; ANJOS, A. C. P. dos; PINHEIRO, J. K.; & JARDIM, G. N. Estudo de caso dos resíduos sólidos e a percepção dos habitantes urbanos e catadores na cidade de Mundo Novo - Mato Grosso do Sul. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 9(1), 1-20, 2020. <https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16218>.

BRASIL. Lei No. 12305/2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos [online]. 2010. [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) (acessado em 15 de Maio de 2020).

CARDOSO GOMES, M. H. S.; OLIVEIRA, E. C.; BRESCIANI, L. P.; & PEREIRA, R. D. S. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de Cumprimento da Lei 12.305/2010 pelos municípios brasileiros, paulistas e da região do ABC. *Revista de Administração Da UFSM*, 7, 93–110, 2014. <https://doi.org/10.5902/1983465913026>.

CASTRO, B. A.; & ARAÚJO, M. A. D. de. Gestão dos resíduos sólidos sob a ótica da Agenda 21: um estudo de caso em uma cidade nordestina. *Revista de Administração Pública*, 38(4), 561–586, 2004.

FREITA, C. L. V.; SANTOS, V. M. L. dos; SANTOS JÚNIOR, J. E. dos; & SILVA, T. C. C. da. Reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD): um estudo de caso em usina de beneficiamento de resíduos em Petrolina-PE. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 10(1), 93, 2016. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v10i1.1121>.

GUARDABASSIO, E. V.; PEREIRA, R. da S.; & AMORIM, W. A. C. de. Geração de trabalho e renda por meio do cooperativismo. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(1), 40–54, 2017. <https://doi.org/10.5585/geas.v6i1.418>.

KARLOS, K.; OLIVEIRA, S.; FERREIRA, A. S.; SANTANA, J. R.; & TEIXEIRA, V. B. Plataforma Eco+: habilitando o comportamento ecossustentável das pessoas. *Revista Eletrônica de Gestão Organizacional*, 18(2), 148-158, 2020.

LOURENÇO, J. C.; & LIRA, W. S. Logística reversa: uma análise comparativa entre três processos reversos de resíduos vítreos. *REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, 2(4), 19, 2012. <https://doi.org/10.18696/reunir.v2i4.88>.

MOREIRA DA SILVA, C. R.; LIMA, D. S. V. R.; SANTOS, S. M.; CABRAL, A. C. A.; PESSOA, M. N. M. Contabilidade socioambiental: mapeamento da produção científica em periódicos da base SPELL. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade*, 7(3), 83-102, 2017.

SEARA, A. K. T.; GONÇALVES, M. A.; & AMEDOMAR, A. D. A. A destinação final dos resíduos sólidos urbanos: alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 5(1), 96-129, 2013. <https://doi.org/10.24023/futurejournal/2175-5825/2013.v5i1.112>.

SILVA, R. A.; FILGUEIRA FELIX, K. K.; BARRA DE SOUZA, M. J. J.; & SIQUEIRA, E. S. A gestão dos resíduos sólidos no meio rural: o estudo de um assentamento da região Nordeste do Brasil. *Gestão e Sociedade*, 8(20), 593, 2015. <https://doi.org/10.21171/ges.v8i20.1992>.

VICENTE, A. J.; BRENDA LIS, J. A.; & ALVES, J. A. F. Empreendedorismo social: reciclagem de resíduos como fonte de inclusão socioeconômica e de preservação do meio ambiente. *Revista Da Micro e Pequena Empresa*, 3(1), 118-130, 2009.

WAGNER, J.; MANFRINATO, D. S.; & MARTINS, B. L. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: um estudo da experiência no município de Lençóis Paulista. *Revista Ibero - Americana de Estratégia*, 6(2), 137-146, 2007.

# SOLUÇÕES NO USO DE QUÍMICOS NA AGRICULTURA

Belmiro Saburo Shimada<sup>1</sup>

1 – Belmiro Saburo Shimada. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. [shimada.belmiro@gmail.com](mailto:shimada.belmiro@gmail.com)

**RESUMO:** A busca por maiores produtividades na agricultura trouxe muitos problemas durante o desenvolvimento da agricultura, e um deles é o uso de químicos. O objetivo deste trabalho é realizar uma breve revisão de literatura sobre as soluções para o uso de químicos na agricultura. O presente estudo foi desenvolvido com base na revisão de literatura e pesquisas relevantes sobre as soluções para o uso de químicos na agricultura, com o intuito de demonstrar as possibilidades para a redução no uso de químicos na agricultura. A agricultura trouxe problemas no setor agrícola, no ambiente e na sociedade com seu uso inadequado de químicos, sendo necessário à implantação da sustentabilidade em seus sistemas de produção, com foco na redução dos danos causados pela agricultura. Dessa forma, adotou-se outros meios de controle de pragas, doenças e plantas daninhas, como o controle cultural e o biológico, para reduzir o uso de químicos na agricultura. O controle cultural trata-se da adoção de boas práticas agrícolas, manipulando as condições de pré-plantio e do desenvolvimento da planta, e o controle biológico baseia-se na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, que são basicamente os agentes de mortalidade biótica. Assim, buscando um sistema de produção mais produtivo e sustentável, a redução dos químicos é essencial, para isso, diversos métodos podem ser adotados para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, como o controle cultural e biológico, reduzindo os problemas causados pelo uso de químicos no setor ambiental, social e agrícola.

**Palavras-Chave:** Biológico; Controle; Cultural; Sustentabilidade.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.17018735>



**ABSTRACT:** The search for higher productivity in agriculture brought many problems during the development of agriculture, and one of them is the use of chemicals. The objective of this work is to carry out a brief literature review on solutions for the use of chemicals in agriculture. The present study was developed based on literature review and relevant research on solutions for the use of chemicals in agriculture, in order to demonstrate the possibilities for reducing the use of chemicals in agriculture. Agriculture brought problems in the agricultural sector, in the environment and in society with its inadequate use of chemicals, making it necessary to implement sustainability in their production systems, with a focus on reducing the damage caused by agriculture. Thus, other means of pest, disease and weed control were adopted, such as cultural and biological control, to reduce the use of chemicals in agriculture. Cultural control is about the adoption of good agricultural practices, manipulating pre-planting conditions and plant development, and biological control is based on the regulation of the number of plants and animals by natural enemies, who are basically the agents of biotic mortality. Thus, seeking a more productive and sustainable production system, the reduction of chemicals is essential, for this, several methods can be adopted to control pests, diseases and weeds, such as cultural and biological control, reducing the problems caused by use of chemicals in the environmental, social and agricultural sector.

**Keywords:** Biological; Control; Cultural; Sustainability.

**Introdução:** A agricultura é essencial para a sobrevivência do ser humano, suprindo alimentos de sua produção, mas muitos problemas ocorreram durante o desenvolvimento da agricultura, e um deles é o uso de químicos na agricultura.

Na busca por produtividade o uso dos químicos na agricultura cresceu, pelo ao aumento de pragas, doenças e plantas daninhas nas culturas, variedades com maior produção e menos resistentes, aos solos, pragas e doenças importadas, insetos, patógenos e plantas resistentes aos agroquímicos, e devido à falta de inimigos naturais que foram mortos pelo uso inadequado de agroquímicos na

agricultura (UENO; COSTA, 2016; DIAS, 2018; OLIVEIRA et al., 2018; BELLÉ; FONTANA, 2018).

Entretanto, como o controle químico é um dos métodos mais eficientes para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, ocorreu um aumento no seu uso na agricultura, acarretando diversos problemas para o setor ambiental, agrícola e social.

Para o setor agrícola trouxe problemas na agricultura, causando a perda da fertilidade do solo, exclusão da agricultura familiar, redução da mão de obra, poluição da água, processo erosivo, seleção de biótipos de plantas daninhas, pragas e doenças (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018; OLIVEIRA et al., 2020).

No setor ambiental trouxe problemas como a contaminação de solos e mananciais por meio do lançamento e acúmulo de resíduos de agrotóxicos e metais em solos e corpos d'água, destruição da biodiversidade de microrganismos e insetos benéficos as culturas que são suscetíveis às moléculas aplicadas, e o desequilíbrio na fauna e na flora do meio ambiente (VINCHIRA-VILLARRAGA; MORENO-SARMIENTO, 2019; LINS JUNIOR et al., 2020).

No entanto, na sociedade trouxe outros problemas como a contaminação de alimentos, animais e do ser humano, proporcionando o surgimento e o desenvolvimento de doenças (OLIVEIRA; SILVA, 2020; LINS JUNIOR et al., 2020).

Dessa forma, o a utilização de químicos na agricultura, deve ser visando maiores produtividades com a minimização de danos das pragas, doenças e plantas daninhas, porém com o melhor uso dos químicos, e seguindo um desenvolvimento rural sustentável, para possibilitar o suprimento de alimentos e garantir a sobrevivência das futuras gerações, com menores danos ao ambiente e a agricultura em si, em toda sua estrutura (MORAES; OLIVEIRA, 2017; BARBOSA et al., 2018; BERNARDO et al., 2019).

Assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma breve revisão de literatura sobre as soluções para o uso de químicos na agricultura, caracterizando-as e demonstrando o quanto ajudaria na redução de uso de químicos na agricultura.

**Material e Métodos:** O presente estudo foi desenvolvido com base na revisão de literatura e pesquisas relevantes sobre as soluções para o uso de químicos na agricultura, com o intuito de demonstrar as possibilidades para a redução no uso de químicos na agricultura, e destacar a importância dessas soluções no setor agrícola, ambiental e social, buscando evidenciar que é essencial a adoção de outros métodos de controle na agricultura, fazendo assim uma reflexão sobre esta problemática.

**Fundamentação Teórica:** Na busca por produtividade e um sistema que cause menos problemas referente ao uso de produtos químicos, deve-se atentar aos manejos realizados na cultura, sendo necessário a adoção de uma produção agrícola sustentável e outras soluções para o combate de doenças, pragas e as plantas daninhas, pois estas causam danos e reduzem a produção da cultura, limitando o aumento da produtividade (SANTOS et al., 2018; BERNARDO et al., 2019).

Seguindo o caminho da sustentabilidade agrícola, segundo Freitag et al. (2019) e Souza et al. (2020) os sistemas de produção são regidos pelas diretrizes do desenvolvimento rural sustentável, que é um processo de produção que envolve os setores sociais, econômicos e ambientais, com foco no desenvolvimento econômico, social e na sustentabilidade do meio ambiente.

Dessa forma, visando uma produção agrícola sustentável, e realizando um bom manejo na agricultura, baseando-se em um desenvolvimento rural sustentável, com foco no aumento das produções, é essencial a melhor utilização de químicos na agricultura, que favorecerá maiores lucratividades e a sustentabilidade do sistema de produção.

Diversos métodos e práticas podem ser implantados na agricultura para reduzir o uso de químicos, diminuindo a necessidade do controle químico, um deles é o uso controlado e adequado, utilizando-se apenas em casos necessários, quando os outros métodos de controle não forem tão efetivos ou não obterem os resultados esperados (COSTA et al., 2018; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018).

Dos métodos alternativos para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, os mais utilizados na agricultura é o controle cultural e o biológico, que vem sendo um dos responsáveis por ajudar na redução do uso de produtos químicos na agricultura, proporcionando benefícios ao setor agrícola e possibilitando uma produção sustentável.

O controle cultural trata-se da adoção de boas práticas agrícolas, manipulando as condições de pré-plantio e do desenvolvimento da planta, favorecendo o crescimento e desenvolvimento da cultura, em relação ao patógeno, praga agrícola e a planta daninha (PERUCH et al., 2018; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018; MARVULLI et al., 2019).

As práticas agrícolas para controle de pragas, doenças e plantas daninhas são a utilização de plantas-isca, adubação, irrigação bem manejada, aração, catação de partes vegetais infestadas, capinas, uso de variedades adaptadas às regiões, rotação de culturas, gradagem, destruição de restos de culturas, podas, densidade de plantio, época adequada de plantio, uso de cobertura morta, espaçamento entre linhas, entre outros (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2018; MARVULLI et al., 2019; CARVALHO; SILVA, 2020).

De acordo com Fernandes (2019), o controle biológico baseia-se na regulação do número de plantas e animais por inimigos naturais, que são basicamente os agentes de mortalidade biótica, pois, todas as espécies de plantas e animais têm por natureza ecológica, inimigos ao longo do seu desenvolvimento biológico, que fazem a regulação do sistema biótico, sendo compostos por agentes microbianos e extratos vegetais.

Os agentes microbianos e extratos vegetais são formas de controle biológico, que apresenta uma série de qualidades como: menor custo, facilidade de aplicação, transformação ou recuperação de solos contaminados, não deixa resíduos no ambiente e proporciona um manejo sustentável de pragas e doenças (COPPO et al., 2017; FISCHER et al., 2018; NOGUEIRA et al., 2020).

Dessa forma, seguindo um modelo sustentável, buscando um menor uso de químicos na agricultura e visando altas produções das culturas, é necessário

adotar métodos que ajudem no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, como o controle cultural e o controle biológico. Esses controles vão favorecer a redução do uso de agroquímicos nas culturas, reduzindo os problemas causados pelo uso de químicos no setor ambiental, social e agrícola, mantendo a sustentabilidade e destacando-se como soluções no uso de químicos na agricultura, reduzindo assim seu uso no setor agrícola.

**Considerações Finais:** A agricultura desenvolveu-se devido a busca por maiores produções, e isso proporcionou um aumento no uso de químicos na agricultura, trazendo consigo muitos problemas no setor agrícola, ambiental e social.

Dessa forma, na busca por um sistema de produção mais produtivo e sustentável, a redução dos químicos é essencial, para isso, diversos métodos podem ser adotados para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, sendo o controle cultural e biológico. Esses controles são sustentáveis e apresentam facilidade na sua utilização, são meios de controle que ajudam a reduzir o uso do controle químico, assim, a adoção desses controles alternativos é uma das soluções no uso de químicos na agricultura, reduzindo a sua utilização e garantindo a sustentabilidade da produção.

## REFERÊNCIAS

BELLÉ, R. B.; FONTANA, D. C. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 15, n. 28, p. 779-803, 2018.

DIAS, J. Controle alternativo de pragas e doenças. Revista Revise, Santo Antônio de Jesus, v. 3, p. 1-2, 2018.

BARBOSA, H. T. G.; NASCIMENTO, X. P. R.; FREITAS-SILVA, O.; SOARES, A. G.; DaCOSTA, J. B. N. Compostos Organofosforados e seu Papel na Agricultura. Revista Virtual de Química, Niterói, v. 10, n. 1, p. 172-193, 2018.

BERNARDO, J. T.; AGUILERA, J. G.; SILVA, R. B. da.; MEDEIROS, Í. R. E.; VIAN, R.; NIELLA, G. R.; ULHOA, C. J. Isolamento on farm de Trichoderma: uma ferramenta

no controle de doenças de solo para os agricultores no Brasil. Revista Eletrônica Científica da UERGS, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 263-270, 2019.

CARVALHO, W. P. de.; SILVA, E. S. da. Controle alternativo de pragas e doenças pelos horticultores da zona urbana de Boa Vista-RR. Revista Ambiente: Gestão e Desenvolvimento, Boa Vista, v. 13, n. 1, p. 36-46, 2020.

COPPO, J. C.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; STARGALIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCWAN- ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, v. 15, n. 2, p. 92-99, 2017.

COSTA, C. A. da.; GUINÉ, R.; CORREIA, H. E.; COSTA, D. T.; COSTA, T.; PARENTE, C.; PAIS, C.; GOMES, M.; AGUIAR, A. A. R. M. Agricultura familiar e proteção das culturas: abordagens tradicionais e proximidade com práticas de agricultura biológica. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 41, p. 164-173, 2018.

DIAS, J. Controle alternativo de pragas e doenças. Revista Revise, Santo Antônio de Jesus, v. 3, p. 1-2, 2018.

FERNANDES, A. C. S. de A. O pensamento agroecológico como quebra dos paradigmas da agricultura convencional. Revista Terra Mundus, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2019.

FISCHER, I. H.; MORAES, M. F. de.; PALHARINI, M. C. de A.; FILETI, M. de S.; CRUZ, J. C. S.; FIRMINO, A. C. Effect of conventional and alternative products on postharvest disease control in avocados. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2018.

FREITAG, C.; KLESENER, H. M.; PLEIN, C. Contribuições do cooperativismo solidário para agriculturafamiliar e o desenvolvimento rural sustentável. Revista Orbis Latina, Foz do Iguaçu, v. 9, n. 1, p. 95-109, 2019.

LINS JUNIOR, J. C.; SANTOS, J. P. dos.; WANSER, A. F.; VALMORBIDA, J. Custo do controle de insetos-praga em sistemas de produção de tomate a campo aberto e estufa em Caçador, Santa Catarina. Revista Ignis, Caçador, v. 9, n. 1, p. 113-122, 2020.

MARVULLI, M. V. N.; COSTA, G. S. da.; GARCIA, É. A. Métodos de controle alternativos para defesa fitossanitária em propriedades rurais orgânicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO, 11., 2019, Ourinhos. Anais [...]. Ourinhos: Faculdade de Tecnologia de Ourinhos, 2019, p. 305-311.

MORAES, M. D. de.; OLIVEIRA, N. A. M. de. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. Revista Desenvolvimento Socioeconômico em debate, Criciúma, v. 3, n. 1, p. 19-37, 2017.

NOGUEIRA, M. M.; ABUD, L. L. S.; STIVAL, M. M. Levantamento de pragas e doenças em hortaliças cultivadas na horta escola do UNIVAR. Revista Eletrônica Interdisciplinar, Barra do Garças, v. 12, p. 57-63, 2020.

OLIVEIRA, E. L. de.; PAULINO, G. da S.; PAULO, R. K. de L.; CARVALHO, A. N. de.; MAGALHÃES, A. S.; CUNHA, C. S. Monitoramento e identificação dos insetos pragas na cultura do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) para implementação do manejo integrado de pragas. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO, 6, 10, 5., 2017, Brasília. Anais [...]. Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018, p. 8-12.

OLIVEIRA, F. H.; SILVA, V. R. da. Uso de agrotóxico ou controle agroecológico de pragas e doenças da agricultura? Uma reflexão a partir do município de Alvorada do Gurguéia-PI. Revista Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability, Garanhuns, v. 1, n. 2, p. 1-20, 2020.

OLIVEIRA, L. dos S.; PEREIRA, Á. I. S.; LOPES SOBRINHO, O. P.; CRAVEIRO, S. A.; XAVIER, R. dos S.; PEREIRA, A. da G. S. Revista Research, Society and Development, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 6, p. 1-18, 2020.

OLIVEIRA, M. F. de.; BRIGHENTI, A. M. Controle de plantas daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2018, 176 p.

PERUCH, L. A. M.; COLARICCIO, A.; BATISTA, D. da C. Controle de doenças do maracujazeiro: situação atual e perspectivas. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 37-40, 2018.

SANTOS, W. R.; SILVA, N. D.; BARBOSA, A. A.; RAMOS, P. R.; CORDÃO SOBRINHO, J. P.; SILVA, E. S. A produção agrícola e os problemas de manejo no Projeto de Assentamento Independente I no município de Confresa-MT. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO, 6, 10, 5., 2017, Brasília. Anais [...]. Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018, p. 6-11.

SOUZA, L. L.; MENDES, F. A. T.; BORGES, N. S.; COSTA, J. M. da.; FERREIRA, E. Y. de C. S.; ALEIXO, L. L. de S.; SILVA, E. V. da S. O debate em torno da sustentabilidade: desenvolvimento rural sustentável – Revisão de literatura. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 12, p. 96305-96322, 2020.

UENO, B.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Org.). Cultivo do morangueiro. Brasília: Embrapa, 2016. p. 413-480.

VINCHIRA-VILLARRAGA, D. M.; MORENO-SARMIENTO. Control biológico: Camino a la agricultura moderna. Revista Colombiana de Biotecnología, Bogotá, v. 21, n. 1, p. 2-5, 2019.

# A CONSTRUÇÃO DE INTERVENÇÕES EDUCADORAS SOCIOAMBIENTAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA: EXPERIÊNCIAS E APRENDIZADOS COM AS OFICINAS DE MOBILIZAÇÃO POPULAR DO RAÍZES DE TUPI

Bruno Fernandes<sup>1</sup>; Nadia Rosário de Oliveira<sup>2</sup>; Nara Perobelli de Moraes<sup>3</sup>

1 - Bruno Fernandes. ESALQ/USP. [bruno.pira@usp.br](mailto:bruno.pira@usp.br)

2 - Nadia Rosário de Oliveira. ESALQ/USP. [nadia.rosario.oliveira@usp.br](mailto:nadia.rosario.oliveira@usp.br)

3 - Nara Perobelli de Moraes. Observatório do Clima. [nara.perobelli@gmail.com](mailto:nara.perobelli@gmail.com)

**RESUMO:** A universidade tem papel fundamental para a sociedade como um todo, apesar disso, atividades de extensão universitária ainda são negligenciadas e pouco valorizadas no meio acadêmico, isso faz com que o desafio de estudantes se envolverem com comunidades sejam ainda maiores, mas é primordial que este seja enfrentado. O presente trabalho faz uma análise crítica sobre o processo de atuação do coletivo extensionista “Raízes de Tupi”, pertencente ao Laboratório de Educação e Política Ambiental (ESALQ-USP), junto à comunidade do distrito de Tupi em Piracicaba/SP. As atividades têm como objetivo central contribuir com a consolidação da organização comunitária do território por meio de diálogos sobre a territorialização da agroecologia. Nesse processo de encontro entre universidade e comunidade no período de isolamento social foram realizadas oficinas sobre engajamento comunitário e advocacy, que resultou na possibilidade de diálogo entre diversas instituições e coletivos atuantes no distrito, definindo em conjunto o tema da mobilidade rural como demanda prioritária a ser trabalhada em um plano de advocacy. Os resultados obtidos nas oficinas evidenciam que os encontros fortaleceram a potência de ação e autonomia comunitária, tendo em vista que os diálogos e planejamentos participativos não se encerraram com o término das oficinas. De modo geral, a atuação do grupo Raízes de Tupi vem se compreendendo como impulsionadora da comunidade, para que ela, por si, possa traçar seus caminhos, ocupar seus espaços, conquistar seus direitos e modificar sua realidade com vistas a um território agroecológico.

**Palavras-chave:** participação; autogestão, agroecologia.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16752043>



**ABSTRACT:** The university has a fundamental role for society as a whole, although university extension activities are still neglected and undervalued in academia, this makes the challenge of students to get involved in communities even greater, but this must be faced. This work makes a critical analysis of the performance process of the extension collective “Raízes de Tupi”, belonging to the Laboratory of Education and Environmental Policy (ESALQ-USP), with the community of the Tupi district in Piracicaba/SP. The main objective of the activities is to contribute to the consolidation of the community organization of the territory through dialogues on the territorialization of agroecology. In this process of meeting between university and community in the period of social isolation, workshops were held on community engagement and advocacy, which resulted in the possibility of dialogue between various institutions and collectives operating in the district, jointly defining the theme of rural mobility as a priority demand to be worked into an advocacy plan. The results obtained in the workshops show that the meetings strengthened the power of action and community autonomy, considering that the dialogues and participatory planning do not end with the end of the workshops. In general, the work of the Raízes de Tupi group has been seen as a driving force in the community, so that it, by itself, can trace its paths, occupy its spaces, conquer its rights and change its reality with a view to an agroecological territory.

**Keywords:** participation; self-management, agroecology.

**Justificativa:** Redescobrir a real função social da universidade é uma tarefa essencialmente dialógica e dialética, e para isso a indissociabilidade entre o tripé “ensino, pesquisa e extensão” é fundamental, em busca de um modelo de universidade pública, diversa, popular e integrada às demandas da sociedade. Nesta abordagem Paulo Freire (1979) provoca a visão hegemônica da extensão universitária, aproximando-a de uma concepção pedagógica bancária (FREIRE, 1994), na ideia de quem detém o conhecimento, o leva e transfere para aqueles que são despossuídos de tal saber. Em oposição a este modelo, o autor apresenta a comunicação, a relação dialógica que a extensão universitária deve assumir,

aproximando-se assim dos princípios e propostas da educação popular, uma relação de troca entre os saberes científicos e populares (FREIRE, 1979). Importante ressaltar que essa concepção está presente também nas bases do Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras (FORPROEX).

A extensão é uma via de mão-dupla, com trânsito assegurado à comunidade acadêmica, que encontrará, na sociedade, a oportunidade da elaboração da práxis de um conhecimento acadêmico. No retorno à universidade, docentes e discentes trarão um aprendizado que, submetido à reflexão teórica, será acrescido àquele conhecimento. Este fluxo, que estabelece a troca de saberes sistematizado/acadêmico e popular, terá como consequência: a produção de conhecimento resultante do confronto com a realidade brasileira e regional; e a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da comunidade na atuação da universidade (NOGUEIRA, 2000, p. 11).

Portanto, mais do que levar verdades ou as luzes do conhecimento, a atuação universitária junto a sociedade necessita de integração, reconhecimento das demandas existentes e planejamentos participativos, em busca das intencionalidades de mudanças almejadas, ou seja, tratam-se de processos de intervenção educadoras socioambientais. Este processo não é um caminho em linha reta, pautado em um conjunto de normas ou receita de bolo, é antes de tudo uma construção multirreferencial, um mosaico de possibilidades que são relevantes ao contexto, as perguntas emergidas e os objetivos propostos. (TASSARA & ARDANS, 2007; TASSARA, ARDANS & OLIVEIRA, 2014). Importante destacar também:

É na direção deste horizonte emancipatório que deve caminhar a intervenção – em busca da instauração de sujeitos conscientes e autônomos, capazes de reflexão crítica e atuação transformadora sobre sua própria situação e a situação daqueles ao seu redor (TASSARA, *et. al*, p. 431).

Para conversar sobre as questões socioambientais e propor intervenções é impossível não olhar para a história do país, especialmente a sua realidade rural. A questão agrária ainda é um dilema, resultado de um Estatuto da Terra aprovado em meio a um regime militar e que ficou apenas no papel, refletindo ainda neste século a inexistente distribuição de terras no país. De acordo com dados da

Oxfam (2019) 45 % das terras estão concentradas em somente 1 % dos imóveis rurais.

Mais do que perceber essa informação com tristeza e indignação é preciso conhecer o que existe e vem sendo feito para mudar essa realidade. Nessa perspectiva, a agroecologia e a agrofloresta têm colaborado imensamente, pois para além de produzir alimentos, essas duas formas de fazer agricultura se preocupam com a ecologia, o social, a economia e o próprio cuidado com a terra de maneira integrada (ALTIERI, 1998).

Essa compreensão de que a agricultura está ligada aos direitos fundamentais é essencial. Rosset & Barbosa (2019) apontam a agroecologia como ponto de partida para a construção de novas realidades, a partir do contato com a terra e de tudo que vem com ele. Não é uma tarefa fácil, quando a agricultura convencional domina, não só no campo, mas também nas mídias e outros lugares.

Experiências reais e visuais de que a agroecologia funciona são muito importantes para que novos mundos aconteçam. Segundo Rosset & Barbosa (2019) a territorialização da agroecologia se mostra como possibilidade para isso e contam que esse processo é o de muitas famílias fazendo agroecologia em suas casas, bairros, municípios, ou seja, agroecologizar é resultado da organização social, da importância das pessoas, de suas histórias e do lugar onde vivem, sendo elas as protagonistas disso tudo.

Realizar o trabalho da pesquisa e extensão universitária no contexto de comunidades rurais, comprometido com princípios de uma extensão universitária democrática, dialógica e popular, é pautar a territorialização da agroecologia a partir dos dilemas e possibilidades de ação do território. Estes caminhos estão diretamente integrados à busca por autonomia e potência de ação dos coletivos, fomento e incremento dos processos de autogestão das comunidades, que possibilitem o desvelamento sobre os mecanismos de opressões históricas presentes (Tassara & Ardans, 2007). São, portanto, diretamente conectados à construção da democracia como princípio ético fundante. Mas afinal, sobre qual perspectiva de autonomia e potência de agir o trabalho extensionista/intervencionista deve se inspirar?

Autonomia é um termo bastante utilizado no cotidiano, remete quase sempre às noções sobre liberdade. Na conjuntura atual, dos estados burgueses e capitalistas, a concepção liberal sobre autonomia se tornou hegemônica em disputas de narrativas. Freire (1996) relembra que pensar noções sobre autonomia, especialmente em perspectiva pedagógica, é trazer princípios como a democracia, a solidariedade e a própria liberdade, ou seja, não se trata de um falso sentimento individualista, mas da compreensão do eu em atuação na coisa pública e coletiva, ou ainda da busca do bem comum e do bem viver nos horizontes de novos mundos possíveis (ACOSTA, 2016; DARDOT & LAVAL, 2017; HARDT & NEGRI, 2014).

No mesmo contexto pensar o incremento popular sobre a autonomia comunitária é dialogar sobre a construção de processos autogestionários, sobre auto organização das comunidades. Barembritt (1992, p, 18) evidencia esta construção autogestionária/autônoma das comunidades a partir de dois processos concomitantes: auto-análise e autogestão, no qual a auto-análise enquanto um processo de mergulho em si, demanda caminhos organizativos para que possa ser de fato participativa e engajadora, e a autogestão enquanto estrutura estratégica, não podendo existir apenas como técnica de gestão, é preciso ter contexto, reconhecer as realidades e assim ter sua identidade própria, potencializando a ação do coletivo na transformação de seus próprios caminhos. Portanto, este processo necessita estar além de um mero rearranjo de técnicas ou divisão do trabalho, como menciona Bookchin (2015):

Se a autogestão não se tornar uma outra coisa, uma coisa que seja um pouco mais do que gerir as formas técnicas existentes, se o trabalho não for transformado em uma coisa livre e criativa, então a autogestão é apenas um falso desafio. (BOOKCHIN, 2015, p. 84).

Para tal, é importante qualificar a concepção sobre o incremento da potência de ação nos processos de intervenções educadoras socioambientais. Desenvolver a potência de agir está diretamente relacionado à participação do indivíduo nas questões de sua comunidade, na dimensão política de suas ações, especialmente voltadas ao coletivo. (ALVES, et. al 2010).

Nesse sentido é importante destacar as políticas públicas, especialmente a política do cotidiano (BIASOLI & SORRENTINO, 2018). Essa categoria de política pública propõe que a organização e participação comunitária na construção de políticas públicas é fundamental e que todo o processo de envolvimento individual e coletivo que busca a solução de problemas comuns já é, de fato, política pública. Sendo então a potência de agir o princípio catalisador na deflagração de novos arranjos políticos, que descentralizam o poder e aumentam a autonomia popular.

Portanto, o presente trabalho se debruça sobre a experiência do coletivo de extensão universitária “Raízes de Tupi” da Oca/ESALQ/USP, em sua atuação junto à comunidade do distrito de Tupi (Piracicaba/SP) com a proposta da territorialização da agroecologia. Tendo como recorte temporal e de trabalho a realização de 3 oficinas em Junho/2021 no formato virtual, sobre a temática do engajamento comunitário e advocacy, e tendo como público participante lideranças e habitantes da comunidade. O trabalho busca assim realizar uma análise crítica sobre o processo no tocante aos conceitos da autonomia comunitária e da potência de ação.

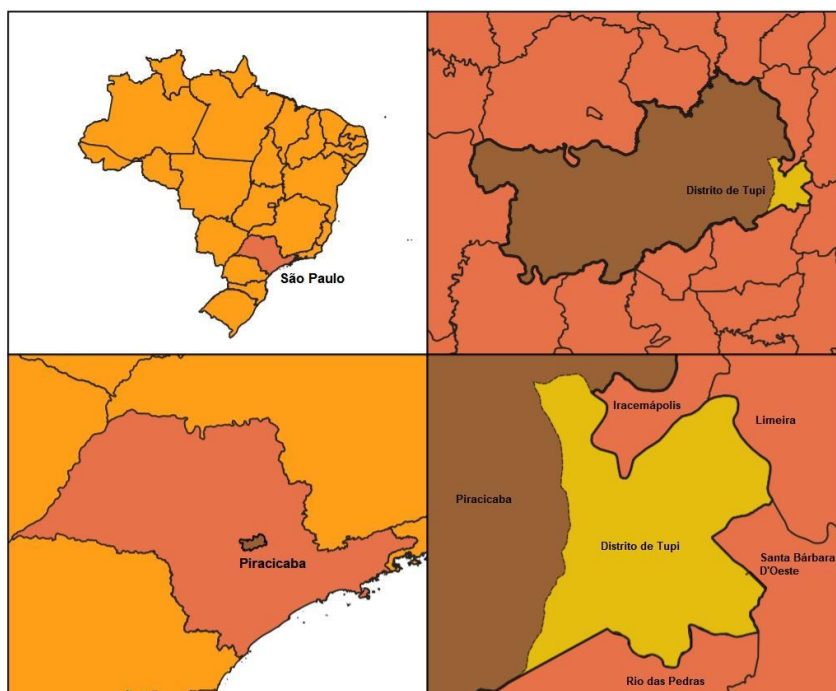
**Objetivo:** O presente trabalho tem por objetivos:

1. Evidenciar e analisar os desafios encontrados na construção de intervenções educadoras socioambientais em projetos de extensão universitária, em especial no período de isolamento social da pandemia da COVID-19.
2. Compreender os elementos e interfaces entre o incremento da autonomia e potência de ação em processos de intervenção educadora socioambiental.
3. Contribuir nos debates de territorialização da agroecologia na perspectiva de autonomia e potência da ação das comunidades envolvidas.

**Metodologia:** Intervir para conhecer, ou conhecer a intervir? Pode-se afirmar que a intervenção educadora socioambiental compreende que a formação de consciência socioambiental é uma construção de imagens assentadas sobre os encontros humanos nos territórios, e que, ela existindo, propicia o agir sobre o ambiente em busca do bem comum (TASSARA & ARDANS, 2007). Portanto, a construção foi realizada a partir da elaboração de uma pesquisa intervenção, que compreendeu uma multirreferencialidade (BORBA, 1998) de técnicas educativas e de registro/sistematização.

O território de atuação é o distrito de Tupi em Piracicaba/SP (Figura 1). Ele se localiza na região leste do município e foi instituído pela lei estadual nº 2.782 de 23/12/1936. O distrito faz divisa com os municípios de Limeira, Iracemápolis, Santa Bárbara D'Oeste e Rio das Pedras e possui suas terras, em grande parte, ocupadas por monoculturas de cana-de-açúcar e pastagem, cenário comum em Piracicaba (LUPA, 2016/17). Sua população é de, aproximadamente, 5.000 pessoas, segundo o último levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Figura 1 - Localização do Distrito de Tupi.



Fonte - Arquivo Raízes de Tupi (2020).

A articulação das atividades vem se dando com diversas instituições, indivíduos e coletivos atuantes no território, como gestoras de unidade de conservação, agricultoras/es, escolas, associação de moradoras/es e a equipe de saúde básica.

As atividades educativas realizadas possuem como referência metodológica as bases do “Método Oca” (OCA, 2016).

Para o trabalho de registro dos dados de campos foram utilizadas as seguintes técnicas de pesquisa:

- Observação participante (HAGUETTE, 1995; LUDKE & ANDRE, 1986; OLIVEIRA, 2016).
- Avaliação das oficinas (OCA, 2016).

Na etapa de análise e interpretação dos dados utilizou-se:

- Sistematização dos dados (HOLLIDAY, 2006)
- Triangulação de sujeitos e técnicas (GOMES 2001 *apud* MINAYO, 1992; TRIVIÑUS, 1987, p. 139; TUZZO & BRAGA, 2016).

**Resultados Obtidos:** No contexto do isolamento social que a pandemia da COVID-19 causou, todas as atividades de pesquisa e extensão realizadas pelo coletivo “Raízes de Tupi” ocorreram de forma remota. Por um lado prevaleceu o bom senso e o cuidado sanitário mediante o cenário de contágio no Brasil, por outro os desafios da comunicação virtual se evidenciaram, provocando o grupo a pensar novas estratégias. Não poder estar presente no território, e vivenciar o processo de extensão universitária atrás de uma tela de computador foi apontado como angustiante por componentes da equipe, como “se não estivéssemos presentes no território”, dificultando também a comunicação com habitantes do distrito. Por outro lado, a articulação com as lideranças, especialmente da Estação Experimental de Tupi, Associação de Moradores, Escola Estadual Pedro de Mello, e um grupo de agricultores e agricultoras, bem como o próprio processo de organização comunitária já existente permitiram na construção do diálogo entre

universidade e comunidade o rompimento com parte deste distanciamento, atuando principalmente como interlocutores do contexto da comunidade.

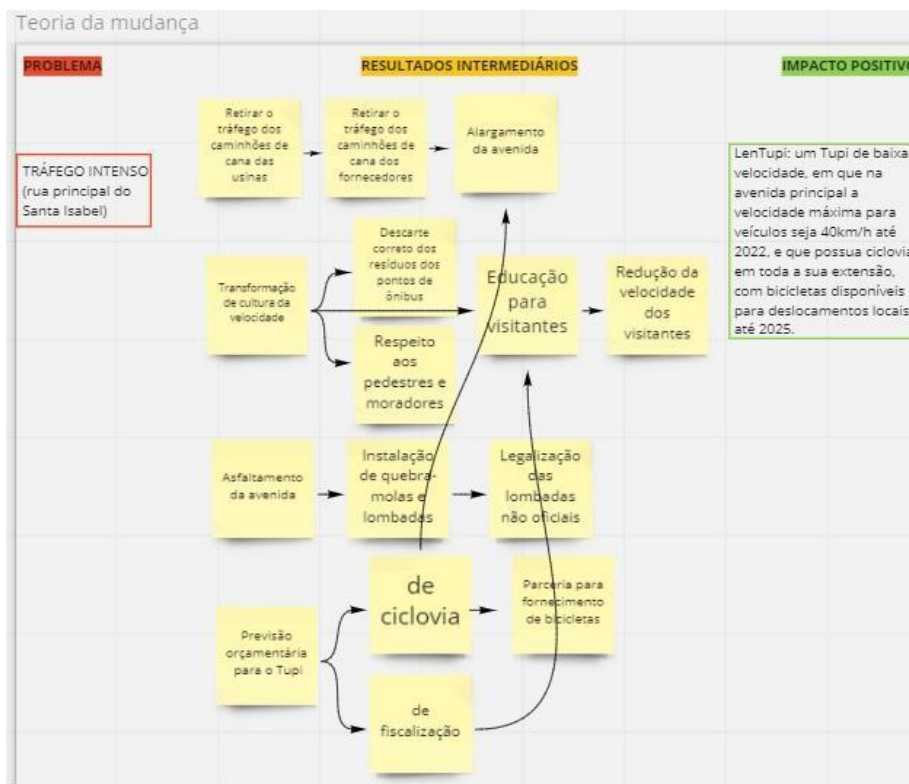
A partir dos recursos oriundos do programa “Aprender com a comunidade” da Universidade de São Paulo, o coletivo, pautado em um trabalho prévio de mapeamento e diagnóstico, tinha como propostas de oficinas educadoras as seguintes temáticas: engajamento comunitário e advocacy, saúde integral e comunitária, saneamento rural, e produção e comercialização sustentável, elementos importantes no processo de territorialização da agroecologia citada por Rosset & Barbosa (2019). Diante da perspectiva de construção do planejamento socioambiental conjuntamente com as lideranças do distrito, optou-se por apresentar as propostas em uma reunião virtual, sendo definida como prioritária a oficina sobre engajamento comunitário e advocacy. Um dos desafios apontados neste processo foi a presença e diversidade dos setores e pessoas nos espaços, especialmente dos setores da juventude e agentes de saúde atuantes no distrito, mas mesmo assim, ter essa presença fixa de pessoas em sintonia com as propostas de territorialização da agroecologia na comunidade permitiu o apoio institucional e articulação dos setores, bem como contribuições metodológicas na construção dos caminhos das atividades. Este trabalho por sinal, exigiu da equipe uma relação de mediação ampla, uma vez que contou-se com a presença de uma facilitadora externa nos três encontros, constituindo uma relação entre comunidade, universidade e a especialista em advocacy e políticas públicas.

A grande apreensão do coletivo se dava no âmbito da participação comunitária no processo, tanto na etapa de construção das oficinas, conforme citado, quanto nos dias de realização. Fazia-se necessário, segundo um dos participantes do coletivo “furar as bolhas da universidade”, tarefa esta que mostrou-se parcialmente possível com a contribuição das redes de comunicação virtual internas da comunidade. As oficinas demonstraram uma oscilação na participação, tendo em média 15 pessoas em cada encontro, entretanto, novas pessoas vieram participar em cada encontro e houve um grupo constante nas três oficinas, que desempenhou importante papel protagonista na construção do processo. Mais do que trazer obras prontas, os encontros tiveram o caráter de



resgatar as identidades e o histórico de atuação do coletivo, bem como elencar uma temática comum, objetivando a construção de um plano de advocacy. A temática acordada pelo grupo no segundo encontro foi a recuperação de uma via pública da comunidade e os debates sobre a mobilidade rural (Figura 2).

Figura 2 - Teoria da mudança do plano de advocacy.



Fonte - Arquivo Raízes de Tupi (2021).

Acerca da observação e do fortalecimento da potência de agir durante o processo de construção e realização das oficinas vale destacar o cuidado pedagógico do diálogo utilizado nos encontros, que possibilitaram um resgate sobre as identidades e o pertencimento dos habitantes ao território, bem como seus históricos de atuação política no local, tendo no episódio da tentativa de venda da Estação Experimental de Tupi por parte do Governo do Estado de São Paulo, um marco importante, enunciado por uma moradora inclusive como “um rápido levante popular, que juntou gente de todas as idades”, e por outro como sendo um processo coletivo, em que “a união fez a diferença”.

Outro resultado interessante constatado é que os espaços de diálogo criados na construção e realização das oficinas aproximaram dois agricultores da comunidade, na composição da Comissão de Mudanças Climáticas do município

de Piracicaba (COMCLIMA), no qual se tornaram representantes do setor agrosilvopastoril. As noções sobre o que torna comum habitar e construir o território do distrito de Tupi, bem como ter uma participação engajada, são elementos que Alves *et al.* (2010) enuncia como fundantes no fortalecimento da potência de agir comunitária.

Tendo o olhar para o histórico e o incremento da autonomia e autogestão comunitária é importante destacar que a comunidade constrói a muitas mãos estratégias de organização comunitária há alguns anos, sendo um fato interessante mencionado nos encontros a organização feita anos atrás para um auto censo da comunidade, bem como o papel democrático e dialético que a associação de moradores exerce no distrito. Sobre elementos que apontam para a construção autogestionária nos encontros é relevante mencionar que mesmo não tendo sido finalizado nas oficinas, o plano de advocacy foi apoderado pelo coletivo, que se auto-organizou em um grupo virtual e tem realizado encontros para finalizá-lo e dar andamento às suas estratégias de ação.

Essa perspectiva sobre autonomia, essencialmente comunitária dialoga diretamente com os princípios enunciados por Paulo Freire (1996) em sua pedagogia da autonomia, bem como a constituição do processo autogestionário, para além das meras divisões de tarefa tecnocráticas apontadas por Bookchin (2015), e em busca de uma concepção sobre auto-análise e autogestão, citada por Baremblytt (1992, p. 18).

**Considerações Finais:** A construção da pesquisa e extensão universitária necessita estar alinhada a propostas de intervenções educadoras socioambientais, especialmente em bases pedagógicas socioambientais libertárias e populares. A atual conjuntura agrária brasileira demanda a construção de processos autogestionados nas comunidades rurais, ir além das questões produtivas e pensar a complexidade das relações com a territorialização da agroecologia. Neste contexto, o Raízes de Tupi tem se colocado enquanto um coletivo que busca se formar e contribuir no processo de organização comunitária no distrito de Tupi.

O período de isolamento social trouxe o desafio dos trabalhos de campo e da comunicação com as lideranças do território, uma vez que nem todas as pessoas possuem acesso aos instrumentos digitais e suas plataformas, ocasionando uma limitação no trabalho educador, extensionista e pesquisante, especialmente com essas pessoas que não possuem acesso, bem como alguns grupos sociais como juventude e agentes de saúde. Por outro lado, a auto-organização existente na comunidade e apoio das lideranças no processo permitiram que certas barreiras fossem quebradas para a realização de oficinas virtuais participativas, com protagonismo da comunidade no planejamento dos seus próprios caminhos e encaminhamento vivo das propostas após o término do ciclo.

Pode-se concluir que nada substitui as relações presenciais que a atuação universitária deve construir junto à sociedade, entretanto, vivenciando um período desafiador como este da pandemia da COVID-19, bem como toda a emergência climática e socioambiental, faz-se necessário criar outras estratégias, alternativas específicas ao contexto que possam ser aprimoradas constantemente, buscando o horizonte de uma universidade pública, gratuita, democrática, diversa, popular e principalmente, conectada às transformações culturais profundas que os tempos atuais exigem.

**Agradecimentos:** Atividades financiadas pelo Programa Aprender na Comunidade, da Universidade de São Paulo (USP).

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, A. **O Bem Viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos.** São Paulo: Elefante, 2016.

ALTIERI, M. **An agroecological perspective to guide graduate educational programs in agricultural economics and rural development in Latin America of the XXI Century.** *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 27, 1998.

ALVES, D. M. G., ANDRADE, D. F. ; BARBOSA, C. ; BIASOLI, S A. ; BIDINOTO, V. ; BRIANEZI, T.; CARRARA, M.; COATI, A. P. ; COSTA-PINTO, A. B.; FERREIRA, L. ; LUCA, A. Q. de; MACHADO, J. T.; NAVARRO, S. M. ; PORTUGAL, S.; RAIMO, A. ; SACCONI, L. V.; SIM, E. C.; e SORRENTINO, M.. **Em Busca da Sustentabilidade Educadora Ambientalista**. *Ambientalmente Sustentable*, v.1, n. 9-10, 2010.

BAREMBLITT, G. F. **Compêndio de Análise Institucional e outras correntes: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Rosa dos Ventos, 1992.

BIASOLI, S.; SORRENTINO, M. Dimensões das políticas públicas de educação ambiental: A necessária inclusão da política do cotidiano. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo. Vol. 21, 2018.

BOOKCHIN, M. **Ecologia Social e outros ensaios**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, RJ. Rizoma, 2015. 183p.

BORBA, S. C. **Aspectos do conceito multirreferencial nas ciências e nos espaços de formação**. In Reflexões em torno da abordagem multirreferencial. Organizado por Joaquim Gonçalves Barbosa – São Carlos: EdUFSCAR, 1998. 126 p.

DARDOT, P; LAVAL, C. **Comum: ensaio sobre a revolução no século XXI**. Echalar, Mariana. São Paulo: Editora Boitempo, 2017. 647

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 4 o ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro, RJ: Paz a Terra, 1994. 213 p.

HAGUETTE, T. M.F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. Petrópolis: Vozes, 1992.

HARDT, M; NEGRI, A. **Declaração: isto não é um manifesto**. Tradução: Carlos Szlak. São Paulo: n-1 Edições, 2014.

HOLLIDAY, O. J. **Para sistematizar experiências / Oscar Jara Holliday; tradução de: Maria Viviana V. Resende**. 2. ed., revista. – Brasília: MMA, 2006.

IBGE, 2013. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=353870>> Acesso em: 21/08/2021.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUPA, 2016. Disponível em: <<http://www.cdrs.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais1617.php>> Acesso em: 21/08/2021.

MINAYO, M. C. S. (org). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. 80 p.

NOGUEIRA, M. D. P. (org). **Extensão Universitária: diretrizes conceituais e políticas** – Documentos básicos do Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras 1987 – 2000. Belo Horizonte: PROEX/UFMG; o Fórum, 2000

OCA. **O “Método Oca” de Educação Ambiental: Fundamentos e Estrutura Incremental**. *in* Dossiê Temático Fundamentos da Educação Ambiental. Ambiente e Educação. Universidade Federal do Rio Grande (FURG). vol 21, n. 1. 2016.

OLIVEIRA, M, M. **Como fazer pesquisa qualitativa** / Marly Marly de Oliveira. 7. Ed. Revista e atualizada – Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

OXFAM BRASIL, 2019. Disponível em: <<https://www.oxfam.org.br/publicacao/menos-de-1-das-propriedades-agricolas-e-dona-de-quase-metade-da-area-rural-brasileira/>> Acesso em: 21/08/2021.

ROSSET, P. M.; BARBOSA, L. P. Territorialização da agroecologia na via campezina. **Boletim nº 39/EcoEco**, Edição Especial. Janeiro a dezembro de 2018, publicado em julho de 2019.

TASSARA, E. T. O. ARDANS, H. O. B. OLIVEIRA, N. N. **Psicologia socioambiental: uma psicologia social articulando psicologia, educação e ambiente**. Revista Latinoamericana de Psicología Volumen 45 No 3 pp. 425-435 2013 ISSN 0120-0534. 2014

TASSARA, E. & ARDANS, O. **Intervenção Psicossocial** in FERRARO JUNIOR, Luís. A (org). **Encontros e Caminhos** Vol. 2: Formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores. Brasília, 2007.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TUZZO, S. A. & BRAGA, C. F. **O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese**. Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo (SP), v. 4, n.5, p. 140-158, ago. 2016.

# GESTÃO DE PARQUES MUNICIPAIS NO BRASIL DURANTE A COVID-19: UMA ABORDAGEM À LUZ DA JUSTIÇA AMBIENTAL - III SICAM – OUTUBRO/2021

Leonardo Callori Kefalás<sup>1</sup>; Pedro Henrique Campello Torres<sup>2</sup>

1 - Leonardo Callori Kefalás. Universidade de São Paulo. [leokefalas@usp.br](mailto:leokefalas@usp.br)

2 - Pedro Henrique Campello Torres. Universidade de São Paulo. [pedrotorres@usp.br](mailto:pedrotorres@usp.br)

**RESUMO:** O presente trabalho busca colaborar com pesquisas em formação, com métodos mistos e abordagem que une teoria social crítica, justiça e racismo ambiental para o debate específico brasileiro e, tem como caso ilustrativo das desigualdades no território a gestão de parques urbanos no país durante a pandemia da COVID-19. O ponto de partida é o entendimento de que estratégias de gestão pública para áreas verdes durante o período mais crítico da pandemia atingiu de forma prejudicial com mais intensidade as classes mais despossuídas. Do ponto de vista metodológico, para verificar como as cidades brasileiras realizaram a gestão dos parques durante esse período, foram utilizados dados primários oriundos de pesquisa com base na Lei de Acesso à Informação. Resultados indicam que não houve estratégia para que as populações mais vulneráveis pudessem se beneficiar das práticas de gestão implantadas pelo poder público durante a Sars-Cov-2.

**Palavras-Chave:** Gestão de Parques Municipais; COVID-19; Lei de Acesso à Informação; Justiça Ambiental; Justiça Territorial

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16702276>

**ABSTRACT:** The present research seeks to collaborate with studies in formation, with mixed methods and approaches that a critical social theory, justice and environmental racism for the specific debate and, as an illustrative case of inequalities in the territory, the management of urban parks in the country during a pandemic of COVID-19. The starting point is the understanding that the public management approach to green areas during the most critical period of the pandemic hit the most disadvantaged classes more heavily. From a methodological point of view, primary data from the Access to Information Law was collected to verify how Brazilian cities managed parks during this period. Results indicate that there was no strategy for the most vulnerable populations to benefit from the management practices implemented by the government during Sars-Cov-2.

**Keywords:** Municipal Parks Management; COVID-19; Information Access Law; Environmental Justice; Territorial Justice

**Introdução:** A pandemia da Covid-19 exacerbou a importância de se refletir sobre as desigualdades ambientais no território. Falsas soluções para a crise ambiental e climática e a crença na modernização ecológica têm gerado efeitos colaterais em diversas partes do planeta, aumentando as injustiças ambientais e o abismo entre elites e as populações em situação de vulnerabilidade. A pandemia deixou mais claro como a distribuição locacional das classes mais despossuídas no território é desigual, tanto no tocante a acesso a equipamentos como hospitais e postos de saúde, como a imperativa necessidade de deslocamento para o trabalho. Mais do que isso. As populações que vivem nesse território tendem a ter mais comorbidades como a asma, pressão arterial alta ou a diabete, o que pode agravar a situação de quem contrair o vírus. Tais comorbidades, como a asma por exemplo, estão associadas a maior exposição dessas populações a poluentes atmosféricos, como materiais particulados, vindos de automóveis ou de ônibus à diesel na cidade e carência de um ambiente urbano saudável, com presença de parques, praças e equipamentos culturais.

À produção destes processos ambientais desiguais no território dá-se o nome de injustiças ambientais (ANGUELOVSKI, 2015, MOHAI, PELLOW, ROBERTS, 2009) e, em casos como do Brasil, de racismo ambiental (HERCULANO, 2006, PACHECO, 2008). Dados do Censo demográfico de 2010 indicam que em São Paulo, por exemplo, há uma desigualdade de até 10.3 vezes entre a proporção de populações pretas e pardas vivendo em uma região e uma outra. Enquanto a média da cidade é de 32,1 por cento de pretos e pardos, no bairro de Moema, por exemplo, na Zona Oeste a proporção é de 5.8%. Na Zona Sul, no Bairro de Jardim Ângela, a proporção é de 60.1% (IBGE, 2010).

O termo *racismo ambiental* foi cunhado no seio do movimento por justiça ambiental nos Estados Unidos no início da década de 1980, a partir da exposição do caso de Warren County, na Carolina do Norte (BULLARD, 1990). No Brasil, a incorporação da noção de justiça ambiental em pesquisas acadêmicas e denúncias de grupos espoliados tem como marca os anos 2000, com a publicação de "Sindicalismo e Justiça Ambiental", pela Central Única dos Trabalhadores (CUT), em conjunto com Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (IBASE), o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano (IPPUR/UFRJ), assim como o "Colóquio Internacional sobre Justiça Ambiental, Trabalho e Cidadania", realizado na Universidade Federal Fluminense e a criação, proposta a partir do Colóquio, da Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA) (ACSELRAD, HERCULANO, PÁDUA, 2004, HERCULANO, 2006, PACHECO, 2008).

Entendendo a noção de justiça territorial como aquela que corresponde à aplicação dos princípios de justiça social às unidades territoriais, como, por exemplo, a aplicação das políticas territoriais justas e que atenda distintos grupos sociais (LEE, 2000), seu oposto, como no caso supracitado, forma - pela forma institucional - o que se entende por injustiça ambiental, privilegiando certas classes sociais em detrimento de outras. Durante a COVID-19, o que se pode ver, não apenas no Brasil, mas também outras partes do planeta, foi a exacerbação de processos desiguais de acesso a bens e serviços (HAASE, A, 2020), bem como espaços de lazer e benefícios associados à natureza (HONEY-ROSES, ANGUELOVSKI, BOHIGAS et al. 2020). Expor e iluminar essa forma de gestão



pública é fundamental para dar voz às comunidades mais afetadas por políticas públicas desiguais e que privilegiam grupos de elites nas cidades.

Por outro lado, o artigo contribui para a formação de uma memória da pandemia no *front* dos acontecimentos. Além de perceber e articular, que as estratégias e decisões tomadas pelo poder institucional tem método e se furtam a promover medidas preventivas e mitigadoras direcionadas principalmente às populações mais vulneráveis, como pode ser visto nos casos das capitais brasileiras, objeto de estudo do presente trabalho.

**Material e Métodos:** Para verificar como se deu a gestão de parques durante a COVID-19, foi utilizado a Lei de Acesso à Informação (LAI), Lei nº 12.527, promulgada em 18 de novembro de 2011, e que entrou em vigor na data de 16 de maio de 2012, através do Decreto nº 7.724. A LAI surge com o objetivo de trazer mais transparência ao Estado, de maneira a oferecer um mecanismo que permita aos cidadãos acessarem informações referentes às três esferas de Governo (Municipal, Estadual e Federal). De acordo com a lei, todo e qualquer cidadão pode requerer acesso à informação, sendo que há uma obrigação de prestação de contas e um prazo a cumprir, por parte dos órgãos públicos, para que a resposta seja obtida pelo requerente. A lei se baseia no princípio da transparência de informações.

Entretanto, há informações que possuem caráter sigiloso, por serem imprescindíveis à segurança da sociedade ou do Estado, e o acesso à elas é analisado de forma individualizada, visando cada caso. Porém, a proposta desta lei busca afirmar que as informações sigilosas são exceções, tendo em vista que a regra é a transparência e a publicidade das questões referentes ao Estado e seus Governos. Por fim, o mecanismo da LAI permite, ao requerente, manter a privacidade dos seus Dados Pessoais, se assim desejar, e não há necessidade de uma justificativa para pedir o acesso a alguma informação.

Portanto, no período de 20/04/2021 até 12/06/2021 foram realizadas, via LAI, as solicitações de acesso à informação com referência ao funcionamento dos

parques municipais das 26 capitais brasileiras durante a pandemia de Covid-19. Para requerer essa informação, enviou-se o seguinte pedido: *“Prezados, solicito, por meio desta: - Listagem de Decretos e Portarias da Prefeitura de XXX de março de 2020, início da pandemia de COVID-19 até março de 2021, referentes ao funcionamento, restrições ou fechamento dos parques municipais da Prefeitura de XXX por conta da pandemia do COVID-19. Atenciosamente”*. Estas solicitações foram enviadas para as 26 capitais do Brasil e o envio destas ocorreu durante o período 20/04/2021 e 12/06/2021.

A partir dos resultados obtidos, discutiu-se, com base na literatura de justiça ambiental e territorial, como as medidas adotadas pelo poder público beneficiaram grupos marginalizados ou em situação de vulnerabilidade. Ou, ao contrário, aumentaram as desigualdades ambientais existentes nestes territórios.

**Resultados:** Das 26 capitais que receberam as solicitações de acesso à informação referentes aos parques municipais, 16 responderam de maneira completa, ou seja, com as informações requisitadas. Das 10 restantes, 6 responderam com informações incompletas, enquanto 3 não responderam e em 1 caso não foi possível o envio da solicitação devido a problemas no acesso ao site disponibilizado pela prefeitura. Com relação ao cumprimento do prazo para resposta, 18 capitais responderam dentro do limite estabelecido pela lei, enquanto 4 responderam após o prazo final, 3 não responderam e o caso remanescente corresponde àquele no qual não foi possível enviar a solicitação. Abaixo, seguem as tabelas relacionadas à solicitação de acesso à informação referentes aos parques municipais das 26 capitais do Brasil.

Tabela 1. SITUAÇÃO DO PEDIDO DE ACESSO À INFORMAÇÃO

CAPITAL	SITUAÇÃO DO PEDIDO DE ACESSO À INFORMAÇÃO			
	<u>Encerrado e completo</u>	<u>Encerrado e incompleto</u>	<u>Sem resposta</u>	<u>Não enviado</u>
<i>Aracaju</i>		X		
<i>Belém</i>			X	
<i>Belo Horizonte</i>	X			
<i>Boa Vista</i>				X
<i>Campo Grande</i>	X			
<i>Cuiabá</i>	X			
<i>Curitiba</i>	X			
<i>Florianópolis</i>	X			
<i>Fortaleza</i>		X		
<i>Goiânia</i>	X			
<i>João Pessoa</i>		X		
<i>Macapá</i>			X	
<i>Maceió</i>	X			
<i>Manaus</i>		X		
<i>Natal</i>		X		
<i>Palmas</i>	X			
<i>Porto Alegre</i>	X			
<i>Porto Velho</i>	X			
<i>Recife</i>	X			
<i>Rio Branco</i>	X			
<i>Rio de Janeiro</i>		X		
<i>Salvador</i>	X			
<i>São Luís</i>			X	
<i>São Paulo</i>	X			
<i>Teresina</i>	X			
<i>Vitória</i>	X			

Fonte: elaboração própria

Tabela 2.

CAPITAL	CUMPRIMENTO DO PRAZO PARA A RESPOSTA DO PEDIDO DE ACESSO À INFORMAÇÃO <sup>37</sup>		
	<u>Respondeu dentro do prazo</u>	<u>Respondeu depois do prazo</u>	<u>Não respondeu</u>
<i>Aracaju</i>	X		
<i>Belém</i>			X
<i>Belo Horizonte</i>	X		
<i>Boa Vista</i> <sup>38</sup>			
<i>Campo Grande</i>	X		
<i>Cuiabá</i>	X		
<i>Curitiba</i>	X		
<i>Florianópolis</i>	X		
<i>Fortaleza</i>	X		
<i>Goiânia</i>	X		
<i>João Pessoa</i>	X		
<i>Macapá</i>			X
<i>Maceió</i>		X	
<i>Manaus</i>	X		
<i>Natal</i>	X		
<i>Palmas</i>	X		
<i>Porto Alegre</i>	X		
<i>Porto Velho</i>		X	
<i>Recife</i>	X		
<i>Rio Branco</i>	X		
<i>Rio de Janeiro</i>		X	
<i>Salvador</i>	X		
<i>São Luís</i>			X
<i>São Paulo</i>	X		
<i>Teresina</i>		X	

<sup>37</sup> O prazo para atendimento do pedido da LAI é de 20 dias, prazo este que pode ser prorrogado por mais 10 dias. Portanto, aquelas capitais cuja resposta se deu em até 30 dias, constam como "Respondeu dentro do prazo".

<sup>38</sup> Não consta informação sobre Boa Vista nesta tabela, pois o pedido não pôde ser enviado devido a problemas no acesso ao site.

Vitória	X		
---------	---	--	--

Fonte: elaboração própria

Os resultados indicam um primeiro desafio de se trabalhar com dados públicos, mesmo no âmbito da LAI. Ou seja, a dificuldade no acesso à informação. Alguns municípios como no caso de Belém, Macapá e São Luís sequer responderam. No caso do município de Boa Vista, sequer foi possível o envio da solicitação durante o período por falha do sistema e indisponibilidade da rede. Outros casos, como Aracaju, Fortaleza, João Pessoa, Manaus, Natal e Rio de Janeiro, encerram o processo da LAI sem dar o retorno completo sobre o que fora solicitado. As demais 16 capitais, ou seja, a maior parte, respondeu atendendo integralmente a solicitação com detalhamento das ações empregadas (Tabela 1).

Nem mesmo o prazo previsto por lei evitou que três capitais não respondessem ou que cinco respondessem depois do prazo. Mas a grande maioria, 18 capitais, responderam no prazo. O resultado mostra uma enorme fonte documental para análise da gestão de parques durante o período.

**Discussão:** A questão do racismo ambiental continua sendo pilar imprescindível para compreensão dos processos de produção desiguais desses espaços. É De Almeida (2018) que melhor definiu para a realidade brasileira a importância de se compreender a determinante estrutural do racismo. Ou seja, no país o racismo estrutural representa uma cultura enraizada em práticas e formas de se pensar e agir. Tais práticas estão presentes na forma em que as cidades são produzidas (GOETZ, RASHAD, DAMIANO, 2020), assim como nas práticas políticas cotidianas das populações mais despossuídas.

O racismo estrutural pode ser definido, para De Almeida (2018), em três concepções: a individualista, a institucional e a estrutural. Nesse sentido, Estado e Cultura, Poder e Dominação são dimensões fundamentais para entendimento das práticas racistas no país. É o Estado, na normalização de crimes por ele praticado, ou ordenamento jurídico excludente que faz produzir e reproduzir o racismo no

território. E o tem feito, nos últimos séculos, de forma atrelada à dominação colonialista (MBEMBE, 2016) e a produção capitalista do espaço (HARVEY, 2005). O racismo ambiental assume, portanto, as dimensões trabalhadas por De Almeida com mais força para a questão estrutural e sua condição institucional em que as populações mais vulneráveis, que sofrem ou estão propensas a sofrer agravos ambientais são tratadas de forma diferenciada pelo aparelho estatal. Sejam caiçaras, quilombolas, povos indígenas, atingidos por barragens, marisqueiras, quebradoras de coco babaçu, entre outros grupos sociais, a forma que são tratados, vistos e como se é planejado suas políticas expressam a distinção e o preconceito institucional.

É no território, portanto, que tais práticas desiguais são produzidas e, na pandemia, ficaram ainda mais escancaradas. Trata-se de aproximar o que Harvey (1973) tensiona sobre o vínculo necessário entre justiça social e sistemas espaciais, em especial nas cidades, em seu célebre livro *Social justice and the city*. A opção de "ficar" em casa, ou "trabalhar de casa", não foi uma opção real para grande parte da população da cidade, em sua maioria moradores de áreas periféricas ou precárias das capitais brasileiras.

Outra visibilidade no território que expressa, de um lado, a obrigatoriedade que certos grupos sociais mantiveram em relação a trabalho e renda, e, por outro, é simbólico do ponto de vista das desigualdades e do racismo ambiental, é a ocupação de espaços de lazer como praças e parques, principalmente na zona oeste e regiões centrais da cidade, por cuidadoras, babás e domésticas. A partir dos documentos obtidos, pode-se refletir que a decisão das prefeituras em manter as creches e escolas fechadas durante todo ano contribuiu para essa forma de ocupação de praças e parques.

Por outro lado, alinhado com o argumento de De Almeida (2018), de que as práticas de discriminação são institucionalizadas e propostas pelo Estado, as Prefeituras quando autorizaram a abertura dos Parques Municipais, o fez em horário comercial e de segunda a sexta feira. Levando-se em consideração que há uma desigualdade na distribuição dos equipamentos de lazer e áreas verdes na

cidade, e que as classes mais espoliadas trabalham no horário e dias estabelecidos pelo poder público municipal, a pergunta é: abertos para quem frequentar?

Em nenhum dos casos estudados verificou-se uma política mitigadora e específica voltado para as regiões em que residem grupos marginalizados ou em situação de vulnerabilidade.

**Conclusão:** Podemos concluir que a gestão pública de parques municipais nas capitais brasileiras manteve, durante a pandemia, a lógica perversa e que expõe as desigualdades ambientais no território. Ao invés de endereçar as políticas para fazer ou planejar a justiça territorial, o que se verificou foi o acirramento ou o reforço de situações de privilégios. Em um cenário de se pensar uma recuperação verde pós-covid, será imperativo repensar essas práticas.

Conclui-se também que a LAI é importante instrumento para conhecimento e acompanhamento das ações da gestão pública. Mas em alguns casos o acesso a essas informações continuam desafiadoras. A partir da LAI foi possível ter acesso a elementos concretos na íntegra sobre políticas planejadas pelo poder público durante a principal pandemia da história.

**Agradecimentos:** à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo nº 2021/00701-5 e processo nº 2018/06685-9.

## REFERÊNCIAS:

ACSELRAD, H., HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. A justiça ambiental e a dinâmica das lutas socioambientais no Brasil – uma introdução. In Acselrad, Henri, Selene Herculano e José Augusto Pádua. Justiça Ambiental e Cidadania. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Fundação Ford, 2004.

ANGUELOVSKI, I. 2015. Environmental justice. In G. D'Alisa, F. Demaria, and G. Kallis (eds.). Degrowth: a vocabulary for a new era. New York: Routledge. Pp. 33-36.

ANGUELOVSKI, Isabelle & CONNOLLY, James & BRAND, Anna. (2018). From landscapes of utopia to the margins of the green urban life: For whom is the new green city?. *City*. 22. 417-436. 10.1080/13604813.2018.1473126.

BULLARD, Robert D.. *Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality*.. Westview Press, 1990. 165 pp.

DE ALMEIDA, S. L. *O que é racismo estrutural?* Belo Horizonte: Letramento, 2018.

Goetz, Edward G.; Williams, Rashad A. & Damiano, Anthony. Whiteness and Urban Planning. *Journal of the American Planning Association* Volume 86, 2020 - Issue 2. Pages 142-156

HAASE, A (2020). Covid-19 as a Social Crisis and Justice Challenge for Cities. *Front. Sociol.* 5:583638. doi: 10.3389/fsoc.2020.583638

HERCULANO, S. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. *InterfacEHS - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*. 2006. P. 1-20.

HONEY-ROSES, J., ANGUELOVSKI, I., BOHIGAS, J., CHIREH, V., DAHER, C., KONIJNENDIJK, C., ET AL. (2020). The Impact of COVID-19 on public space: a review of the emerging questions. OSF [Preprints]. doi: 10.31219/osf.io/rf7xa

IBGE, 2010 -

MOHAI, P.; PELLOW, D.; ROBERTS, J.T. 2009. Environmental Justice. *Annu Rev Environ Resour.* 34(1):405-430. doi:10.1146/annurev-environ-082508-094348.

PACHECO, Tania; Inequality, environmental injustice, and racism in Brazil: beyond the question of colour. *Development in Practice* (Print), v. 18, p. 713-725, 2008.



# PROBLEMAS CAUSADOS PELO USO DE QUÍMICOS NA AGRICULTURA

Belmiro Saburo Shimada<sup>1</sup>

1 – Belmiro Saburo Shimada. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. [shimada.belmiro@gmail.com](mailto:shimada.belmiro@gmail.com)

**RESUMO:** A agricultura é essencial para a sobrevivência do ser humano, mas muitos problemas surgiram através da agricultura, principalmente pelo uso de químicos na agricultura. O objetivo deste trabalho é realizar uma breve revisão de literatura sobre os problemas causados pelo uso de químicos na agricultura. O presente estudo foi desenvolvido com base na revisão de literatura e pesquisas relevantes sobre os problemas causados pelo uso de químicos na agricultura, com o intuito de caracterizar os problemas do controle químico na agricultura. A necessidade de produção de alimentos para a população favoreceu o aumento de químicos na agricultura buscando aumentar suas produtividades, e esse aumento aliado ao uso inadequado de químicos na agricultura trouxe problemas na agricultura, no ambiente e na sociedade. Na agricultura trouxe problemas como a perda da fertilidade do solo, exclusão da agricultura familiar, redução da mão de obra, poluição da água, processo erosivo, seleção de biótipos de plantas daninhas, pragas e doenças. Na parte ambiental trouxe problemas como a contaminação de solos e mananciais por meio do lançamento e acúmulo de resíduos de agrotóxicos e metais em solos e corpos d'água, destruição da biodiversidade de microrganismos e insetos benéficos ao culturas que são suscetíveis às moléculas aplicadas, e o desequilíbrio na fauna e na flora do meio ambiente. Na sociedade trouxe problemas como a contaminação de alimentos, animais e do ser humano, proporcionando o desenvolvimento de doenças. Dessa forma, nota-se os problemas causados pelo uso de químicos na agricultura, afetando os setores ambiental, social e agrícola.

**Palavras-Chave:** Ambiental; Biótipos; Contaminação.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.17773940>

**ABSTRACT:** Agriculture is essential for human survival, but many problems have arisen through agriculture, mainly through the use of chemicals in agriculture. The objective of this work is to carry out a brief literature review on the problems caused by the use of chemicals in agriculture. The present study was developed based on a literature review and relevant research on the problems caused by the use of chemicals in agriculture, in order to characterize the problems of chemical control in agriculture. The need for food production for the population favored the increase of chemicals in agriculture, seeking to increase their productivity, and this increase, combined with the inadequate use of chemicals in agriculture, brought problems in agriculture, the environment and society. In agriculture it brought problems such as loss of soil fertility, exclusion from family farming, reduction of labor, water pollution, erosion, selection of weed biotypes, pests and diseases. In the environmental area, it brought problems such as the contamination of soils and water sources through the release and accumulation of residues of pesticides and metals in soils and water bodies, destruction of the biodiversity of microorganisms and insects beneficial to crops that are susceptible to the applied molecules, and the imbalance in the fauna and flora of the environment. In society, it brought problems such as the contamination of food, animals and human beings, leading to the development of diseases. Thus, the problems caused by the use of chemicals in agriculture can be noted, affecting the environmental, social and agricultural sectors.

**Keywords:** Environmental; Biotypes; Contamination.

**Introdução:** A agricultura tem um papel essencial no desenvolvimento da sociedade, com fator principal para a sobrevivência do ser humano, mas muitos problemas ocorreram com o mau uso da agricultura, e um dos problemas que vem sendo discutidos por muitos setores é o uso de químicos na agricultura.

Segundo Oliveira e Silva (2020) o uso de agrotóxicos surgiu da necessidade de produção de alimentos, pois o aumento da população vem ocorrendo, dessa forma, seu uso na agricultura aumentou buscando aumentar sua produção, devido a necessidade de capital e a demanda de alimentos da população.

De acordo com a FAO (2017) e ONU (2017) o crescimento da população mundial continua constante, e a previsão é que em 2050 a população seja de 9,8 bilhões, 29% a mais do número atual (7,6 bilhões), e para suprir a alimentação de toda essa população, estima-se que a produção de alimentos terá que aumentar sua produção em 70%.

Com esse cenário populacional há uma insegurança alimentar, um a cada nove pessoas no mundo (ou cerca de 805 milhões de pessoas) não têm condições para ter comida suficiente e ter uma vida saudável e ativa (FAO, 2015). Para superar essa insegurança alimentar e suprir a demanda de alimentos da população, o emprego de tecnologias e técnicas que favoreçam o aumento da produção e da produtividade das culturas é necessário, com a utilização de diversos meios para que ajude a incrementar a produção, e muitas vezes, pensando-se muito mais na produtividade da cultura (SAATH; FACHINELLO, 2018; FAO, 2015; OLIVEIRA; JAIME, 2016).

Na busca por produtividade a utilização dos químicos aumentou, devido ao aumento de pragas, doenças e plantas daninhas nas culturas, variedades com maior produção e menos resistentes, aos solos, pragas e doenças importadas, insetos, patógenos e plantas resistentes aos agroquímicos, e devido à falta de inimigos naturais que foram mortos pelo uso inadequado de agroquímicos na agricultura (DIAS, 2018; OLIVEIRA et al., 2018; BELLÉ; FONTANA, 2018; UENO; COSTA, 2016).

Como o controle químico é um dos métodos mais eficientes para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas, ocorreu um aumento no uso na agricultura, ocasionando problemas para o setor ambiental, agrícola e social.

Assim, o objetivo deste trabalho é realizar uma breve revisão de literatura sobre os problemas causados pelo uso de químicos na agricultura, caracterizando a relação que possuem com o setor agrícola, ambiental e social.

**Material e Métodos:** O presente estudo foi desenvolvido com base na revisão de literatura e pesquisas relevantes sobre os problemas causados pelo

uso de químicos na agricultura, com o intuito de caracterizar os problemas do controle químico na agricultura, e demonstrar todos os fatores envolvidos no setor agrícola, ambiental e social, buscando evidenciar como o controle químico afeta agricultura, fazendo assim uma reflexão sobre esta problemática.

**Fundamentação Teórica:** Com a necessidade de produção, nota-se uma grande importância do uso de químicos na agricultura, porém, apesar de sua importância no setor agrícola, o uso de produtos químicos na agricultura trouxe consigo muitos problemas, no aspecto ambiental e social, atingindo a sociedade de um modo geral, e seu uso indiscriminado tem proporcionado problemas até para o setor agrícola.

Conforme Oliveira et al. (2020) na agricultura o uso de produtos químicos de forma inadequada trouxe problemas como a perda da fertilidade do solo, exclusão da agricultura familiar, redução da mão de obra, poluição da água, processo erosivo, entre outros problemas.

Esses e outros problemas ocasionados pelo uso na agricultura causou muitos impactos no setor agrícola que vem refletindo na produtividade das culturas, pois seu uso está diretamente ligado ao manejo das culturas e ao sistema de produção.

Além disso, o uso de agroquímicos trouxe outros problemas, de acordo com Oliveira e Brighenti (2018), ocorreu a seleção de biótipos de plantas daninhas, pragas e doenças, devido à sua resistência, afetando o manejo e o seu controle, tornando mais difícil e mais oneroso o manejo de pragas, doenças e plantas daninhas nas culturas.

A ocorrência da seleção dos biótipos causa muitos danos no setor agrícola, pois torna o controle mais difícil e oneroso, muitas vezes necessitando de outros métodos de controle, alterando o sistema de produção e afetando o meio ambiente.

Na parte ambiental, trouxe problemas ao meio ambiente, como a contaminação de solos e mananciais por meio do lançamento e acúmulo de

resíduos de agrotóxicos e metais em solos e corpos d'água, destruição da biodiversidade de microrganismos e insetos benéficos ao culturas que são suscetíveis às moléculas aplicadas, e proporcionou um desequilíbrio na fauna e na flora do meio ambiente (LINS JUNIOR et al., 2020; VINCHIRA-VILLARRAGA; MORENO-SARMIENTO, 2019).

Nos alimentação a partir do consumo, causou a contaminação com resíduos químicos presentes na aplicação direta e na água, além de causar a bioacumulação na cadeia alimentar dos animais, chegando à alimentação humana (OLIVEIRA; SILVA, 2020; LINS JUNIOR et al., 2020).

Na parte social, o uso de químico na agricultura trouxe problemas de saúde nos humanos pela exposição direta e prolongada a agroquímicos, não apenas dos trabalhadores rurais, mas de toda a população, pelo seu poder tóxico, com efeitos neurotóxicos, teratogênicos, imunológicos, carcinogênicos, mutagênicos, desregulação endócrina, fertilidade, desenvolvimento, entre outros problemas relacionados à saúde humana (VINCHIRA-VILLARRAGA; MORENO-SARMIENTO, 2019; LEÃO et al., 2018; SOUSA et al., 2018).

Os problemas no setor ambiental e social pode ser notado através dos casos de contaminação, intoxicações, doenças e outras complicações geradas pelo alto consumo de agroquímicos. Entretanto, os problemas na agricultura são percebidos pela dificuldade de manejo nos sistemas de produção e pelas limitações de cultivo, alterando diretamente e indiretamente das produções das culturas agrícolas.

Desse modo, torna-se visível que o uso inadequado de produtos para controle químico acarreta diversos problemas em todos os setores, dificultando o controle de pragas, doenças. e ervas daninhas, elevando os custos de produção na agricultura e afetando todo o sistema de produção.

**Considerações Finais:** A necessidade de produção pela agricultura causou o aumento do uso de químicos na agricultura, trazendo consigo muitos problemas no setor agrícola, ambiental e social.

Os problemas gerados pelo mau uso de químicos na agricultura tornam mais oneroso a produção na agricultura e dificulta o seu manejo, além disso, traz problemas em todos os setores, sendo necessário o devido cuidado no seu uso na agricultura, para assim, evitar maiores danos pelo seu uso no setor agrícola.

## REFERÊNCIAS

BELLÉ, R. B.; FONTANA, D. C. Patógenos de solo: principais doenças vasculares e radiculares e formas de controle. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 15, n. 28, p. 779-803, 2018.

DIAS, J. Controle alternativo de pragas e doenças. Revista Revise, Santo Antônio de Jesus, v. 3, p. 1-2, 2018.

FAO. The state of food insecurity in the world 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Home, 2015. Disponível em <<http://www.fao.org/publications/sofi/en/>>.

FAO. Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>>.

LEÃO, R. S.; MARQUES, R. C.; BURALLI, R. J.; SILVA, D. S.; GUIMARÃES, J. R. D. Avaliação de saúde pública por exposição a agroquímicos: uma experiência com a agricultura familiar no noroeste do Rio de Janeiro. Revista Sustentabilidade em Debate, Brasília, v. 9, n. 1, p. 81-94, 2018.

LINS JUNIOR, J. C.; SANTOS, J. P. dos.; WANSER, A. F.; VALMORBIDA, J. Custo do controle de insetos-praga em sistemas de produção de tomate a campo aberto e estufa em Caçador, Santa Catarina. Revista Ignis, Caçador, v. 9, n. 1, p. 113-122, 2020.

OLIVEIRA, E. L. de.; PAULINO, G. da S.; PAULO, R. K. de L.; CARVALHO, A. N. de.; MAGALHÃES, A. S.; CUNHA, C. S. Monitoramento e identificação dos insetos pragas na cultura do maracujazeiro (*Passiflora* spp.) para implementação do manejo integrado de pragas. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA, CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DISTRITO FEDERAL E ENTORNO, 6, 10, 5., 2017, Brasília. Anais [...]. Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018, p. 8-12.

OLIVEIRA, F. H.; SILVA, V. R. da. Uso de agrotóxico ou controle agroecológico de pragas e doenças da agricultura? Uma reflexão a partir do município de Alvorada do Gurguéia-PI. Revista Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability, Garanhuns, v. 1, n. 2, p. 1-20, 2020.

OLIVEIRA, L. dos S.; PEREIRA, Á. I. S.; LOPES SOBRINHO, O. P.; CRAVEIRO, S. A.; XAVIER, R. dos S.; PEREIRA, A. da G. S. Revista Research, Society and Development, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 6, p. 1-18, 2020.

OLIVEIRA, M. F. de.; BRIGHENTI, A. M. Controle de plantas daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2018, 176 p.

OLIVEIRA, N. R. F. de.; JAIME, P. C. O encontro entre o desenvolvimento rural sustentável e a promoção da saúde no Guia Alimentar para a População Brasileira. Revista Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1108-1121, 2016.

ONU. A população mundial atingiu 7,6 bilhões de habitantes. 2017. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/audio/2017/06/1207701>>.

SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SOUSA, D. G. de.; MARQUES, D. J. dos S.; SERRA, R. B. G.; SOUSA, A. C. de.; FIGUEIREDO, G. J. A. de. Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do rio gramame, João Pessoa (PB). Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 332-339, 2018.

UENO, B.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Org.). Cultivo do morangueiro. Brasília: Embrapa, 2016. p. 413-480.

VINCHIRA-VILLARRAGA, D. M.; MORENO-SARMIENTO. Control biológico: Camino a la agricultura moderna. Revista Colombiana de Biotecnología, Bogotá, v. 21, n. 1, p. 2-5, 2019.

# SUSTENTABILIDADE E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE PEIXES PARA A OBTENÇÃO DE FARINHA

Josiane Silva<sup>1</sup>; Janaína Lima<sup>2</sup>

1 – Josiane Aparecida Rodrigues Silva. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. [abjr1901@gmail.com](mailto:abjr1901@gmail.com)

2 – Janaína Paolucci Sales de Lima. Universidade Federal do Amazonas. [paolucci@ufam.edu.br](mailto:paolucci@ufam.edu.br)

**RESUMO:** A piscicultura é uma atividade que traz muitos benefícios econômicos e sociais ao nosso país, porém gera grandes volumes de resíduos no beneficiamento dos peixes, portanto a gestão inadequada desses resíduos trata-se de um problema ambiental preocupante. Por outro lado, esses resíduos são fonte econômica de proteína e de outros nutrientes, o que possibilita sua utilização na obtenção de subprodutos, como na elaboração de farinhas que podem ser incluídas em rações animais desde que processadas de forma correta. Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a sustentabilidade e o reaproveitamento de resíduos de peixes para a obtenção de farinha em Humaitá-AM. Foram obtidas farinhas utilizando resíduos de babao (*Brachyplatystoma platynema*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) através de dois tratamentos: com cocção (CC) e sem cocção (SC). Os rendimentos das farinhas obtidas a partir de resíduos foram de 13,5 e 18,0% para o babão e 12,4 e 18,0% para o tambaqui (CC e SC, respectivamente). A farinha de resíduos de tambaqui (CC) apresentou o maior teor proteico e menor teor lipídico entre as farinhas obtidas. As análises microbiológicas nas amostras de farinhas atenderam a legislação vigente. Conclui-se que as farinhas são uma ótima alternativa para o fornecimento de proteínas e minerais na formulação de rações animais e também para o reaproveitamento de resíduos de peixes que, geralmente, são descartados no Rio Madeira causando impactos negativos de grande proporção.

**Palavras-Chave:** *Colossoma macropomum*. *Brachyplatystoma platynema*. Percepção ambiental. Bioeconomia. Comércio de peixes.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16702045>



**ABSTRACT:** Fish farming is an activity that brings many economic and social benefits to our country, but generates large volumes of waste in fish processing, so the inadequate management of these wastes is a worrying environmental problem. On the other hand, these residues are an economical source of protein and other nutrients, which makes it possible to use them to obtain by-products, such as in the preparation of flours that can be included in animal feed as long as it is processed correctly. Thus, the aim of this study is to evaluate the sustainability and reuse of fish waste to obtain flour in Humaitá-AM. Flours were obtained using babao (*Brachyplatystoma platynema*) and tambaqui (*Colossoma macropomum*) residues through two treatments: with cooking (CC) and without cooking (SC). The yields of flours obtained from residues were 13.5 and 18.0% for babao and 12.4 and 18.0% for tambaqui (CC and SC, respectively). Tambaqui residue flour (CC) had the highest protein content and lowest lipid content among the flours obtained. Microbiological analyzes on flour samples complied with current legislation. It is concluded that flours are an excellent alternative for the supply of proteins and minerals in the formulation of animal feed and also for the reuse of fish residues, which are usually discarded in the Madeira River, causing a large proportion of negative impacts.

**Keywords:** *Colossoma macropomum*. *Brachyplatystoma platynema*. Environmental perception. Bioeconomy. Fish commercialization.

**Introdução:** A piscicultura é uma atividade que vem crescendo muito nos últimos anos no Brasil. Segundo o IBGE (201), a produção de peixes cultivados cresceu 3,4% com relação ao ano de 2017, gerando uma receita de R\$ 3,3 bilhões e totalizando 519,3 mil toneladas. O país tem posição de destaque mundial, ocupando a quarta posição no ranking de produtores de Tilápia, espécie que representa 57% da produção brasileira. Já os peixes nativos do Brasil, liderados pelo Tambaqui, participam com 38% da produção total em viveiros e outras espécies representam 5% da produção nacional (PEIXE BR, 2020).

O peixe é um dos recursos naturais que são mais abundantes e consumidos na região amazônica (SUFRAMA, 2003). O estado do Amazonas apresenta grande

potencial para a expansão e sucesso da piscicultura no mercado nacional graças aos fatores favoráveis ao desenvolvimento da atividade como: clima tropical, disponibilidade de água, topografia apropriada e variedade de espécies com excelente valor de mercado e desempenho para a criação (LIMA, 2018).

Embora possua fatores favoráveis a produção de peixes, o estado do Amazonas ainda tem muito a se desenvolver na produção piscícola. Segundo o IBGE (2018), o estado ocupa a 19ª posição no ranking da produção da aquicultura, com produção equivalente a 8162,5 toneladas de peixes.

Apesar dos benefícios e da importância da piscicultura para o nosso país, trata-se de uma atividade geradora de grandes volumes de resíduos no beneficiamento dos peixes, por isso o manuseio incorreto desses resíduos pode se tornar um problema ambiental preocupante (ABREU; RIBEIRO e ARAÚJO, 2012). Por outro lado, esses resíduos possuem alto teor de proteína e de outros nutrientes (FELTES et al., 2010), assim, podem ser utilizados na elaboração de farinhas para ração animal desde que sejam processados de forma correta (EYNG et al., 2010).

A obtenção de farinha a partir dos resíduos de peixes trata-se de uma alternativa com grande potencial porque pode ser utilizada não só na criação de peixes, mas também pode ser incluída na alimentação de outros animais, como foi verificado em um estudo conduzido por Eyng et al. (2010), onde os resultados mostraram que a adição de farinha de tilápia em rações para frangos de corte na fase de 1 a 42 dias, em níveis de até 8% não prejudica o desempenho das aves e ainda melhora o desempenho econômico e reduz a concentração de fósforo e cálcio na corrente sanguínea. Em outro estudo, Boscolo et al. (2005) concluíram que a farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias pode ser incluída em níveis de até 15% em rações para alevinos de piauçu.

A partir do exposto, o objetivo deste estudo é avaliar a sustentabilidade e o reaproveitamento de resíduos de peixes para a obtenção de farinha em Humaitá-AM.

**Material e Métodos:** O estudo foi realizado no município de Humaitá-AM localizado no sul do estado do Amazonas, na Região Geográfica Intermediária de Lábrea e Região Geográfica Imediata de Manicoré, conforme nova divisão regional do IBGE (2017). O município se localiza nas coordenadas, 07°30'22" S e 63°01'15" W; e possui 90 metros de altitude (IBGE, 2016). Possui uma área de 33.111,143 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018) e ocupa a 10<sup>a</sup> posição no ranking de municípios mais populosos do estado com 55.080 habitantes (IBGE, 2019). O clima da região é classificado, segundo Köppen, como tropical chuvoso, com temperaturas médias anuais entre 25 e 27°C e precipitação média anual de 2.500 mm. Possui um período seco de pequena duração, de junho a agosto, e período chuvoso, onde a precipitação máxima ocorre entre os meses de outubro e março (VIDOTTO et al., 2007). A cobertura vegetal predominante na região é a floresta tropical densa e/ou aberta, onde nota-se também a presença de vegetação do tipo campo intercalada por florestas (VIDOTTO et al., 2007).

Segundo Moraes (2017), as principais atividades que movimentam a economia de Humaitá são a pecuária, piscicultura, pesca artesanal, beneficiamento de castanha, madeireiras, extrativismo vegetal, garimpo, entre outras.

Os resíduos de peixes (Figura 1) que foram utilizados para a obtenção de farinha neste trabalho são classificados como resíduos Classe II A (ABNT, 2004), aqueles não-inertes e, que neste caso, são biodegradáveis.

Figura 1. Resíduos de tambaqui e babão comercializados no município de Humaitá, Amazonas.



Fonte: Autor (2020)

As farinhas foram produzidas e analisadas no Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM (Manaus-AM), utilizaram-se resíduos de duas espécies, tambaqui (*Colossoma macropomum*) oriundo da piscicultura e babão (*Brachyplatystoma platynema*) oriundo da pesca. Foram utilizados resíduos de tambaqui coletados no Mercado Municipal de Humaitá e resíduos de babão doados por um comerciante local, sendo eles: cabeças, nadadeiras, espinhaço, peles e aparas, ambos separados conforme a espécie, acondicionados em caixas isotérmicas durante o transporte. Em seguida, foram armazenados em refrigerador a temperatura abaixo de 0 °C e, posteriormente transportados em caixas isotérmicas via transporte aéreo até o laboratório, sendo descongelados em temperatura ambiente no momento da produção da farinha. Foram realizados dois tratamentos para produção das farinhas: produção de farinha com cocção (CC) e produção de farinha sem cocção (SC). Os utensílios e equipamentos utilizados foram devidamente higienizados com detergente.

Realizou-se a pesagem inicial da matéria-prima no Laboratório de Tecnologia do Pescado e separação para a preparação das farinhas conforme os diferentes tipos de tratamentos.

Na produção da farinha de resíduos de peixe com cocção, após o descongelamento, os resíduos de tambaqui e babão foram cortados em partes

menores. Em seguida, foram submersos em solução de NaOH 0,05%, na proporção 3:1 (água:peixe) e coccionados a temperatura de 90°C por 40 minutos.

Após o descarte da água de cozimento os resíduos foram triturados em moinho de facas (20 mm). Em seguida, a massa de resíduos foi submetida à pressão hidráulica de 15 toneladas, até não se observar mais o escoamento do óleo, formando as tortas de prensa. Posteriormente, as tortas de prensa foram levadas a estufa de ar circulante a 60°C por seis horas. Por fim, as tortas de prensa foram submetidas à trituração em moinho de facas (2 mm).

Na produção de farinha de resíduos sem cocção, as etapas foram similares às descritas no CC, com exceção da etapa de cocção, que não foi realizada. Outro ponto que se diferenciou do CC diz respeito ao tempo em que as tortas de prensa permaneceram na estufa, também em temperatura de 60°C, para a desidratação do material.

No caso do tambaqui, o período total de estufa foi de vinte e uma horas, já no caso da farinha produzida com resíduos de babão, o material necessitou ser retirado da estufa três vezes para que fosse realizado o escoamento de óleo presente que dificultava sua desidratação, sendo assim, o período total de desidratação da amostra foi de cinco dias.

Foram realizadas análises de composição centesimal das farinhas obtidas seguindo Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (SÃO PAULO, 1985) e ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC (1990).

O teor de umidade foi determinado pela secagem em estufa com circulação de ar, até peso constante. As cinzas foram obtidas por incineração em forno mufla a 550°C até peso constante. Para detecção da proteína bruta, o nitrogênio total foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, a quantidade de proteína foi calculada aplicando o fator de conversão de nitrogênio de 6,25. O teor de lipídios foi determinado por extração sem aquecimento (BLIGH; DYER, 1959). Os carboidratos totais correspondem à amostra livre de nitrogênio, ou extrato livre de nitrogênio, e foram obtidos por diferença entre 100 e o somatório das

porcentagens de umidade, cinzas, lipídios e proteína. O pH foi obtido através da determinação eletrométrica.

Foram realizadas análises microbiológicas de presença/ausência de *Salmonella* spp. nas amostras visando verificar a qualidade microbiológica da farinha utilizando a metodologia de Moura et al. (2002).

O experimento foi elaborado em um esquema fatorial 2x2, sendo duas espécies de peixe e dois tratamentos dos resíduos, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições por combinação dos fatores e três subamostras por repetição. As análises foram realizadas em linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2019). Realizou-se a Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Tukey a 5% de significância para comparar as médias dos resultados.

**Resultados e Discussão:** Os valores observados de rendimento das farinhas produzidas sem a etapa de cocção (SC) foram maiores, sendo 18,0% para o babão e 18,0% para o tambaqui, quando comparados aos valores das farinhas produzidas com cocção (CC), sendo 13,5% para o babão e 12,4% para o tambaqui. Este resultado provavelmente se deve ao fato de perdas maiores no processo de cozimento das amostras.

Segundo Nunes (2011), a cocção irá atuar através do vapor de água sob pressão, causando a ruptura das paredes celulares com a coagulação de proteínas e separação de água e óleo, o que possivelmente ocasionou um menor rendimento de farinha. Os resultados aqui observados foram inferiores se comparados aos resultados obtidos empregando o uso da cocção na produção das farinhas de carcaças de salmão (19,78%) e tilápia do Nilo (15,52%) e na produção de concentrado proteico de pescado (16,11%) (CORADINI, 2018; CAMPOS et al., 2020).

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados médios, desvios padrão e p-valor das características físico-químicas das farinhas, conforme as matérias primas utilizadas em seu processamento.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão da composição centesimal das farinhas obtidas a partir de resíduos das espécies babão (*Brachyplatystoma platynema*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Espécie	Tratamento <sup>1</sup>	Umidade (%)	p-valor <sup>2</sup>	Cinzas (%)	p-valor <sup>2</sup>	Proteína (%)	p-valor <sup>2</sup>
<i>Brachyplatystoma platynema</i>	CC	3,77 ± 0,08	0,32	24,32 ± 0,52	< 0,05	39,67 ± 1,16	< 0,05
	SC	1,24 ± 0,09		10,30 ± 0,45		42,63 ± 0,90	
<i>Colossoma macropomum</i>	CC	4,32 ± 0,14		25,36 ± 1,63		52,69 ± 0,72	
	SC	1,73 ± 0,17		14,82 ± 0,89		47,93 ± 1,46	

<sup>1</sup> CC - com cocção; SC - sem cocção.

<sup>2</sup> p-valor < 0,05, indica interação entre fatores significativa pelo teste F.

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão da composição centesimal das farinhas obtidas a partir de resíduos das espécies babão (*Brachyplatystoma platynema*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Espécie	Tratamento <sup>1</sup>	Lipídios (%)	p-valor <sup>2</sup>	pH	p-valor <sup>2</sup>	Carboidratos (%)	p-valor <sup>2</sup>
<i>Brachyplatystoma platynema</i>	CC	24,53 ± 3,19	0,53	8,43 ± 0,03	< 0,05	7,71 ± 3,62	< 0,05
	SC	39,43 ± 2,76		6,34 ± 0,02		6,41 ± 2,64	
<i>Colossoma macropomum</i>	CC	11,48 ± 1,62		8,39 ± 0,06		6,15 ± 2,48	
	SC	27,21 ± 2,55		5,28 ± 0,05		8,31 ± 3,17	

<sup>1</sup> CC - com cocção; SC - sem cocção.

<sup>2</sup> p-valor < 0,05, indica interação entre fatores significativa pelo teste F.

Para a variável umidade (Tabela 1), as médias foram estatisticamente superiores (p-valor < 0,05) para os tratamentos com cocção, com valores de 3,77% para o babão e 4,32% para o tambaqui, em relação aos tratamentos sem cocção, com médias de 1,24% para o babão e 1,73% para o tambaqui. Além disso, essas médias foram significativamente maiores para a espécie tambaqui em relação à espécie babão (p-valor < 0,05).

Possivelmente os menores níveis observados nas farinhas obtidas sem cocção, ocorreram pela maior perda de umidade destas amostras ao serem

submetidas a etapa de desidratação em estufa por um período de tempo maior com relação as farinhas obtidas com cocção.

Em comparação ao estudo realizado por Petenuci et al. (2010), no qual foi observado o teor de umidade de 14,20% para farinha de espinhaço de tilápia, os níveis de umidade obtidos são inferiores aos observados pelos autores para ambas espécies e tratamentos.

Considerando a espécie babão, para o percentual de cinzas (Tabela 1), as médias foram significativamente maiores ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) para o tratamento com cocção (24,32%) em relação ao tratamento sem cocção (10,30%). Para a espécie tambaqui, as médias também foram significativamente maiores ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) para o tratamento com cocção (25,36%) em relação ao tratamento sem cocção (14,82%). As médias de percentual de cinzas obtidas para a espécie tambaqui foram estatisticamente maiores do que as médias obtidas para a espécie babão ( $p$ -valor  $< 0,05$ ).

O alto teor de cinzas é um dos fatores preocupantes ao se tratar do uso de farinha obtidos a partir de resíduos de peixes, visto que sua inclusão em altos teores em rações ocasionará altos teores de fósforo e, possivelmente, a eutrofização de corpos hídricos (BOSCOLO et al., 2004).

Os valores observados para a variável cinzas neste estudo corroboram com os resultados de Oliveira Filho e Fracalossi (2006) e Higuchi (2015). Teores inferiores de cinzas foram observados por Petenuci et al. (2010) em farinha composta por espinhaço de tilápia e por Boscolo et al. (2008) em farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia.

Na literatura as informações sobre níveis de cinzas em farinhas consideradas de melhor qualidade variam, sendo possível observar que se tratam daquelas que possuem níveis de cinzas inferiores a 15% de matéria mineral (GAYLORD; GATLIN, 1996; MAINA et al., 2002; SALES; BRITZ, 2003) e aquelas que possuem teor de cinzas variando entre 17 e 25% (MILES; CHAPMAN, 2015). Sendo assim, apenas a farinha obtida com resíduos de tambaqui com cocção



apresentou teor ligeiramente superior ao limite indicado por Miles e Chapman (2015).

Na variável proteína (Tabela 1), as médias obtidas para a espécie babão foram significativamente maiores ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) para o tratamento sem cocção (42,63%) em relação ao tratamento com cocção (39,67%). Para a espécie tambaqui, os resultados foram inversos, sendo a maior média de proteínas obtida para o tratamento com cocção (52,69%) em comparação ao tratamento sem cocção (47,93%). Comparando entre as espécies, as médias do percentual de proteína na farinha para a espécie de tambaqui foram superiores estatisticamente às médias obtidas na espécie babão ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) independentemente do tipo de tratamento.

Teores de proteína bruta semelhantes em farinhas de peixe foram observados por Higuchi (2015), Boscolo et al. (2008) e Vidotti e Gonçalves (2006), caracterizando essas farinhas como alimento proteico. No trabalho de Higuchi (2015), relaciona-se o maior teor de proteína a composição da matéria-prima utilizada. No caso do tambaqui foram utilizados espinhaços contendo pequenas quantidades de carne aderida, proporcionando um maior teor de proteína bruta e menor teor de cinzas.

As médias observadas para o percentual de lipídios (Tabela 2) foram estatisticamente superiores ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) nos tratamentos sem cocção, sendo 39,43% para o babão e 27,21% para o tambaqui, em comparação às médias obtidas no tratamento com cocção, 24,53% para babão e 11,48% para tambaqui. Os percentuais médios de lipídios encontrados nas farinhas foram significativamente maiores ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) para a espécie babão, em relação à espécie tambaqui.

O resultado observado para farinha de babão sem cocção corrobora com o que foi observado durante sua produção, onde se obteve um quantitativo de óleo superior às outras produções (etapa de desidratação), em relação ao tempo de produção, visto que a desidratação da amostra foi lenta. Os teores de lipídios observados neste estudo para as farinhas de tambaqui (SC) e babão (CC) são próximos ao observado por Petenuci et al. (2010) (25,3%).

Para os valores de pH (Tabela 2), o tratamento com cocção apresentou maiores médias (p-valor < 0,05) para as espécies babão (8,43) e tambaqui (8,39), em comparação com o tratamento sem cocção para as espécies babão (6,34) e tambaqui (5,28). Os valores médios de pH foram estatisticamente superiores para a espécie babão em relação à espécie tambaqui (p-valor < 0,05).

Não houveram diferenças significativas para as médias do percentual de carboidratos entre as espécies tambaqui e babão dentro do tratamento com cocção (p-valor = 0,16) e dentro do tratamento sem cocção (p-valor = 0,09). Da mesma forma, não houveram diferenças significativas para as médias dos tratamentos com e sem cocção dentro da espécie babão (p-valor = 0,24) e dentro da espécie tambaqui (p-valor = 0,06).

Os teores de carboidratos para as farinhas de babão e tambaqui para ambos tratamentos foram superiores aos encontrados por Higuchi (2015) que obteve 3,54 e 0,36% para farinhas de patinga e pintado real, respectivamente.

Além de proporcionar um excelente perfil de ácidos graxos essenciais, os lipídios na farinha de peixes também fornecem um alto teor de energia para a dieta ao serem incluídos em rações para alimentação animal, já que os teores de carboidratos presentes em farinhas de peixes são baixos como foi observado no presente estudo, portanto a quantidade de energia presente nessas farinhas está relacionada diretamente à porcentagem de proteína e óleo presentes (MILES; CHAPMAN, 2015).

A farinha de resíduos de peixe é uma fonte alternativa de proteína na formulação de rações para peixes, destaca-se que os peixes necessitam dos aminoácidos presentes na proteína dos alimentos para que consigam crescer adequadamente (GUILHERME et al., 2006). Os níveis de proteína total contidos em dietas típicas para peixes podem variar de 32% a 45% de proteína total em peso, já a inclusão da farinha de peixe em dietas para animais terrestres geralmente ocorre em níveis de 5% ou inferiores (MILES; CHAPMAN, 2015).

O resultado da análise microbiológica mostrou a ausência de *Salmonella* spp. em todas as amostras analisadas, se mostrando em conformidade com a

Instrução Normativa 34/2008 na qual, consta que devem estar previstas análises periódicas para garantir a ausência de *Salmonella* spp. em 25 (vinte e cinco) gramas do produto acabado, sendo assim, as farinhas obtidas para ambas espécies e tratamentos mostraram-se em conformidade com a legislação.

**Conclusão:** Na produção das farinhas a partir de resíduos de babão e tambaqui foram obtidos maiores teores de rendimento para àquelas obtidas sem a etapa de cocção, provavelmente pelo fato de ocorrerem maiores perdas no processo de cozimento das amostras. As técnicas utilizadas para a produção de farinha se mostraram economicamente viáveis e a partir delas, foram obtidos bons resultados de composição centesimal nas farinhas produzidas, com destaque à farinha de resíduos de tambaqui (CC), pois apresentou maior teor proteico e menor teor lipídico, sendo o teor proteico observado superior ao da ração comercial avaliada. Portanto, recomenda-se a metodologia com cocção para a obtenção de farinha a partir de resíduos, e também que sejam adotadas técnicas a fim de reduzir os teores lipídicos das farinhas e prolongar o tempo de prateleira.

Portanto, verificou-se que o reaproveitamento de resíduos de peixes para a obtenção de farinhas é uma alternativa promissora e de baixo custo que pode ser aplicada visando a minimização de impactos ambientais negativos que são causados pelo descarte inadequado destes resíduos, como vem ocorrendo não só no sul do Amazonas, como também em outros estados brasileiros. Sabendo da necessidade de tornar a cadeia produtiva do pescado mais sustentável, a adoção desta prática pode ser um dos caminhos para a sustentabilidade nessa atividade.

**Agradecimentos:** Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela bolsa de pesquisa concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS:

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-10004: Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ABREU, L. F.; RIBEIRO, S. da C. do A; ARAÚJO, E. A. F. de. Processo agroindustrial: Elaboração de farinha de resíduos de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para uso como ingrediente de rações de pescado videira. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 5p.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A. A. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Ciência Rural, v. 38, n. 9, 2008, p. 2579-2586.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R. A. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, p. 8-13, 2004.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A.; SCHAEFER, A.; REIDEL, A. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 6, p. 1819-1827, 2005.

CAMPOS, J. M. de; CASSOL, G. Z.; REZENDE DE SOUZA, J. H.; BRUNO, V. C. F. G. de S.; FOGAÇA, F. H. dos S.; SAVAY DA SILVA; L. K. Cocção como método de deslipidificação de concentrado proteico de tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G.; NOGUEIRA, W. V. Tópicos em ciências dos alimentos. Nova Xavantina: Pantanal Editora, 2020. p. 6-20.

CORADINI, M. F. Farinhas de tilápia do Nilo e salmão elaboradas por diferentes metodologias e sua aplicação em produto alimentício. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018. 79f.

EYNG, C.; NUNES, R. V.; POZZA, P. C.; SILVA, W. T. M. da; NAVARINI, F. C.; HENZ, J. R. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias em rações para frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 12, p. 2670-2675, 2010.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.

GAYLORD, T. G.; GATLIN III, D. M. Determination of various feedstuffs for red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, v.139, p.303-314, 1996.

GUILHERME, R. F.; CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, P. A. S. Caracterização química e perfil aminoácídico da farinha de Silagem de cabeça de camarão. *Cienc. Agrotec.*, v. 31, p. 793-797, 2006.

HIGUCHI, L. H. Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixe neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015. 86p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Densidade demográfica. 2016. Disponível em: <<http://http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=130170&search=amazonas|humaita>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Regional do Brasil. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/2231-np-divisoes-regionais-do-brasil/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/humaita/panorama>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal. 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940#resultado>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

LIMA, C. A. S. Caracterização e diagnóstico do perfil socioeconômico da piscicultura no estado do Amazonas. 2018. 237f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

MAINA, J. G. et al. Digestibility and feeding value of some feed ingredients fed to tilapia *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture Research*, v.33, p.853-862, 2002.

MILES, R. D.; CHAPMAN, F. A. The benefits of Fish Meal in Aquaculture Diets. Fisheries and Aquatic Sciences Department UF/IFAS Extension, p. 1-6, 2015.

MORAES, M. K. M. de. Percepção ambiental dos pescadores artesanais de Humaitá-AM. 2017. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, 2017.

MOURA, R. de A.; WADA, C. S.; PURCHIO, A.; ALMEIDA, T. V. de. Técnicas de Laboratório. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2002.

NUNES, M. L. Farinha de Pescado. Gonçalves AA (org.). Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. 362-371p.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FRACALOSSO, D. M. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1581-1587, 2006.

PEIXE BR. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2020. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2020. 136p.

PETENUCCI, M. E.; STEVANATO, F. B.; MORAIS, D. R.; SANTOS, L. P.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Composição e estabilidade lipídica da farinha de espinhaço de tilápia. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 5, p. 1279-1284, 2010.

SALES, J.; BRITZ, P. J. Apparent and true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). Aquaculture Nutrition, v. 9, p. 55-64, 2003.

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus. Estudo de Potencialidades - Estudo de Viabilidade Econômica. Piscicultura, Sumário Executivo. Superintendência da Zona Franca de Manaus - Suframa, v. 8, p. 1-18, 2003. Disponível em: <[http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj\\_pot\\_regionais/sumario/piscicultura.pdf](http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/sumario/piscicultura.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2020.

VIDOTTO, E.; PESSEDA, L. C. R.; RIBEIRO, A. de S.; FREITAS, H. A. de; BENDASSOLLI, J. A. Dinâmica do ecótono floresta-campo no sul do estado do Amazonas no Holoceno, através de estudos isotópicos e fitossociológicos. Acta Amazônica, v. 37, n. 3, p. 385-400, 2007.

# GENTRIFICAÇÃO VERDE: EXPLORANDO O CONCEITO PARA O CASO BRASILEIRO

Luiza Fernandes Tamas<sup>1</sup>; Pedro Henrique Campello Torres<sup>2</sup>

1 - Luiza Fernandes Tamas. Universidade de São Paulo. [luiza.tamas@usp.br](mailto:luiza.tamas@usp.br)

2 - Pedro Henrique Campello Torres. Universidade de São Paulo. [pedrotorres@usp.br](mailto:pedrotorres@usp.br)

**RESUMO:** Gentrificação Verde é um termo que deriva do conceito de Gentrificação, cunhado por Ruth Glass, nos anos 60, para se referir a mudanças espaciais e sociais em bairros em Londres, que antes eram habitados por trabalhadores e que passaram a ser ocupados pela classe média (Ruth Glass, 1964 *Apud* Torres e col., 2019). O fenômeno passou, então, a ser analisado e concebido a partir de diferentes perspectivas, chegando até a incorporação do adjetivo Verde, que adiciona a dimensão ambiental ao contexto e mostrando, como feito por Gould e Lewis (2016) e Anguelovski (2015), que melhorias na qualidade ambiental podem levar à expulsão de antigos moradores e transformação nos usos das áreas. Este trabalho buscou analisar o desenvolvimento desse campo de estudo no Brasil, a partir da revisão sistemática da literatura, com base em 23 trabalhos resultantes de buscas no Google Acadêmico. Como resultado, é notável que os estudos na área, no Brasil, ainda são recentes e vêm crescendo nos últimos anos, advindo de fontes diversificadas e heterogêneas, com destaque para a participação das áreas das Ciências Sociais e das Universidade no desenvolvimento dos trabalhos. Percebe-se também uma concentração de publicações nas regiões Sul e Sudeste, indicando disparidades inter-regionais.

**Palavras-Chave:** Gentrificação Verde, Brasil, Análise de Campo.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16702261>

**ABSTRACT:** Green Gentrification is a term that derives from the concept of Gentrification, coined by Ruth Glass in the 60s, to refer to spatial and social changes in neighborhoods in London, which were previously inhabited by workers and now occupied by the middle class ( Ruth Glass, 1964 Apud Torres et al., 2019). The phenomenon then began to be analyzed and conceived from different perspectives, including the incorporation of the adjective Green, which adds the environmental dimension to the context and showing, as done by Gould and Lewis (2016) and Anguelovski (2015), improvements in environmental quality that can lead to the displacement of former residents. Or the transformation of the uses of the areas. This paper sought to analyze the development of this field of study in Brazil, based on a systematic literature review and 23 works resulting from searches on Google Academic. As a result, it is remarkable that studies in the area, in Brazil, are still recent and have been growing in recent years, coming from diverse and heterogeneous sources, with emphasis on the participation of the areas of Social Sciences and universities in the development of the work. There is also a concentration of publications in the South and Southeast regions, indicating inter-regional disparities.

**Keywords:** Green Gentrification, Brazil, Field Analyzes

**Introdução:** O fenômeno da gentrificação, abordado por Ruth Glass, nos anos 60 (1964), no contexto Europeu e mais especificamente em Londres (Glass, 1964, *Apud* Torres e col., 2019), e depois retomado por Neil Smith, já no final da década de 70 (Torres e col., 2019), refere-se a um processo cuja definição pode ser bastante diversificada, assumindo variações a partir da percepção de diferentes autores(as). Quando abordado pela primeira vez, na obra de Ruth Glass, o conceito tinha relação com a modificação social e espacial de bairros em Londres, anteriormente ocupados por trabalhadores e que passaram a ser habitados pela classe média (Glass, 1964, *Apud* Torres e col., 2019). Dessa forma, há uma expulsão da população anterior, que deixa de ter condições de viver em determinada área, devido ao aumento do custo de vida na localidade, advindo de algum processo de renovação ou revitalização, de espaços que antes sofriam com



um ou os dois elementos apontados por Neil Smith: o abandono e a sub ou desvalorização (Smith, 1079, *Apud* Torres e col., 2019).

Mais recentemente, no entanto, os estudos a respeito dos processos de gentrificação vêm assumindo novas formas e considerando outros aspectos, o que amplia e complexifica este campo de pesquisa. Uma dessas abordagens é a da Gentrificação Verde, identificada por Gould e Lewis (2016) ao analisarem as mudanças no bairro de Chelsea, em Nova York, após a implantação do High Line Park, um parque urbano instalado sobre uma antiga linha de trem elevada. Esse novo espaço de lazer acabou levando a modificações na forma de ocupação da região e fazendo os preços dos imóveis aumentarem, o que acarretou a expulsão de parte da população local, que não conseguiria arcar com os custos de se manter ali. Sendo assim, a gentrificação verde está associada a essa mudança social e econômica dos locais em decorrência do estabelecimento de infraestruturas e projetos que objetivem a melhoria da qualidade ambiental de um lugar. Isso envolve a expulsão de antigos ocupantes e a apropriação da área, muitas vezes, por pessoas de renda mais alta. (TORRES et al., 2019)

Gould e Lewis ainda levantam alguns questionamentos, citados por Torres et al. (2019), envolvendo a gentrificação verde, como: “o esverdeamento embranquece?”, ou seja, se a criação ou restauração de áreas verdes acaba levando à uma ocupação majoritariamente branca (ou com um percentual de pessoas brancas maior do que o anterior); “o esverdeamento enriquece?”, uma referência a mudanças no perfil de renda da população da localidade; e “o esverdeamento eleva os preços de aluguel e moradia?”, fenômeno relacionado com a valorização do metro quadrado de imóveis locais e com a especulação imobiliária. Todas essas questões estão intimamente conectadas, ainda mais em um cenário desigual e racista como o brasileiro.

Isabelle Anguelovski (2015), por exemplo, baseada em uma análise sob o viés da justiça ambiental, aponta para a distribuição desigual de riscos ambientais nos Estados Unidos, que recaem principalmente sobre áreas majoritariamente habitadas por pessoas negras e latinas, que acabam mais expostas e afetadas por tais riscos. As supostas respostas a esse cenário de injustiça ambiental (no qual

populações mais pobres convivem muitas vezes com uma menor qualidade ambiental), por meio da criação de parques e amenidades verdes em áreas antes desprovidas dessas estruturas, podem, no entanto, gerar deslocamentos forçados, dadas as modificações socioespaciais elencadas anteriormente. Isso provoca a consideração desses novos espaços verdes como “usos da terra não desejados localmente” (LULUs, na sigla em inglês) pela população do entorno, o que demonstra o quão importante seria considerar os interesses locais e debater novos projetos a partir de análises políticas.

Diante dessa situação, Anguelovski (2015) ressalta a existência de um paradoxo associado à justiça ambiental e aos casos de gentrificação verde, já que as mudanças que promovam melhorias na qualidade ambiental de um bairro cuja população tem menor renda ou é majoritariamente negra ou latina, e que antes sofria com a falta de infraestrutura para lazer ou de vegetação, acabam, muitas vezes, levando à expulsão dessa população, que continua não usufruindo dos benefícios das mudanças ambientais, mantendo-se a situação de exclusão e injustiça.

No Brasil, o processo de gentrificação verde assume formas particulares, que apresentam especificidades não encontradas em muitos estudos realizados na Europa ou Estados Unidos. Tal constatação pode ser feita a partir da análise de casos nacionais, envolvendo amenidades verdes e modificações e impactos socioespaciais ligados ao seu estabelecimento. Mesmo diante de toda a diversidade de casos existentes na realidade brasileira, que representam um imenso potencial de contribuição para a compreensão dos processos de gentrificação verde, com suas especificidades e variabilidades em diferentes contextos, ainda são poucos os estudos voltados para este cenário.

É em tal contexto que este trabalho se insere, tendo como foco, inicialmente, a análise do panorama atual de publicações envolvendo o tema da gentrificação verde no Brasil e identificando as características da evolução e desenvolvimento deste campo de pesquisa no país, considerando o número de publicações ao longo dos últimos anos, as áreas do conhecimento mais presentes em tais publicações, as fontes que mais publicam (revistas, universidades, no caso

de teses, dissertações, entre outros), os estados das publicações. Todos esses dados foram apresentados em forma de gráfico, que serão mostrados e descritos na seção destinada aos resultados parciais da pesquisa.

Refletir sobre a produção social das desigualdades ambientais é imperativo ao contemporâneo debate sobre uma recuperação verde no pós-Covid-19. Por um lado, inúmeras soluções são apresentadas. No entanto, por outro lado, é fundamental discernirmos processos que apenas reproduzem ou atenuam desigualdades ambientais e favorecimento de grupos de elites face às populações em estado de vulnerabilidade. O presente trabalho busca contribuir com essas reflexões.

**Material e Métodos:** O presente trabalho é baseado em revisão sistemática da literatura, a partir de trabalhos resultantes de buscas na plataforma do Google Acadêmico, escolhida por apresentar mais resultados em língua portuguesa em comparação com outras bases de dados internacionais. Tal escolha é justificada pelo escopo desta pesquisa, que se volta justamente para o cenário nacional e, em um primeiro momento, para o delineamento e mapeamento das características das pesquisas já desenvolvidas ou publicadas no Brasil no campo da “Gentrificação Verde”.

A procura pelos trabalhos a serem revisados foi feita a partir de diferentes descritores, como: “Green Gentrification” “Brazil”, que gerou 183 resultados; “Gentrificação Verde”, com 32 resultados; “Gentrificación Verde”, com 25 resultados; “Gentrificação Verde” “Justiça Ambiental”, com 12 resultados; “Ecogentrificação”, com 2 resultados; e, por fim, “Eco Gentrificação”, com 3 resultados.

Foram, então, selecionados os 32 resultados obtidos com a pesquisa pelo descritor “Gentrificação Verde”, considerando a quantidade razoável de trabalhos a serem examinados, que não seria nem tão baixa a ponto de diminuir a robustez da revisão bibliográfica pretendida, nem tão alta a ponto de inviabilizar uma análise mais cuidadosa de cada um dos trabalhos. e pensando também na

pertinência dos documentos com o tema e o propósito deste trabalho, que se preocupa justamente com o conceito de “Gentrificação Verde”. Um dos resultados da pesquisa pelo descritor “Eco Gentrificação” também foi selecionado, por envolver espaços públicos verdes, bastante ligados ao tema aqui abordado.

A partir daí, os resultados foram examinados com mais detalhe e se notaram algumas repetições, com trabalhos aparecendo mais de uma vez, às vezes com o título em línguas diferentes, o que, conseqüentemente, levou a um número superestimado de resultados. Com a desconsideração das redundâncias, ficaram 25 resultados, que foram organizados em uma planilha, com seus(suas) respectivos(as) autores(as), tipo de trabalho (artigo, resenha, tese, capítulo de livro), data e revista de publicação e área do conhecimento envolvida em seu desenvolvimento..

Após essa etapa, com a leitura dos resumos foi possível identificar a pertinência de seu conteúdo com os propósitos definidos para esta revisão. Nesse processo, três trabalhos foram desconsiderados, por terem sido publicados fora do Brasil e não serem dedicados à análise da realidade brasileira, levando a 22 trabalhos, ao final. Dentre eles, havia teses, dissertações, capítulos de livro, resenha, artigos, já que não adotamos o formato de artigo como critério de exclusão.

Todos os 22 trabalhos foram, mais uma vez, planilhados, desta vez em uma tabela que continha seus títulos, ideias centrais presentes em seus respectivos resumos e as palavras-chave. Em paralelo a esta fase, elaborou-se gráficos com dados já presentes na planilha inicial (com data, revista, área do conhecimento), mas que abarcam somente as 22 publicações selecionadas.

Por último, em uma retomada da busca com o descritor “Eco Gentrificação”, mais um trabalho, ainda não contemplado, foi adicionado às publicações revisadas, o que elevou o montante de bibliografias a 23.

**Resultados:** O primeiro passo para o entendimento sobre o caminho percorrido pela pesquisa envolvendo a “gentrificação verde”, ou com menção a

este conceito ou processo, é a compreensão da evolução no número de publicações ao longo dos anos. Os 23 trabalhos resultantes das buscas no Google Acadêmico e das seleções posteriores estão dispostos nas Figuras 1 e 2, em ordem cronológica de sua publicação. Na primeira figura, os dados são apresentados em colunas e, na segunda, em linha, o que facilita a percepção das variações, com as ascensões e quedas. Os resultados demonstram que os trabalhos na área, no Brasil, são bastante recentes, com o primeiro sendo publicado em 2017, como uma resenha, de Torres (2017) do trabalho de autores internacionais (Gould e Lewis, 2016), ou seja, a gentrificação verde ainda não aparece como um conceito aplicado à realidade brasileira.

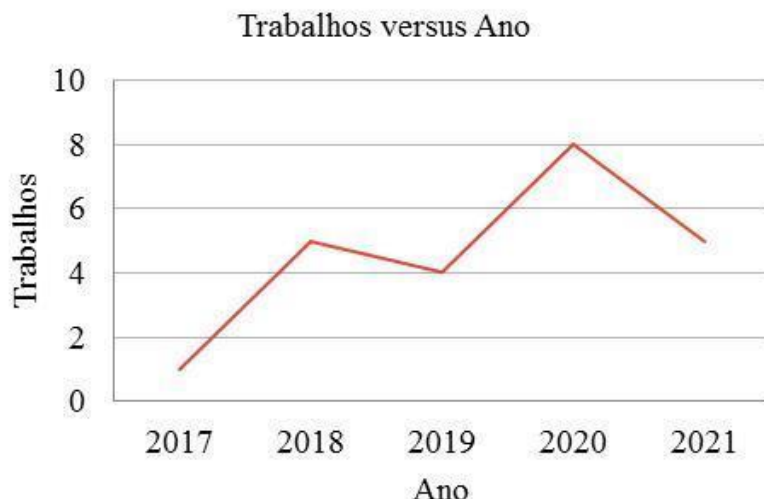
No ano seguinte a essa primeira publicação, em 2018, cinco novos trabalhos são concluídos, o que demonstra um significativo incremento à bibliografia da área. Em 2019, no entanto, há um pequeno declínio nas publicações, com uma a menos que no ano anterior, ainda assim é uma quantidade expressiva se comparada à 2017. Em 2020, os trabalhos duplicam em relação a 2019, com 8 publicações. Por fim, em 2021, até Julho, o número de publicações já havia ultrapassado a metade da quantidade publicada em 2020, o que pode sinalizar um potencial para um ano que repita ou até ultrapasse os resultados anteriores.

Figura 1 - Distribuição dos trabalhos por ano de publicação (em colunas).



Fonte: elaboração própria.

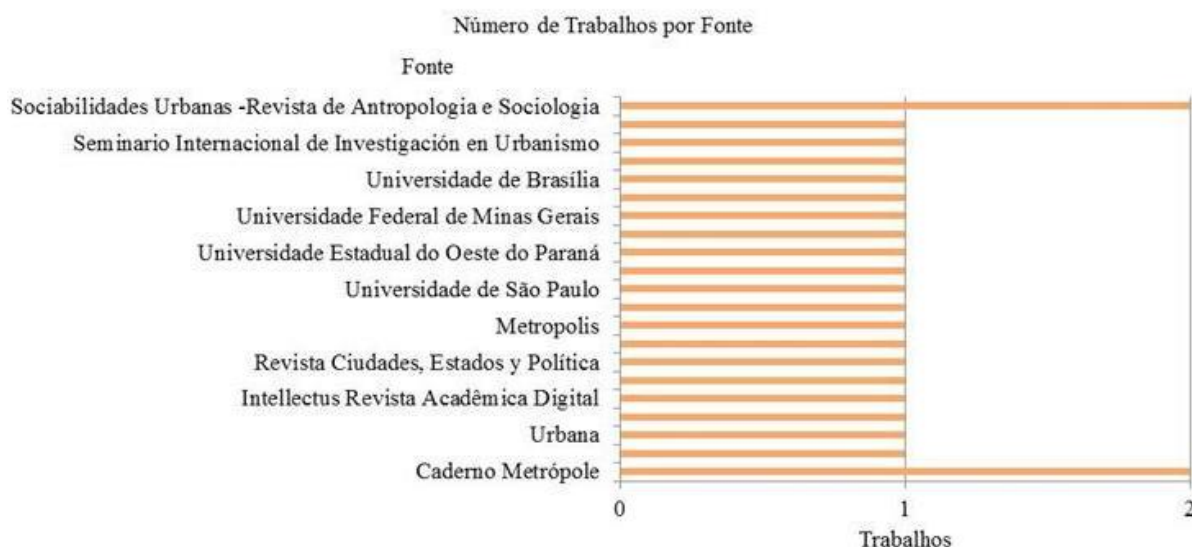
Figura 2 - Distribuição dos trabalhos por ano de publicação (em linha).



Fonte: elaboração própria.

Em relação às revistas ou fontes que mais publicaram trabalhos relacionados à gentrificação verde, percebe-se, na Figura 3, que as revistas “Sociabilidades Urbanas” e “Caderno Metr6pole” t6m maior participa76o, no entanto, n6o podemos afirmar que h6 uma concentra76o das publica76oes nessas revistas, j6 que a diferen76a para as outras fontes apenas parece expressiva (o dobro das outras) pela quantidade de trabalhos correspondente a cada uma ser pequena. Assim, 6 poss6vel perceber que as fontes de publica76oes na 6rea s6o bastante diversificadas e heterog6neas, com destaque para as universidades, respons6veis por 8 das 23 publica76oes, sob a forma de teses, disserta76oes e um trabalho de conclus6o de curso.

Figura 3 - Distribui76o dos Trabalhos por fontes de publica76o.

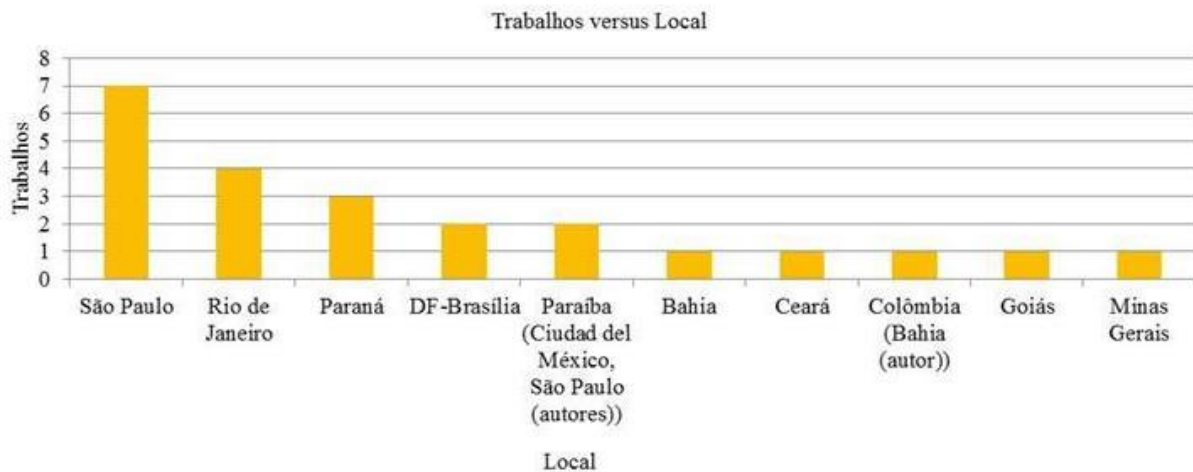


Fonte: elaboração própria.

Um outro ponto importante de ser analisado para o entendimento do desenvolvimento de um campo de pesquisa é a localização das publicações. Essa informação permite que disparidades sejam notadas, como a concentração de trabalhos sendo publicados em certas regiões, enquanto outras quase não apresentam estudos na área publicados em suas delimitações. É importante salientar que foram consideradas nesta revisão e para a elaboração da Figura 4, que apresenta a relação da quantidade de trabalhos publicados por localização, as localidades de publicação e não de estudo. Um exemplo disso são os dois estudos publicados na Paraíba, pela revista *Sociabilidades Urbanas - Revista de Antropologia e Sociologia*, mas realizados por pesquisadores da Cidade do México (Arreortua e Montaño, 2018) e de São Paulo (Sakata e et al., 2018), sendo que estes últimos analisaram casos de Goiânia. As áreas de publicação são, em sua maioria, estados brasileiros, com exceção de um trabalho, publicado na Colômbia, mas de autor brasileiro e que aborda o contexto do país.

Com os resultados expostos na Figura 4, é possível notar que há, sim, uma concentração das publicações, na região Sudeste, origem de 12 dos 23 trabalhos, que partem principalmente de São Paulo e Rio de Janeiro. Em seguida, vêm as regiões Nordeste e Sul, ambas com 4 publicações, no entanto, é perceptível que, no Nordeste, a distribuição das publicações é menos díspar, englobando três estados (Paraíba, Bahia e Ceará), enquanto no Sul todos os quatro trabalhos partem do Paraná. Depois, vem a região Centro-Oeste, com três publicações (DF-Brasília e Goiás), e a única publicação fora do território nacional selecionada, na Colômbia. É perceptível também a falta de publicações na região Norte, o que demonstra desigualdades inter-regionais.

Figura 4 - Quantidade de Trabalhos por localidade da publicação.



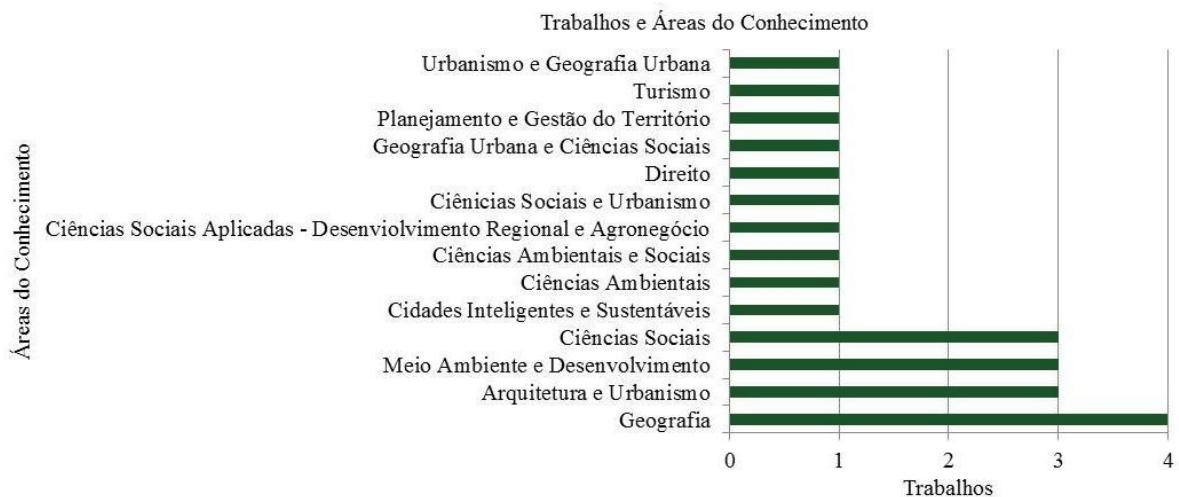
Fonte: elaboração própria.

Uma última relação também importante para as análises pretendidas para este trabalho, é a da quantidade de publicações e área do conhecimento, já que tais dados possibilitam a identificação de quais áreas e estudiosos estão se dedicando mais ao tema da gentrificação verde e qual é a perspectiva que está se manifestando com maior frequência nas análises e trabalhos a respeito deste fenômeno no Brasil. A criação das classes nas quais os trabalhos foram incluídos para a geração dos resultados constantes da Figura 5 se baseou principalmente na área de atuação dos(as) autores(as), considerando o departamento em que trabalham ou estudaram, em alguns casos.

Com a análise da Figura 5, é notável a participação das áreas da Geografia, Arquitetura e Urbanismo, Meio Ambiente e Desenvolvimento e das Ciências Sociais, que superariam as publicações na área da Geografia se fossem considerados em conjunto todos os trabalhos cuja classificação de área menciona Ciências Sociais. Essa forte presença das ciências sociais indica a íntima ligação entre o estudo da gentrificação-verde e das dinâmicas sociais, sobretudo aquelas associadas à justiça ambiental.



Figura 5 - Distribuição dos trabalhos por área do conhecimento.



Fonte: elaboração própria.

**Conclusão:** A partir dos resultados encontrados e apresentados até aqui e considerando as bibliografias selecionadas, algumas considerações podem ser feitas acerca do desenvolvimento do campo de estudo da Gentrificação Verde no Brasil. Uma delas é de que se trata de um tema ainda pouco explorado no país, que, no entanto, tem grande potencial para o avanço de pesquisas na área, com suas especificidades, já apontadas por Torres et al. (2019). Pode-se apontar também que algumas perspectivas regionais podem estar deixando de ser retratadas, ao considerarmos as desigualdades no número de publicações em cada região.

Em relação às áreas do conhecimento e fontes de publicação, certa diversidade é percebida na segunda, enquanto na primeira se identifica uma concentração, já esperada, nas áreas de Ciências Humanas e, principalmente, Sociais. Além disso, deve-se ressaltar o papel que as universidades vêm tendo para o crescimento do número de publicações sobre o tema. Trata-se de tema fundamental para refletir sobre os caminhos do desenvolvimento sustentável justo em um mundo com e pós-covid-19.

**AGRADECIMENTOS:** à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo nº 2021/02561-6 e processo nº 2018/06685-9.

## REFERÊNCIAS:

ANGUELOVSKI, I. From Toxic Sites to Parks as (Green) LULUs? New Challenges of Inequity, Privilege, Gentrification, and Exclusion for Urban Environmental Justice. *JOURNAL OF PLANNING LITERATURE*, v. 31, 1, p. 23- 36, outubro de 2015.

ARREORTUA, L. A. S.; MONTAÑO, A. M. P.. Reformas neoliberales y crecimiento de la periferia de la Zona Metropolitana del Valle del México. *SOCIABILIDADES URBANAS - Revista de Antropología e Sociología*, v. 2, n. 6, p. 125- 136, novembro de 2018.

GOULD, K. A. e LEWIS, T. L. *Green Gentrification: urban sustainability and the struggle for environmental justice*. Londres, Routledge, 2016.

SAKATA, F. G.; MEDEIROS, W.; GONÇALVES, F. M.. Gentrificação verde em Goiânia: O papel dos parques brasileiros do século XXI nas transformações urbanas. *SOCIABILIDADES URBANAS - Revista de Antropologia e Sociologia*, v. 2, n. 6, p. 137- 149, novembro de 2018.

TORRES, Pedro Henrique C.. Gentrificação verde: novos debates, abordagens e agendas de luta na cidade contemporânea. *REVISTA E-METROPOLIS*, v. 31, p. 63, 2017.

TORRES, P. H. C; VIVIAN, M. M.; SANCHES, T. DE O. A. Produção capitalista do espaço e meio ambiente: ativismo urbano-ambiental e gentrificação verde no Brasil. *CADERNOS METRÓPOLE*, v. 21, p. 689-714, 2019.

# ESTUDO COMPARATIVO DO IMPACTO AMBIENTAL DOS PROJETOS DE DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, NO CONTEXTO BAIXADA SANTISTA.

Bruno Eduardo B. R. Torres<sup>1a</sup>; Luis Gustavo Bet <sup>1b</sup>; Fernando Ramos Martins<sup>2</sup>

1a – Bruno Eduardo Baptista Rodrigues Torres. Universidade Federal de São Paulo. [torres.bruno@unifesp.br](mailto:torres.bruno@unifesp.br)

1b – Luis Gustavo Bet. Universidade Federal de São Paulo. [gustavo.bet@unifesp.br](mailto:gustavo.bet@unifesp.br)

2 – Fernando Ramos Martins. Universidade Federal de São Paulo. [fernando.martins@unifesp.br](mailto:fernando.martins@unifesp.br)

**RESUMO:** A questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) vem se tornando uma das problemáticas mais presentes nas gestões públicas atuais. Mesmo após dez anos da instituição da Lei Federal nº 12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ainda existem diversas lacunas que precisam ser preenchidas para que as diretrizes e valores ligados às práticas mais sustentáveis e responsáveis sejam colocados em prática. Diante desse cenário, a região da Baixada Santista enfrenta problemas decisivos e complexos frente ao gerenciamento resíduos sólidos urbanos, pois o Sítio das Neves, maior aterro sanitário da região, está com a sua vida útil praticamente esgotada, sendo necessário a busca de solução para a destinação final compatível com as especificidades da região. Algumas propostas apresentadas geram uma discordância entre os tomadores de decisão, sociedade civil e o setor privado sobre qual a solução mais sustentável a ser implementada. O presente estudo investigou as principais soluções discutidas, propondo uma metodologia comparativa que utilize como variável central as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente para cada solução. As soluções analisadas foram: ampliação do Aterro Sítio das Neves, URE Valoriza Santos e Disposição Intermunicipal em aterro sanitário localizado no município de Mauá - SP. De forma geral, o estudo conclui que não existe uma solução única para a resolução da problemática da gestão de resíduos sólidos urbanos no contexto Baixada Santista (BS), mas sim soluções múltiplas que podem ser melhor desenvolvidas dentro de uma cadeia de realizações.

**Palavras-Chave:** Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos; Aterros Sanitários; Unidade de Recuperação Energética; Baixada Santista; Emissão de CO<sub>2</sub>.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16702195>

**ABSTRACT:** The issue of urban solid waste (USW) has become one of the most present problems in current administrations. Even ten years after the institution of Federal Law No. 12,305 / 10, the National Solid Waste Policy (PNRS), several gaps still require diligence to put more sustainable and responsible guidelines and values into practice. In this scenario, the Baixada Santista region faces decisive and complex problems concerning the management of urban solids, as the Sítio das Neves, the largest landfill in the region, has practically exhausted its life cycle requiring a new disposal solution meeting the region specific features. Some proposed proposals generate disagreement among decision-makers, civil society, and the private sector about implementing the most sustainable solution. The present study investigated some proposed solutions based on a comparative methodology that uses the equivalent CO<sub>2</sub> emissions as a central variable. The solutions analyzed were: the Energy Recovery Unit Valoriza Santos, expansion of the Sítio das Neves Landfill and waste transfer to intercity Disposition into a landfill located Mauá – SP, 30km away from the largest city of Baixada Santista region. In general, the study concludes that there is not only a single solution to solve the solid waste management in the Baixada Santista (BS) context, but multiple solutions that can be better developed within a chain of achievements.

**Keywords:** Urban Solid Waste; Sanitary Landfill, Energy Recovery Unit, Baixada Santista; CO<sub>2</sub> Emissions.

**Introdução:** Sem dúvida, as pautas ligadas às mudanças climáticas estão cada vez mais presentes nas principais agendas dos estados ao longo do mundo. A importância da discussão acerca desta temática cresce ao longo dos últimos anos com o processo acelerado de industrialização e desenvolvimento tecnológico dos centros urbanos, e o crescimento das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) para a atmosfera terrestre. O excesso das emissões intensifica o Aquecimento Global, que por consequência maior, afetam a ocorrência de fenômenos climáticos, como: eventos extremos (intensidade e frequência), derretimento de calotas polares, aumento do nível dos oceanos, fragilização de ecossistemas e diversos outros impactos socioeconômicos (IPCC, 2014).

A questão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é uma das questões mais críticas para a gestão pública brasileira, mesmo após 10 anos da instituição da Lei Federal nº 12.305/10, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ainda existem diversas lacunas que precisam ser preenchidas para que as diretrizes e valores ligados às práticas mais sustentáveis e responsáveis sejam colocados em prática (BRASIL, 2010).

As deficiências estruturais do saneamento brasileiro se manifestam principalmente nas esferas municipais. Na região metropolitana da Baixada Santista, por exemplo, os problemas não são muito diferentes. Ao longo dos últimos anos a região vem enfrentando problemas decisivos e complexos frente ao gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, pois o Aterro Sanitário Sítio das Neves, o maior da região, localizado na área continental do município de Santos e que recebe os resíduos produzidos por quase 1,5 milhão de pessoas de sete das nove cidades da Baixada Santista, vem enfrentando diversos problemas operacionais decorrentes do fato que a sua vida útil está praticamente esgotada. No entanto, a operação do aterro vem sendo mantida pela empresa Terrestre Ambiental - pertencente ao grupo Terracom responsável pela limpeza urbana e coleta de lixo na maioria das cidades da região – que refaz e ajusta os cálculos de capacidade. É notório a demanda por uma nova e urgente solução de destinação final de RSU (resíduos sólidos urbanos) compatível com a realidade da região (ISA, 2017).

Por ser uma das regiões mais importantes e desenvolvidas do país e pela necessidade de atender a regulamentação estabelecida para a gestão de resíduos sólidos urbanos, a RMBS sofre constante pressão da sociedade civil para a busca de solução sustentável da temática e em conformidade com as especificidades regionais. Alguns projetos de disposição final de RSU, estão em pauta na atualidade e três delas se destacam neste contexto. A primeira é a ampliação do Aterro Sítio das Neves. A segunda, refere-se ao consórcio de empresas privadas, denominado Valoriza Santos, responsável pela construção de uma unidade de recuperação energética (URE) no aterro Sítio das Neves. E por fim, a terceira proposta que ainda se refere a tecnologia de URE, mas neste caso os RSU gerados seriam direcionados e reaproveitados no município de Mauá, na RMSP. As

propostas geram discordância entre os tomadores de decisão, sociedade civil e o setor privado sobre qual a solução mais sustentável a ser implementada.

Os impactos associados a cada uma das propostas de gerenciamento dos RSU devem ser analisados com base em conhecimento atual sobre a temática e traduzidos de forma responsável e transparente para a sociedade. Assim, o objetivo principal do estudo foi de contribuir nesta temática por meio de análise das soluções de destinação de resíduos sólidos urbanos em pauta para a Baixada Santista considerando as emissões de CO<sub>2</sub> equivalente como variável chave, com intuito de prover informações para suporte da tomada de decisão sobre aquela que se apresenta mais adequada para a realidade da regional.

**Material e Métodos:** As soluções para o gerenciamento do RSU considerados nesse estudo dizem respeito a: Ampliação do Aterro (Projeto 1), URE Valoriza Santos (Projeto 2) e o Transporte dos RSU para a URE Mauá (Projeto 3). Essas soluções envolvem características pontuais e funcionalidades distintas, o que exige por sua vez, uma metodologia de elaboração do Balanço Total de Emissões de CO<sub>2</sub> (BTE) que relacione a conjuntura de toda a cadeia logística e operacional do projeto.

O *Balanço Total de Emissão de CO<sub>2</sub>* para o Projeto 1 considerou as seguintes condições:

- Emissão Rodoviária SN (Bloco A): estimativa de emissões devidas ao transporte do RSU considerando a distância percorrida entre a localização do aterro e sete dos nove municípios que compõem a RMBS (mensurado via Google Earth), em função do fator de emissão de CO<sub>2</sub> por km dos caminhões movidos a Diesel de 0,770 kg CO<sub>2</sub>/km (ALVARES, 2001);
- Emissão Aterro (Bloco C): estimativa do balanço de emissões de CO<sub>2</sub> Equivalente produzido pelo aterro até o horizonte de projeto de 2030 estimada a partir do emprego da Calculadora GHG Protocol (FGV, 2008). A série histórica de geração total de RSU

(t/ano) disponível no acervo histórico do Sistema Nacional de Informações Sanitárias (SNIS. 2021) foi utilizada para alimentar a estimativa numérica realizada com o aplicativo disponível para uso público.

Para o Projeto 2, o *Balanço Total de Emissão de CO<sub>2</sub>*(BTE) foi estimado a partir:

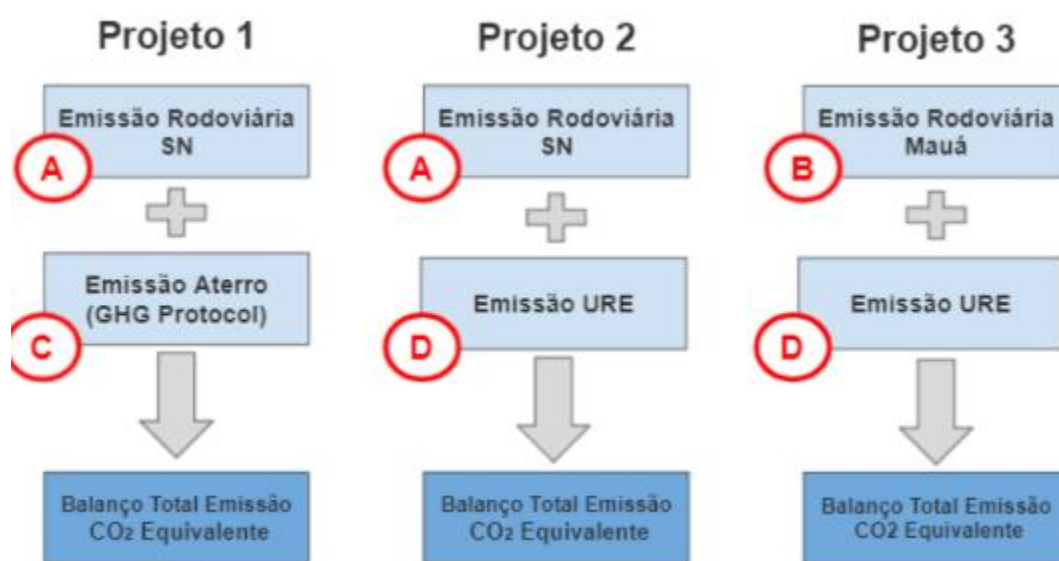
- Emissão Rodoviária SN (Bloco A): estimativa de emissões devidas ao transporte do RSU considerando a distância percorrida entre a localização da URE Sitio das Neves e sete dos nove municípios que compõem a RMBS (mensurado via Google Earth), em função do fator de emissão de CO<sub>2</sub> por km dos caminhões movidos a Diesel de 0,770 kgCO<sub>2</sub>/km (ALVARES, 2001);
- Emissão URE (Bloco D): estimativa da emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente produzida pelo empreendimento com base no fator de emissão de 0,458 ton CO<sub>2</sub>/ton RSU, apresentada pelo relatório *UK Waste Incineration Network* (UK WIN, 2018).

E para o Projeto 3, o *Balanço Total de Emissão de CO<sub>2</sub>*(BTE) foi estimado a partir:

- Emissão Rodoviária Mauá (Bloco B): estimativa de emissões devidas ao transporte do RSU considerando a distância percorrida entre a localização da URE Mauá e sete dos nove municípios que compõem a RMBS, em função da emissão de CO<sub>2</sub> por km dos caminhões movidos a Diesel. A quilometragem foi mensurada a partir de imagens de satélites;
- Emissão URE (Bloco D): estimativa da emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente produzida pelo empreendimento com base no fator de emissão de 0,458 ton CO<sub>2</sub>/ton RSU, apresentada pelo relatório *UK Waste Incineration* (UK WIN, 2018).

Os valores estimados de emissão de CO<sub>2</sub> equivalente foram comparados entre si para a construção da análise. A Figura 1 ilustra de forma esquemática a dinâmica do método empregado. É válido destacar que tanto para o Projeto 1, quanto para o Projeto 2, as emissões de CO<sub>2</sub> das UREs foram idênticos uma vez que as duas unidades adotaram a mesma tecnologia, e a quantidade de resíduos a ser processada como combustível também é a idêntica.

Figura 1 - Fluxo Esquemático do método de pesquisa



Fonte: Próprios autores

**Resultados:** A Tabela 1 mostra os resultados encontrados referentes ao Balanço Total de Emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente, para cada um dos projetos.

Tabela 1 - Quadro comparativo BTE

Emissão Total em CO <sub>2</sub> Equivalente		
Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3
Emissão Rodoviária SN (Bloco - A)	Emissão Rodoviária SN (Bloco - A)	Emissão Rodoviária Mauá (Bloco - B)
59.585	59.585	106.042
Emissão Aterro (Bloco - C)	Emissão UHE (Bloco - D)	Emissão UHE (Bloco - D)
678.874	2.751.618	2.751.618
Balanço Total de Emissão	Balanço Total de Emissão	Balanço Total de Emissão



738.459	2.811.203	2.917.245
---------	-----------	-----------

Fonte: Próprios Autores.

**Discussão:** Analisando os resultados encontrados a partir da metodologia proposta para o Balanço Total de Emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente (BTE), é possível observarmos que o Projeto 1 é aquele que apresenta menor emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente. O BTE indica que o Projeto 1 emitirá 26,3% da emissão do Projeto 2 e 25,31% da emissão do Projeto 3. Proporcionalmente, os Projetos 2 e 3, colaboram aproximadamente 3,9 vezes mais para aquecimento global, que o Projeto 1.

A tecnologia adotada nas UREs presentes nos Projetos 2 e 3, além de emitirem uma grande quantidade de GEE, também lançam para atmosfera outras substâncias tóxicas para a saúde dos sistemas biológicos. Segundo o EIA/RIMA Valoriza Santos, são previstas emissões de Material Particulado (PM<sub>10</sub>), NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, Hf, CO, Hidrocarbonetos Totais (HCT), Hg, entre outros compostos como as Dioxinas e Furanos. O interessante é que todas as concentrações que são destacadas nas previsões dos estudos disponibilizados pelos empreendedores estão pouco abaixo dos limites de emissão ou estão exatamente no limite de emissão previstos pela legislação.

Entretanto, essas estimativas de concentração de emissão de substâncias tóxicas são delicadas, pois a composição gravimétrica dos RSU é (ou será) modificada diariamente em função dos RSU coletados nos municípios e entregues para a queima. Além de ser questionável, uma previsão de concentração de emissão cravada nos limites previstos pela legislação não permite variações durante a operação caso sejam registradas alterações que não estavam previstas nos estudos.

Buscando entender um pouco mais sobre as quantidades e as consequências da exposição a essas substâncias, estimamos as prováveis emissões a partir dos fatores de emissão oferecidos pelo próprio EIA/RIMA do empreendimento para o horizonte de 10 anos (Tabela 2). Embora a emissão estimas desses poluentes seja significativamente menor que as emissões

previstas de GEE para os projetos dois e três, os valores em toneladas acumuladas nos mostram que é necessário nos atentarmos a esse passivo ambiental, pois de acordo com a Tabela 2, a exposição desses compostos aos sistemas biológicos pode ocasionar diversas consequências.

Tabela 2 - Consequência a exposição principais às substâncias tóxicas previstas pela emissão

Compostos	Emissão total 10 anos (ton)	Literatura	Possíveis consequências devido a exposição
MP10	56,76	Alpert et al., 2021; Saldiva et al., 1995;	Intensificam processo inflamatório das células do pulmão/ Aumentam o risco de mortes por doenças cardiovasculares / Entupimento das vias aéreas
NOx e SOx	416,27 e 249,13	Amoatey et al., 2019; Ghozikali et al., 2014;	Irritação dos olhos, nariz, garganta e pulmão / Manchas e queimadura na pele / Inflamação do trato respiratório e pulmão / Edema pulmonar
CO	555,03	Munawer, 2018	Estresse oxidativo / Irritação do trato pulmonar e pulmão
D&F	555,03	Assunção e al., 1999	Cânceres, efeitos reprodutivos e no desenvolvimento, deficiência imunológica, disfunção endócrina incluindo diabetes mellitus, níveis de testosterona e do hormônio da tireoide alterados, danos neurológicos incluindo alterações cognitivas e comportamentais em recém-nascidos de mães expostas à dioxina, danos ao fígado, elevação de lipídios no sangue, o que se constitui em fator de risco para doenças cardiovasculares e danos à pele

Fonte: Próprios Autores

Outra evidência que reforça a fragilidade das informações de qualidade de ar do EIA/RIMA Valoriza Santos é que em nenhum momento, ao longo de um documento de mais de 500 páginas desenvolvido por especialistas ambientais, é descrito o impacto causado pela emissão de CO<sub>2</sub> pelo empreendimento ou o fator de emissão de CO<sub>2</sub> adotado no estudo de impacto ambiental. Espera-se que um empreendimento baseado no processo químico de combustão, seja mais transparente quanto a seu potencial emissão de um dos principais GEE.

Durante a audiência pública registrada pelo CONSEMA, dúvidas quanto a validade das informações disponibilizadas sobre a qualidade do ar presentes no estudo foram apresentadas por membros da sociedade civil. Um dos comentários reforça a evidência da lacuna de informações descrita acima: “a empresa insiste em afirmar que a usina será, tal como, uma eólica ou um solar e, que não vai gerar CO<sub>2</sub>, uma afirmação bastante inexata, pois, toda a combustão gera CO<sub>2</sub>” (AUDIÊNCIA PÚBLICA, 2020a). Além disso, foi proferido por um representante da parte dos interessados pelo empreendimento o seguinte comentário: “as emissões da URE atenderão, integralmente, os limites estabelecidos em resolução própria. Ao contrário de vários entendimentos externados na audiência, a tecnologia empregada não emite gás de efeito estufa, o gás metano, mas sim, um pouco de CO<sub>2</sub>” (AUDIÊNCIA PÚBLICA, 2020b). Uma visão contraditória, pois o CO<sub>2</sub> é sim um dos principais GEE, e suavizada, pois expressa de forma pouco relevante a “pouca” emissão de CO<sub>2</sub> prevista pelo estudo. Esse comentário gera a seguinte dúvida: Como pode ser a emissão da URE considerada pequena uma vez que não foi disponibilizado pelo estudo o fator de emissão do CO<sub>2</sub>? Como é possível dizer que a emissão é inexpressiva sem evidenciá-la no estudo?

Segundo a Diretiva de Energia Renovável da Comissão Europeia define-se “energia de fontes renováveis” apenas as fontes não fósseis, nomeadamente “Energia eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica e oceânica, energia hidrelétrica, biomassa, gás de aterro, gás de estação de tratamento de esgoto e biogás” (ECRED, 2009). Nesse sentido, uma quantidade considerável de material em nossos resíduos não é renovável. Em seu recente documento *Energy from Waste: a Guide to the Debate, a Defra (Department for Environment Food & Rural Affairs)* reconhece esta definição ao afirmar que: “A energia de resíduos residuais é apenas parcialmente renovável devido à presença de carbono de base fóssil nos resíduos, e apenas a contribuição de energia da porção biogênica é contabilizada para as metas de energia renovável (e apenas este elemento é elegível para incentivos financeiros renováveis).” (DEFRA, 2014). Dessa forma, torna-se contestável as afirmações dos defensores do empreendimento que comparam a tecnologia da URE a fontes notavelmente renováveis. Uma afirmação como essa pode gerar uma desinformação intencional.

Diante do complexo cenário de concessões públicas que regem o contexto BS, e observando o panorama histórico da gestão de RSU da região, somados as informações listadas acima, especulações acerca da possível existência de lobby político à frente da temática tornam-se corriqueiras e ganham a atenção do debate público. Um ponto bastante interessante que vale o destaque é que o Grupo Terracom, responsável pela gestão de RSU em 7 dos 9 municípios do, é o maior interessado na construção do empreendimento e diante de projeto será o provável detentor da concessão do empreendimento, mantendo assim, sua hegemonia sobre a agenda de gestão do RSU da BS.

Embora seja possível defender a ideia de que a utilização das URE não prejudica a cadeia da reciclagem, pois segundo ABREN (Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos), em um de seus eventos públicos, evidencia que os países que mais utilizam a tecnologia, são aqueles que possuem cadeias de reciclagem maiores e consolidadas (ABREN, 2020). Porém, realidade brasileira é completamente diferente. Muito precisa ser construído e consolidado antes de nos compararmos a países desenvolvidos com pequenos territórios e pequenas populações.

É válido destacar que os Projetos 2 e 3, vão na contramão da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual estimula a coleta seletiva, criação de cooperativas e tratamento de matéria orgânica por processos ambientalmente corretos, pois ao se estabelecerem cadeias de reciclagem e compostagem estruturadas, diminui-se a quantidade de resíduos a serem incinerados, conseqüentemente, diminui-se a potência instalada do empreendimento e seu retorno financeiro promovido pela venda da energia.

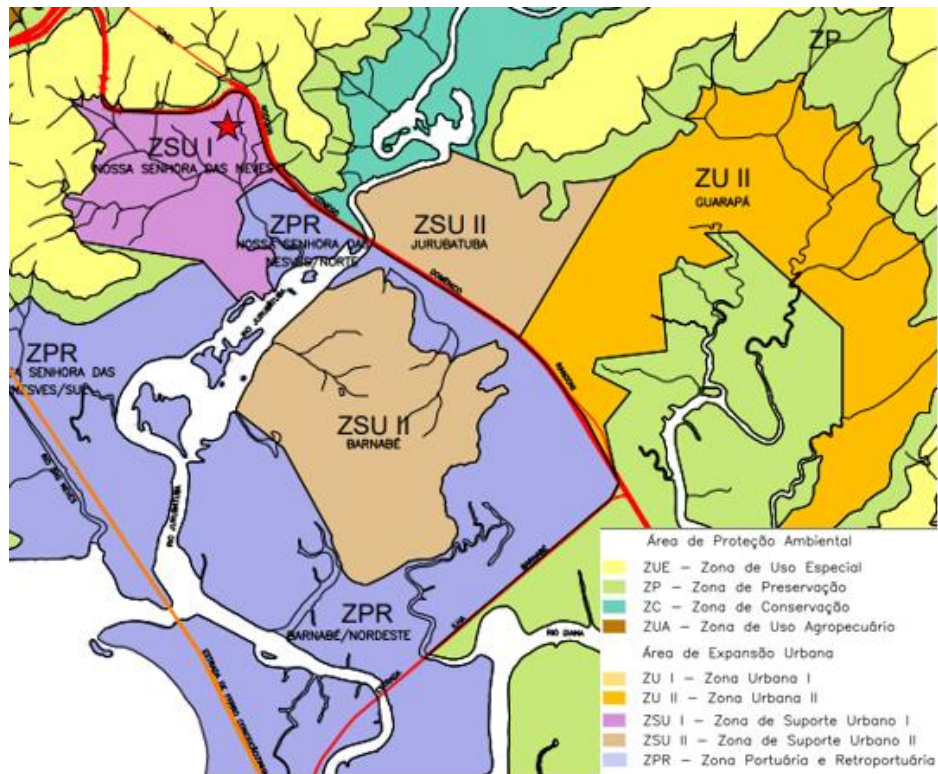
A falta de transparência de informações nos estudos de impactos ambientais, soma-se a ideia de que as ações ambientais legais estão sendo dirigidas de forma parcial, onde o interesse primordial é mascarar os impactos negativos do empreendimento, promover a tecnologia de URE com a concessão da gestão de RSU em um número reduzido de empresários que poderão explorar a venda da energia gerada reduzindo a possibilidade de benefício social em populações com maior vulnerabilidade econômica e cuja atividade econômica já

está baseada na segregação dos resíduos sólidos para reciclagem e reutilização. Diante dessa especulação, pode-se pensar que a reciclagem para os empresários não é lucrativa, pois o interesse maior é a venda de energia, e quanto mais estruturada for a cadeia de reciclagem, menos rejeitos são queimados e menor será a potência instalada do empreendimento.

Os aspectos positivos promovidos pela URE (Projeto 2 e 3) se sustentam na fragilidade do Projeto 1. Em termos da complexidade espacial do uso e ocupação do solo da BS, o Projeto 3 encontra-se em outro município e o Projeto 2 utiliza uma pequena unidade de área que se encontra no mesmo perímetro do atual aterro sanitário do Sítio das Neves. Sendo assim, a necessidade de uma pequena unidade de área fortalece o empreendimento da URE, pois a expansão do aterro do Sítio das Neves é muito delicada.

Segundo o zoneamento continental do município de Santos (Figura 2), o local onde o aterro está localizado (região roxa - estrela vermelha) margeia regiões de preservação ambiental. Dessa forma, soluções de regularização fundiária para a consolidação expansão custaria um bom tempo (ZONEAMENTO SANTOS, 2021). Além disso, se faz necessário a supressão de uma grande quantidade de vegetação fixadora de carbono. As estimativas decorrentes dessa supressão é uma limitação desta pesquisa e precisará ser considerada em estudo futuro.

Figura 2- Zoneamento Continental Santos



Fonte: Carta de Zoneamento Continental, Prefeitura de Santos 2021.

A Tabela 3 destaca os principais aspectos dos três projetos em discussão neste estudo. Outro aspecto que favorece a implementação dos Projetos 2 e 3, é a geração de 50 MWh, energia suficiente para atender a população santista uma vez que, segundo a prefeitura municipal, o consumo anual de eletricidade foi de 46 MWh em 2018 (SANTOS, 2018).

Tabela 3 - Comparação aspectos identificados dos projetos

X	Vantagens	Desvantagens
Projetos 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• menor emissão de GEE;</li> <li>• custo menor;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• questão fundiária problemática;</li> <li>• emissão de GEE;</li> </ul>
Projetos 2 e 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geração de energia;</li> <li>• unidade de área reduzida;</li> <li>• demanda por mão de obra qualificada;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maior emissão de GEE;</li> <li>• dados/estudos suspeitos;</li> <li>• formação de lobby político;</li> <li>• possibilidade de enfraquecimento da cadeia de reciclagem gestão de RS;</li> <li>• custo inicial elevado;</li> </ul>

Fonte: Próprios Autores

**Conclusão:** Diante da delicada situação atual da gestão de RSU no contexto BS, o estudo buscou refletir sobre o aspecto ambiental dos projetos, tendo como base o Balanço Total de Emissão de CO<sub>2</sub> Equivalente, fornecendo subsídios para facilitar o processo de tomada de decisão dos representantes das políticas públicas da região.

Dentro deste contexto, precisamos ter em mente que não existe uma única solução para o tratamento e destinação final dos RSU da RMBS e que todo e qualquer tipo de empreendimento para geração de energia ou gestão de RSU produzem impactos ambientais que precisam ser adequadamente avaliados para estabelecer estratégias de mitigação adequados quando a implementação é inevitável. A ampliação do aterro Sítio das Neves (Projeto 1), é aquele com menor emissão de GEE durante a operação, porém é considerado uma tecnologia defasada e que está diretamente relacionada a entraves fundiários em áreas de preservação ambiental. Os Projetos 2 e 3 envolvem a operação de unidades de recuperação energética que possuem uma elevada emissão de GEE. A falta de informações transparentes a respeito das emissões GEE e de outros compostos tóxicos no EIA/RIMA aponta para a necessidade de aprofundar a discussão e, provavelmente determinar as estratégias para otimização da tecnologia no que se refere a quantidade de energia produzida e gestão dos RSU utilizados na queima. As principais vantagens das UREs estão relacionadas ao baixa demanda de espaço

físico para implantação e à produção de energia que pode atender a grande parcela da demanda regional. Todavia, a adoção de UREs alimentadas com uso do RSU como combustível para geração de energia pode comprometer a cadeia da reciclagem e contradizer a ideia de desenvolvimento sustentável.

O Projeto 3 em termos de políticas públicas, pode ser uma solução imediata para a questão. Com alto custo a terceirização do passivo ambiental é a que melhor se adequa ao curto prazo para tomada de decisões, mesmo sendo a que mais emite GEE.

A complexidade do contexto regional da Baixada Santista, em termos de densidade populacional elevada, região com presença de mata atlântica e unidades de conservação (UC), exige a adoção de múltiplas soluções para o gerenciamento de RSU incluindo investimento direcionado ao fortalecimento da cadeia de reciclagem e compostagem e à educação ambiental com campanhas de conscientização sobre a segregação de resíduos sólidos. Além disso, é interessante que sejam analisadas outras tecnologias de tratamento térmico de resíduos como a gaseificação e pirólise, por exemplo, dentro de uma logística descentralizada, onde cada município poderia fortalecer a sua própria gestão de RSU.

## REFERÊNCIAS:

ABREN. Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos. Publicações/Vídeos. “Tratamento Térmico de Resíduos no contexto da COVID-19 Perspectivas e soluções Jurídico-Regulatório” Disponível em: <https://abren.org.br/videos/>. Acesso em: 10 abril. 2021

ALPERT A. P. et al. Estudo sobre: Photolytic radical persistence due to anoxia in viscous aerosol particles. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-21913-x>. Acesso em 20 abril, 2021.

ÁLVARES JR, O.M.; LINKE, R.R.A. Metodologia simplificada de cálculo das emissões de gases do efeito estufa de frotas de veículos no Brasil. São Paulo: CETESB, 2001. 10 p. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=352369&forceview=1>. Acesso em: 10 de jan. 2021.



AMOATEY, P. et al. Emissions and exposure assessments of SOX, NOX, PM10/2.5 and trace metals from oil industries: a review study (2000 - 2018). *Process Safety And Environmental Protection*, [S.L.], v. 123, p. 215-228, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.psep.2019.01.014>. Acesso em: 12 abril 2021.

ASSUNÇÃO J.V. et al. Estudo sobre: Dioxinas e Furanos: Origens e Riscos 1999. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/rsp/1999.v33n5/523-530/>. Acesso em 13 abril, 2021.

AUDIEÊNCIA PÚBLICA. 2020 a. Comentário feito na audiência pública EIA/RIMA Valoriza Santos. Página 28. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2020/12/ata-ap\\_ure-valoriza-santos\\_01.10.2020.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2020/12/ata-ap_ure-valoriza-santos_01.10.2020.pdf). Acesso em: 10 de abril 2021.

AUDIEÊNCIA PÚBLICA. 2020 b. Comentário feito na audiência pública EIA/RIMA Valoriza Santos. Página 36. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2020/12/ata-ap\\_ure-valoriza-santos\\_01.10.2020.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/consema/sites/15/2020/12/ata-ap_ure-valoriza-santos_01.10.2020.pdf). Acesso em: 10 de abril. 2021.

BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília*, 02 ago. 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 10 de jan. 2021.

DEFRA. Department for Environment Food & Rural Affairs. Energy recovery for residual waste a carbon based modelling approach, 2014. Disponível em: <http://randd.defra.gov.uk>. Acesso em: 10 de abril. 2021.

EUROPEAN COMMISSION RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE - ECRED. On the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing. Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. Article 2, Definitions. 2009. Disponível em: [L\\_2009140EN.01001601.xml](http://eur-lex.europa.eu/LexUri.do?uri=CELEX:32009L0140:pt-PT) (europa.eu). Acesso em: 13 abril 2021.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Programa Brasileiro GHG Protocol - Calculado de Emissão de GEE, 2008. Disponível em: <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-ghg-protocol>. Acesso em: 10 de jan. de 2021.

GHOZIKALI, M. G. et al. Effect of exposure to O3, NO2, and SO2 on chronic obstructive pulmonary disease hospitalizations in Tabriz, Iran. *Environmental Science And Pollution Research*, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 2817-2823, 13 set. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-014-3512-5>. Acesso em 12 de abril, 2021.

INTERNACIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Mudanças Climáticas 2014: Relatório de Síntese. Quinto Relatório de Avaliação para o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Disponível em:

<https://archive.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>. Acesso em: 28 de jan. 2021. (Capítulo Approaches to climate change mitigation).

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Reportagem: Aterro Sanitário do Sítio das Neves deve receber lixo até 2019. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/noticia/184255>. Acesso em: 14 de jan. 2021.

MUNAWER, M. E. Human health and environmental impacts of coal combustion and post-combustion wastes. *Journal Of Sustainable Mining*, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 87-96, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsm.2017.12.007>. Acesso em 13 abril, 2021.

SALDIVA, P. H. N et al. Air Pollution and Mortality in Elderly People: a time-series study in sao paulo, brazil. *Archives Of Environmental Health: An International Journal*, [S.L.], v. 50, n. 2, p. 159-163, abr. 1995. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00039896.1995.9940893>.

SANTOS. Consumo municipal de energia elétrica, 2018. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/mais-de-80-dos-pontos-de-iluminacao-de-santos-ja-foram-modernizados>. Acesso em: 13 abril. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SANITÁRIAS. Diagnóstico anual de resíduos sólidos – acervo histórico, 18 anos de dados. 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos/residuos-solidos>. Acesso em 12 jan. 2021.

UNITED KINGDOM WITHOUT INCINERATION NETWORK. Evaluation of the climate change impacts of waste incineration in the United Kingdom. Disponível em: [UKWIN-2018-Incineration-Climate-Change-Report.pdf](#). Acesso em: 10 de jan. 2021. 29 p.

ZONEAMENTO SANTOS. Lei de Uso e Ocupação do Solo - RenovaSantos. Material de Apoio. Área Continental. Anexo I. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=institucional/lei-de-uso-e-ocupacao-do-solo-renovasantos>. Acesso em: 13 abril. 2021.



GT8 - Mudanças climáticas,  
vulnerabilidade e riscos  
socioambientais

# RISCO CLIMÁTICO E IMPACTOS NO ECOSISTEMA CULTURAL AMAZÔNICO

Moara Almeida Canova Teixeira<sup>1</sup>; Jaqueline Nichi<sup>2</sup>; Amasa Ferreira Carvalho<sup>3</sup>;

Marcelo Rezende Calça Soeira<sup>4</sup>

1. Doutoranda em Ambiente e Sociedade do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM/UNICAMP). E-mail: [moaracanova@gmail.com](mailto:moaracanova@gmail.com)
2. Doutoranda em Ambiente e Sociedade do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM/UNICAMP), mestre em Ciências Ambientais (UFOPA). E-mail: [amasacarvalho@hotmail.com](mailto:amasacarvalho@hotmail.com)
3. Doutoranda em Ambiente e Sociedade do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM/UNICAMP), mestre em Sustentabilidade (EACH/USP). E-mail: [jaque.nichi@gmail.com](mailto:jaque.nichi@gmail.com)
4. Doutorando em Ambiente e Sociedade do Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais (NEPAM/UNICAMP). E-mail: [mrsoeira@gmail.com](mailto:mrsoeira@gmail.com)

**RESUMO:** Os impactos da crise climática permeiam diferentes aspectos da sociedade. No entanto, a subjetividade das variáveis culturais torna mais complexa a análise da influência das mudanças climáticas nos valores e modos de vida dos indivíduos e da sociedade em que estão inseridos. Este artigo propõe uma releitura dos conceitos da teoria cultural do risco e de serviços ecossistêmicos culturais a fim de investigar como a questão climática ameaça as dimensões culturais e meios de subsistência de populações. Para tanto, esta análise se baseia em um estudo de caso na região da Amazônia brasileira cuja população experiência a transição de um modo de vida rural para o urbano globalizado, uma tendência em todo o mundo. Os resultados evidenciam os desafios decorrentes da crise climática já influenciam os hábitos alimentares da população local. A partir de entrevistas semiestruturadas com moradores de duas cidades da região metropolitana de Manaus, capital do Amazonas, foi possível identificar três macro estratégias: vigilância, preservação e regulação a fim de agregar as 13 iniciativas de adaptação para lidar com as mudanças climáticas ao mesmo tempo em que sofrem pressões culturais pelo crescente processo de globalização e urbanização.

**Palavras-Chave:** mudanças climáticas, serviços ecossistêmicos culturais, teoria cultural do risco, capacidades adaptativas, risco climático

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746034>

**ABSTRACT:** The impacts of the climate crisis permeate different aspects of society. However, the subjectivity of cultural variables makes the analysis of the influence of climate change on the values and ways of life of individuals and the society in which they live more complex. This article proposes a re-reading of the concepts of the cultural theory of risk and cultural ecosystem services in order to investigate how the climate issue threatens the cultural dimensions and livelihoods of populations. Therefore, this analysis is based on a case study in the Brazilian Amazon region, whose population has experienced the transition from a rural to a globalized urban way of life, a worldwide trend. The results show the challenges arising from the climate crisis already influencing the eating habits of the local population. From semi-structured interviews with residents of two cities in the metropolitan region of Manaus, capital of Amazonas, it was possible to identify three macro strategies: surveillance, preservation and regulation in order to aggregate the 13 adaptation initiatives to deal with climate change at the same time there are cultural pressures from the growing process of globalization and urbanization.

**Keywords:** climate change, cultural ecosystem services, cultural theory of risk, adaptive capacities, climate risk

**Introdução:** A narrativa sobre a crise climática se apoia na ciência para materializar seus efeitos, muitas vezes, em longo prazo, a partir de modelagens preditivas. Mas essa abordagem desconsidera como a cultura influencia e é influenciada ao uniformizar os impactos do clima (ADGER et al. 2013). A própria cultura em que os pesquisadores estão inseridos – sociedades urbanas e desenvolvidas do hemisfério norte do planeta – tendem a moldar essa lente (GIDDENS, 2000).

A cultura é um conceito polissêmico e é retratada aqui como um sistema de ideias coletivas, percepções e normas sociais de um grupo social e como este identifica, significa e valoriza o meio ambiente no qual está inserido (DOUGLAS & WILDAVSKY, 1982). E os efeitos cumulativos das mudanças do clima também engendram mudanças como novos padrões de doenças, alterações nos sistemas

agrícolas que forcem mudanças nos hábitos alimentares, e mesmo os refugiados do clima influem na miscigenação e na diversidade cultural decorrentes de sua migração forçada pela insegurança alimentar ou pela seca (ADGER, 2013).

Esta pesquisa se concentra nos riscos relacionados ao clima e os conecta às dimensões da cultura nas respostas de adaptação aos impactos desses riscos, já que o aspecto cultural pode motivar ou bloquear iniciativas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Objetiva-se, desta maneira, apoiar estratégias de gestão e preservação dos serviços naturais e culturais responsáveis pela subsistência e o bem-estar humano e preencher essa lacuna na produção de conhecimento sobre as mudanças climáticas.

O artigo está estruturado na introdução, em que é apresentado o quadro teórico de referência, uma segunda parte com a metodologia, seguindo pela discussão dos resultados e, por fim, a conclusão.

### **Alterações no território e implicações nos ecossistemas**

Os avanços tecnológicos da modernidade industrial ampliam o domínio e a exploração do homem sobre a natureza com implicações sistêmicas no uso da terra que desenharam alterações em nível global em nome do progresso e do mercado (IPCC, 2007).

Com isso, populações locais e tradicionais são removidas de seus territórios ou têm que lidar com o comprometimento de seus meios de subsistência e mudanças no estilo de vida e identidade cultural. Se há algum nível de resistência, há o risco de que sua cultura seja ressignificada ou invisibilizada.

Giddens (1991) já havia observado que na sociedade do risco a globalização reduz a sociedade a sistema que ordena a vida das pessoas no tempo e no espaço em diferentes esferas sociais. Com isso, as identidades nacionais são desintegradas, a cultura é padronizada e novas identidades são formatadas.

Neste contexto de sociedade industrial e de risco, as mudanças climáticas e a exploração ambiental desordenada deslocam ou extinguem os meios de

subsistência de comunidades locais. Resistir a esse movimento representa ir na contramão do capitalismo, que se fortalece no discurso do progresso, do consumo e da individualização (BECK, 2010).

Estratégias de prevenção de riscos balizadas pelo contexto cultural é a proposta da Teoria Cultural do Risco (TCR), visto que possibilita compreender as disputas que caracterizam a política ambiental a partir de uma tipologia que explicita as diferentes construções sociais sobre a natureza, ou a constelação de valores, percepções, sentimentos e crenças que organizam grupos sociais por meio do coletivo (afiliação) ou regras sociais (grade) (DOUGLAS, 1982, 1992). DOUGLASE WILDAVSKY (1983) apontam que os aspectos relacionados ao risco são profundos e extensos, a preocupação com riscos difere entre pessoas e organizações, e não há sincronia entre conhecimentos e ações sobre os riscos. Os autores evidenciam que a percepção do que é um risco é um fenômeno cultural, pois carrega significados e percepções individuais e coletivas. Isso representa que a definição do que é risco e o que fazer para evitá-lo é um fenômeno cultural, da mesma forma em que sua interação com a natureza é apoiado nas interações e construções sociais advindas dos relacionamentos humanos moldados pela cultura.

Denominados Serviços Ecosistêmicos Culturais<sup>39</sup> (SEC), os bens imateriais oriundos dessas interações são simbolizados pelas perspectivas e desejos das pessoas (DAILY, 2013). Por exemplo, o uso de recursos naturais para suprir necessidades vitais como comida, ar e água, mas também para atender a estilos de vida particulares por meio de seu uso em atividades antrópicas em processos industriais, mobilidade e agropecuária. Os SEC podem ser classificados entre aqueles relacionados às interações físicas e intelectuais ou às interações espirituais ou simbólicas.

---

<sup>39</sup> O conceito é uma derivação de serviços ecossistêmicos surgido na década de 1970 e categorizados como de provisionamento (comida, água e madeira); reguladores (clima, doenças e qualidade da água); e de apoio ou suporte (solos produtivos e ciclagem de nutrientes). Já os SEC são descritos como benefícios não materiais, não monetários e não tangíveis, obtidos por meio da espiritualidade, da reflexão, do conhecimento, da recreação e de experiências estéticas que influenciam o bem-estar humano de forma indireta (REID, W. V. et al., 2005).

**Material e Métodos:** A pesquisa centrou-se em um estudo de caso na Amazônia brasileira, em dois municípios próximos à Manaus, Silves e Itacoatiara, no Amazonas, identificados na Figura 4. Esta escolha se deu por características de sua condição periférica de fronteira urbano/rural que passou por um rápido processo de desenvolvimento a partir da segunda metade do século XX e que ainda é influenciado pela globalização. A investigação foi guiada pela seguinte pergunta de pesquisa: como modos de vida/cultura são determinantes para os processos adaptativos aos riscos climáticos em nível local?

A partir da coleta de dados primários junto à população local por meio de entrevistas semiestruturadas, onde buscou-se apreender a percepção da população local a respeito dos impactos das mudanças climáticas sobre os serviços ecossistêmicos locais e como têm se adaptado a essas mudanças.

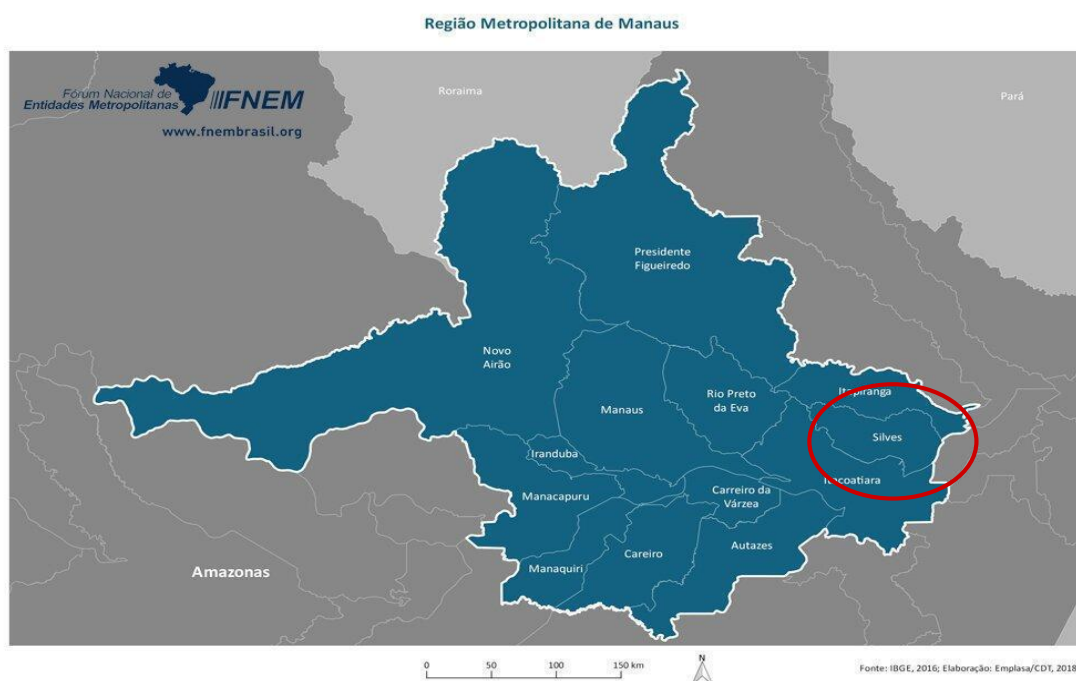
O roteiro de entrevista foi composto por quatro perguntas, organizadas a fim de captar quais foram os impactos percebidos pelos entrevistados sobre os benefícios do meio ambiente para o seu bem-estar e geração de renda e realizadas entre 12/2019 e 06/2021 com 68 indivíduos de vários grupos socioeconômicos, de gênero e etários.

**Resultados:** A Amazônia é uma das poucas grandes extensões de floresta tropical úmida do planeta, contemplando a provisão de serviços ecossistêmicos em escala local, regional e global. A mais populosa cidade da região Norte do Brasil é Manaus, com 1,8 milhão de habitantes e um Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de 0,737 (PNUD, 2010; IBGE, 2010). A cidade ocupa uma área de 11.401,092 km<sup>2</sup>, na confluência dos rios Negro e Solimões, formando o rio Amazonas (IBGE, 2017). A cidade é considerada um importante centro de desenvolvimento regional com o Polo Industrial de Manaus (Zona Franca), um dos maiores parques industriais da América Latina, concentrando 80% do PIB de todo o Amazonas.



A cidade de Itacoatiara tem 8.892 km<sup>2</sup> e IDHM de 0,644 (PNUD, 2010; IBGE, 2010) e é considerada a terceira maior cidade do Estado, enquanto Silves tem 9,1 mil habitantes e IDHM de 0,632. Está localizada a 200 km de Manaus e ocupa uma área de 3.748,8 km<sup>2</sup>. Constitui uma ilha com grande diversidade de animais aquáticos e uma população que depende desses recursos para alimentação e trabalho. Em relação à economia local, o setor primário dá destaque à pecuária, agricultura, pesca extrativista, avicultura de bases domésticas e extrativismo vegetal (IBGE, 2010; PNUD, 2010).

Figura 4. Mapa da região metropolitana de Manaus, onde estão localizadas as



cidades de Silves e Itacoatiara.

Fonte: FNEM, 2021.

A maior parte dos entrevistados percebe que o clima tem mudado com frequência e que isso já tem impacto em seu dia a dia. Os principais indicadores apontados estão relacionados às alterações de âmbito alimentar. Os resultados apontam a percepção de um maior consumo de alimentos industrializados em contraposição à uma dieta tradicionalmente mais natural, baseada em peixes e legumes. Ao decuparmos o conteúdo das entrevistas, foram identificadas treze

estratégias de adaptação para minimizar os impactos causados pelas mudanças do clima. Há uma correlação entre SE necessários para a geração de renda e alimentação que, segundo os entrevistados, estão cada vez mais reduzidos em quantidade e qualidade, vide Figura 2.

Figura 2 - Estratégias de adaptação para serviços ecossistêmicos escassos adotadas em Manaus, Silves e Itacoatiara (em %).



Fonte: Os autores.

A substituição de alimentos locais por produtos não-nativos (26%) está relacionada à conversão ou redução da atividade pesqueira e de cultivo agroflorestal para a agropecuária. Para aqueles que ainda dependem da pesca e da floresta como fonte de renda e alimentação, 11% argumentam que o gasto de energia com o trabalho aumentou porque os recursos ficaram cada vez mais distantes. Como alternativa, a população tem substituído esses produtos por outros mais abundantes (7%) e, conseqüentemente, cresce a pressão sobre espécies antes consumidas de forma moderada.

Outros relatos incluem a percepção de que a quantidade, qualidade e variedade dos recursos alimentares disponíveis foi prejudicada, influenciado a

inclusão de produtos industrializados na dieta tradicional. Parte dessa transição alimentar é atribuída às mudanças climáticas, já que alguns itens alimentares são impactados pelo clima e resultam no aumento de preços.

Uma variável conectada à dieta é a sua implicação na saúde. O aumento de problemas relacionados ao consumo de alimentos ultraprocessados, como obesidade, hipertensão, diabetes e colesterol alto foram lembrados como efeitos dessa modificação no *habitus* local. Alguns dos entrevistados (5%) apontaram o aumento da sensação térmica e que tentam mitigar o desconforto térmico com ventiladores e ar-condicionado.

Quando analisamos as 13 capacidades adaptativas citadas pela amostra, é possível elencá-las em três macro estratégias:

1. vigilância: fiscalização dos moradores que ajudam a monitorar voluntariamente ameaças ambientais e climáticas;
2. preservação: respeito ao período de defeso, redução da extração de árvores nativas e restauração de vegetação nativa nos seus próprios quintais (14%);
3. regulação: alternativas sustentáveis de regular o clima como o plantio de árvores (5%), reintrodução de animais silvestres ao seu habitat natural (2%) e lavoura intensiva e uso de tecnologia na produção (4%).

**Discussão:** Como pontuou Niles et. al (2017), a disseminação das percepções locais sobre o impacto das mudanças climáticas na dieta e na saúde podem ser exploradas por atores locais: agricultores, tomadores de decisão em saúde pública, professores, que tem poder de influenciar ações adaptativas e mitigatórias às mudanças climáticas em nível coletivo.

As escolhas relacionadas à alimentação, incluindo a geração de renda proveniente de seu cultivo, caracteriza parte do planejamento de políticas públicas e inclui a diversidade cultural sem que ela seja considerada um obstáculo ao desenvolvimento. Posto que as escolhas pessoais abarcam uma visão de mundo coletiva guiada pelo sistema de crenças e valores locais, as soluções para

mitigar e adaptar os desafios climáticos devem refletir múltiplas visões de mundo para que emergjam soluções mais democráticas e inclusivas (ADGER et. al., 2009).

Fica evidente que o sistema alimentar, aspecto mais destacado pelos entrevistados, tem grande impacto no clima, já que é o setor que mais contribui com as emissões de GEE no Brasil, especialmente pela atividade agropecuária, além do processo industrial relacionado à produção de alimentos, com consequente geração de resíduo pós-consumo nas áreas mais urbanizadas (SEEG, 2021).

A relevância da região Amazônica nos estudos sobre meio ambiente e sociedade não se dá somente por seu papel no regime hidrológico e climático, além de sua abundante biodiversidade, mas pela produção intensiva de alimentos na região, com a crescente degradação de suas terras para pastagem, atividade com alta emissão de carbono e grande demanda de água. Prova disso é que apenas no primeiro semestre de 2021 o rio Solimões transbordou com um mês de antecedência e o desmatamento na Amazônia no mês de abril de 2021 foi o maior em seis anos (581 km<sup>2</sup>, +43% em relação a 2020), segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2021).

**Conclusão:** Este artigo buscou compreender como os modos de vida/cultura são determinantes para os processos adaptativos aos riscos climáticos em nível local. Por meio do estudo de caso, verificou-se como as mudanças climáticas impactam os ecossistemas culturais e, ao mesmo tempo, como estes impactam a percepção e adaptação ao clima em nível local.

A intensificação de regulações em nível internacional e de organizações transnacionais normalizam a retórica da comunidade global, mas pequenas comunidades continuam a viver em territórios díspares em recursos e poder se comparados aos países do norte global, soberanos neste debate. Essas visões de mundo que prevalecem nos regimes político-econômicos tendem a ser fragmentadas nos níveis regional, nacional e local e adequadas a uma disparidade de atores e interesses nem sempre aderentes às reais necessidades da população.

A estrutura dos serviços ecossistêmicos é de importância central para compreendermos como a relação humano/natureza são traduzidas e endereçadas pelos governantes. E eles devem abarcar a cultura que, embora seja um conceito subjetivo, pode ser decisivo para que uma solução seja bem-sucedida porque aceita pelo público.

Embora os vínculos entre cultura, valores, natureza, bem-estar e política sejam complexos pela qualidade plural de seus significados, uma abordagem mais inclusiva e deliberativa requer uma mudança cultural também dentro das instituições. Isto porque a reflexão crítica sobre o que molda nossos valores individuais e coletivos é tão essencial quanto os esforços para capturar o valor dos ecossistemas. Por isso a necessidade em integrar os SEC nas avaliações e governança de recursos naturais para desafiar abordagens puramente mercadológicas do meio ambiente.

Se incluída desde o início, a abordagem cultural do meio ambiente pode ajudar a garantir a coprodução de conhecimento e soluções efetivas. Pesquisas científicas podem auxiliar no diagnóstico de barreiras à adaptação, permitindo uma melhor comunicação. E para que os diversos atores públicos e privados participem desse processo será necessário o fortalecimento institucional que suporte a criação de estratégias alternativas diante dos novos desafios provocados pela transição e crescimento populacional e as consequentes mudanças nas dietas associadas às sociedades urbanizadas.

Estudos sobre governança de recursos de uso comum mostram que em diferentes ambientes e em relação a diversos bens naturais, usuários locais que colaboram entre si encontraram melhores formas de tomada de decisão quando feitas coletivamente do que aqueles em que a regulamentação foi imposta (OSTROM, 2009). A principal abordagem para manter recursos sustentáveis de longo prazo é que as partes interessadas trabalhem coletivamente para gerenciar esses recursos.

**Agradecimentos:** Apoio financeiro CAPES.

## Referências:

ADGER, W. et al. Are there social limits to adaptation to climate change?. *Climatic change*, v. 93, n. 3, p. 335-354, 2009.

\_\_\_\_\_. Cultural dimensions of climate change impacts and adaptation. *Nature climate change*, v. 3, n. 2, p. 112-117, 2013.

BECK, U. *Politics of Risk Society*. 1998.

\_\_\_\_\_. Climate for change, or how to create a green modernity?. *Theory, Culture & Society*, v. 27, n. 2-3, p. 254-266, 2010.

DAILY, G. C. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems* (1997). Yale University Press, 2013.

DOUGLAS, M. *Risk and blame. Essays in cultural theory*. Londres e Nova Iorque: Routledge, 1992.

DOUGLAS, M.; WILDAVSKY, A. Introduction: can we know the risks we face?. In: *Risk and culture*. University of California Press, p. 1-15. 1982.

FNEM. Fórum Nacional das Entidades Metropolitanas. Disponível em: <https://fnembrasil.org/regiao-metropolitana-de-manaus-am/>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

GIDDENS, A. *As consequências da Modernidade*. São Paulo: Ed. Unesp, 1991.

\_\_\_\_\_. *How Globalization is Reshaping Our Lives*. New York: Routledge, Ursinus College Library, v. 306, p. G36, 2000.

IBGE. Censo 2017. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?view=noticia&id=1&idnoticia=185&busca=1&t=nota-sobre-dados-ibge-idh>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

INPE. 2021. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 04 de junho de 2021.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, Contributions of Working Groups I, II and III to the IPCC Fourth Assessment Report, Cambridge University Press, 2007.

NILES, M. T. et al. *Climate change and food systems: Assessing impacts and opportunities*. 2017.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, v. 325, n. 5939, p. 419-422, 2009.

PNUD. Ranking IDHM dos municípios brasileiros. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>. Acesso em: 08 de maio de 2021.

SEEG. Análise das Emissões Brasileiras de GEE e suas implicações para as metas do Brasil: 1970-2019. São Paulo: SEEG: Observatório do Clima, 2021.

# DESASTRE EM SÃO FRANCISCO XAVIER: O QUE LEVOU À INTERRUPTÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM 2008.

Camila Miranda Michelin<sup>1</sup>

1 - Camila Miranda Michelin. Universidade Estadual Paulista (UNESP). [camila.michelin@unesp.br](mailto:camila.michelin@unesp.br)

**RESUMO:** Os desastres têm se intensificado nos últimos anos e a competência da sociedade para gerenciá-los exigirá empenho e criatividade. A degradação dos ecossistemas já é um dos principais fatores da causa de desastres hidrometeorológicos, o que exige o estudo aprofundado das circunstâncias em que ocorrem e de impactos para subsidiar a preparação, mitigação, resposta e recuperação aos desastres. No estudo de um desastre ocorrido em São Francisco Xavier (SFX) no estado de São Paulo, este trabalho investigou se a exploração autorizada de antigos *Pinus sp.*, inseridos em um fragmento florestal nativo em Áreas de Preservação Permanente (APP) de nascentes e cursos d'água, foi a responsável pela interrupção do abastecimento de água de todo o distrito. Para tanto realizou-se um levantamento documental sobre o evento; mapeou-se a vegetação na microbacia hidrográfica e a área de supressão florestal; e, analisou-se os dados de precipitação na época, assim como os dados de qualidade da água no ponto de captação da Estação de Tratamento de Água (ETA) de SFX. As análises empreendidas demonstraram que a exploração dos pinheiros foi responsável pela turvação das águas do Ribeirão das Couves que desencadeou o desastre.

**Palavras-Chave:** Desastre; Água; Turbidez; Silvicultura.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746037>



**ABSTRACT:** Disasters have intensified over the years and society's competence to manage them will require commitment and creativity. Ecosystem degradation is already one of the main causes of hydro-meteorological disasters, which requires an in-depth study of the circumstances in which they occur and their impacts to support the preparation, mitigation, response and recovery to disasters. In the study of a disaster that occurred in São Francisco Xavier in the state of São Paulo, this work investigated whether an authorized exploration of old Pinus sp., inserted in a native forest fragment in Permanent Preservation Areas (APP) of springs and water courses, was responsible for the interruption of the water supply of the entire district. Therefore, a documental survey was carried out on the event that took place in 2008; the vegetation in the hydrographic microbasin and the forest suppression area were mapped; and, the base data at the time were analyzed, as well as the water quality data at the point of abstraction of the Water Treatment Station (ETA) of São Francisco Xavier. The analyzes undertaken showed that the exploitation of pine trees was responsible for the turbidity of the waters of the Ribeirão das Couves that triggered the disaster.

**Keywords:** Disaster; Water; Turbidity; Forestry.

**Introdução:** A presença de florestas nativas desempenha diversas funções eco-hidrológicas em uma bacia hidrográfica, como a regulação da quantidade de água, o controle da erosão e o aporte de sedimentos, o que influencia os parâmetros físico-químicos dos cursos d'água. A existência de um dossel denso, a presença de sub-bosque e o alto teor de matéria orgânica no solo são exemplos de características de florestas que aumentam a sua capacidade em promover a infiltração da água no solo (Lima et al., 2013). Tal capacidade dos solos florestados não perturbados é tamanha que consegue acomodar a maior parte dos eventos chuvosos de diversas intensidades (Bonell, 1993, citado por Bruijnzeel, 2004).

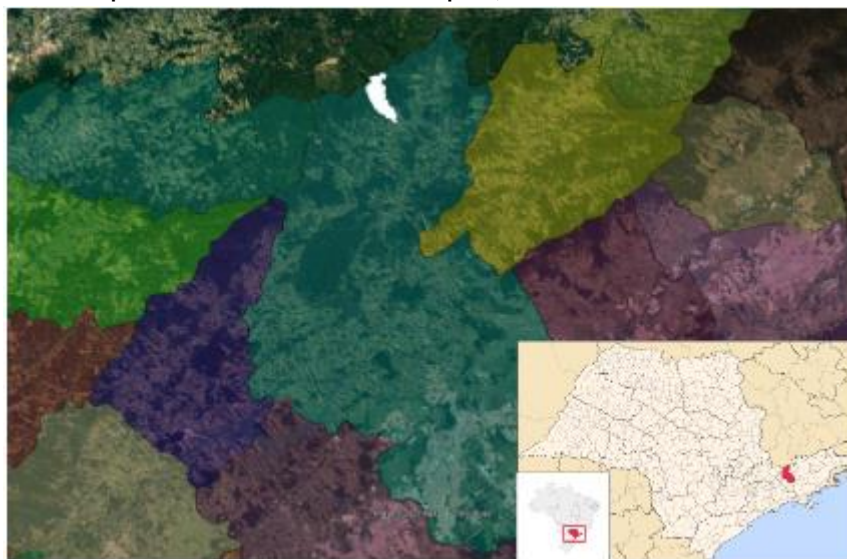
Em termos da prestação de serviços ecossistêmicos, Singh & Mishra (2014) entendem que se as florestas forem utilizadas para fornecer madeira, lenha, forragem e outros serviços, haverá uma perda nos serviços hidrológicos

(como melhoria na quantidade e qualidade da água) estendido por elas, de modo que as prioridades devem ser elencadas no contexto social e considerando o potencial natural das florestas de lidar com os impactos negativos e desastres causados pelas mudanças climáticas.

Segundo os critérios objetivos adotados no Relatório Estatístico Anual do EM-DAT (Emergency Disasters Data Base) sobre Desastres de 2007 (Scheuren, *et. al.* 2008) consideram-se desastres os eventos com ocorrência de, pelo menos, um dos seguintes critérios: 10 ou mais óbitos; 100 ou mais pessoas afetadas; declaração de estado de emergência; e pedido de auxílio internacional. A vulnerabilidade dos indivíduos, famílias e populações de sofrerem com a ocorrência de um desastre é definida pelo Marco de Hyogo como as “Condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de riscos [...]” (UNISDR, 2015).

Neste contexto, em 2008, no distrito de São Francisco Xavier (SFX), município de São José dos Campos, a exploração legal de árvores da espécie *Pinus sp.* de Áreas de Preservação Permanente (APP) de nascentes e cursos d’água (BRASIL, 2012) na Fazenda Mandala foi noticiada como a responsável pelo grande aporte de sedimentos ao Ribeirão das Couves, manancial de abastecimento público de todo o distrito, que ocasionou a interrupção do abastecimento público de água aos seus cerca de 2.000 habitantes por dias. As árvores, exóticas e de grande porte, estavam inseridas em floresta secundária da Mata Atlântica, em fisionomia denominada Floresta Ombrófila Densa, entre os estágios inicial e médio de regeneração natural, desenvolvida em décadas de abandono dos terrenos. A representação da localização da microbacia do Ribeirão das Couves consta da Figura 1.

Figura 01 – Mapa de localização da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão das Couves no município de São José dos Campos, estado de São Paulo.



Fontes: Adaptado pela autora de Google Earth e Raphael Lorenzeto de Abreu, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=947638>

Após o evento, que gerou grande comoção na comunidade, os poderes públicos municipal, estadual e judicial exigiram a adoção de medidas emergenciais para minimizar os impactos do desastre. Dentre elas: o fornecimento alternativo de água à população, a adequação do sistema de tratamento de água à nova realidade do manancial e a contenção do carreamento de sedimentos aos cursos d'água a curto e médio prazo, por meio da implantação de barreiras de contenção de sedimentos e da adoção de medidas de restauração ecológica da vegetação nas áreas intervindas.

Não houve na época a aplicação de um plano de contingência ou pesquisa detalhada de causa e efeito do desastre para orientar as decisões e ações realizadas. Assim, este trabalho investigou o evento descrito, em suas consequências diretas, para verificar se a exploração do *Pinus sp.* foi a real responsável pela interrupção do abastecimento de água em SFX. A pesquisa se desenvolveu a partir da realização de um levantamento documental junto aos órgãos oficiais, do mapeamento da cobertura vegetal da microbacia hidrográfica e áreas atingidas pela exploração florestal e da análise dos dados de qualidade da água no ponto de captação da Estação de Tratamento de Água (ETA) de SFX.

**Material e Métodos:** Neste trabalho realizou-se um levantamento documental em processos administrativos junto aos órgãos oficiais estaduais e municipais e em processos judiciais movidos pelo Ministério Público. As informações levantadas foram sistematizadas de acordo com suas características em três conjuntos: relativas ao impacto ambiental, ao impacto social e à resposta e recuperação ao desastre.

Em seguida realizou-se o mapeamento da microbacia hidrográfica do Ribeirão das Couves e da intervenção realizada na Fazenda Mandala em 2008 para identificar, espacializar e calcular as dimensões do recobrimento vegetal na microbacia e das áreas modificadas pela exploração do *Pinus sp.* Foram, então, elaborados os Mapas de Cobertura Vegetal da microbacia hidrográfica em 2009 e em 2019 e o Mapa de Supressão de Vegetação, identificando as áreas situadas dentro e fora das Áreas de Preservação Permanente (APP) de nascentes e cursos d'água. Também foi realizada a análise de alterações/intervenções em outras áreas da microbacia, fora da Fazenda Mandala, entre 2007 e 2009, para se verificar a hipótese do desastre ter sido provocado por atividade realizada em outra área.

A elaboração dos mapas foi realizada a partir da análise visual de imagens de satélite de alta resolução, ou seja, com 0,5 a 0,3 metros, disponíveis no acervo da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), originárias da contratação da empresa DigitalGlobe para fornecimento de imagens. A resolução espectral das imagens é RGB (cor natural) ou pancromática (preto e brancas), dependendo da data de obtenção, e sua visualização, organização, análise, construção dos Mapas e cálculo da dimensão das áreas identificadas foram realizados por meio do programa Arcgis Pro.

Realizou-se também a análise dos dados de qualidade da água captada no Ribeirão das Couves para abastecimento público, fornecidos diretamente pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) de São José dos Campos para a ETA de SFX. Nestes, foram verificados quais parâmetros medidos antes da ocorrência do evento, ou seja, antes de 01/10/2008, durante a ocorrência do evento e periodicamente até a estabilização dos valores, apresentaram alteração significativa para serem utilizados como indicadores do

impacto do evento. Além disso, a magnitude dessa alteração foi avaliada em gráficos elaborados a partir do programa Excell, comparando-se os valores com toda a série histórica de dados e com os níveis máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA nº. 357 (BRASIL, 2005), que classifica os corpos d' água no Brasil.

Os valores dos parâmetros indicadores do desastre foram comparados com o volume de precipitação diária na mesma escala de tempo para se avaliar a influência da pluviosidade na descarga de sedimentos das áreas suprimidas para os cursos d'água. Os dados de precipitação diária acumulada em 24 horas, foram obtidos da página oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para a Estação Pluviométrica de Monte Verde (A509), localizada a cerca de seis quilômetros de distância da área em estudo.

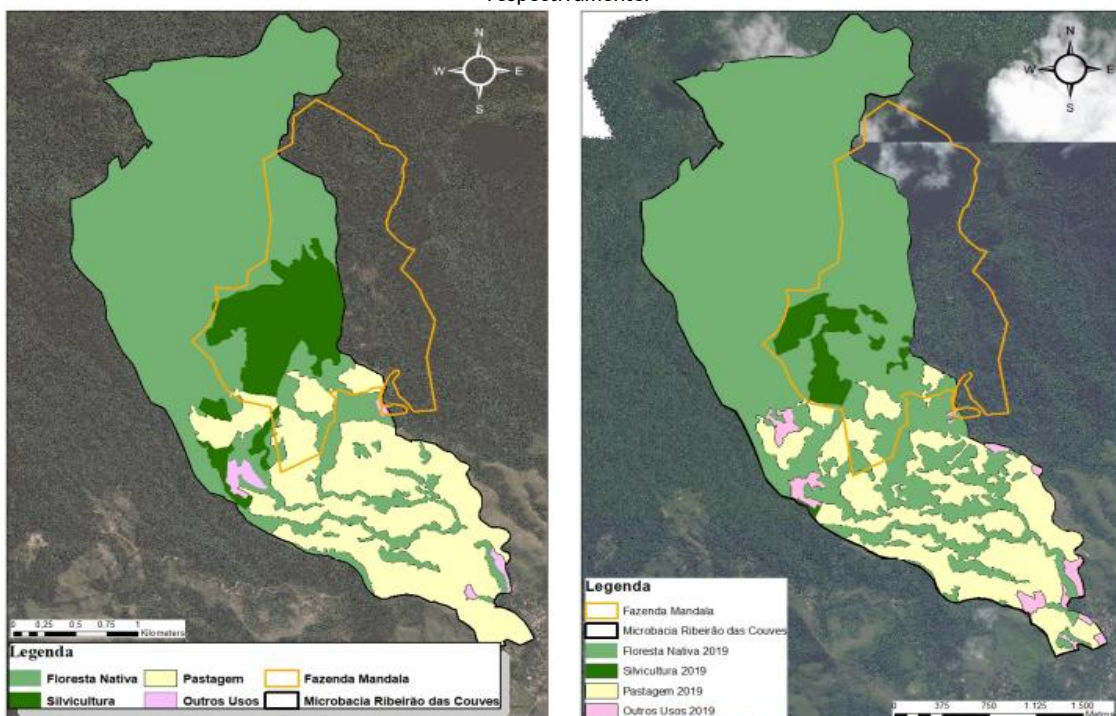
Resultados: O levantamento documental revelou que, com a autorização de exploração de *Pinus sp.*, a atividade iniciou-se na Fazenda Mandala no inverno de 2008, justificada também pela necessidade de remoção da espécie exótica invasora das áreas protegidas (APP's) em função dos prejuízos causados à biodiversidade, mas sobre áreas que possuíam também uma floresta nativa bem desenvolvida. A remoção dos pinheiros não era possível sem que se atingisse também a vegetação nativa e isso resultou em áreas abertas, desmatadas, nitidamente visíveis nas imagens de satélite obtidas na época. Além disso, as vias de acesso abertas na propriedade para viabilizar a extração das toras interviu em 2.500 metros lineares de estradas que possuíam largura de 4 a 5 metros, resultando em, pelo menos, 10.000 m<sup>2</sup> ou 1 ha de intervenção com movimentação de solo (SÃO PAULO, 2008) e foram realizadas sem a adoção das boas técnicas de conservação dos solos em estradas rurais, recomendadas pelo Boletim Técnico CATI 207 (Bertolini et. al., 1989), o que resultou em grande quantidade de material (solo) inconsolidado disponível ao carreamento a jusante pelo escoamento pluvial.

Em todos os processos administrativos a empresa responsável pela Fazenda foi considerada como a responsável pela poluição do Ribeirão das Couves que causou a interrupção no abastecimento de água. Foi acusada de ter

utilizado a licença de supressão de vegetação em APP de forma irregular e, não tendo sido capaz de comprovar sua inocência, as áreas atingidas permanecem embargadas até a atualidade. Judicialmente a empresa foi condenada a indenizar o poder público pelos danos ambientais, patrimoniais e extrapatrimoniais causados, mas, não havendo um valor monetário satisfatório calculado para estes danos, houve a celebração de uma acordo de preservação perpétua de 20 ha de floresta nativa na mesma Fazenda com averbação em cartório.

A análise da cobertura vegetal da microbacia em estudo, ilustrada na Figura 2, revelou que, em 2009, 61% de sua área total era recoberta por floresta nativa e em regeneração natural avançada, enquanto que 27% era recoberto por pastagens, 11% por silvicultura e 1% por outros usos. Já em 2019, a área ocupada por floresta nativa e em regeneração natural passou a recobrir 74% da área total da microbacia, a área de pastagem reduziu a 20%, a silvicultura passou a ocupar apenas 4% da área total e os outros usos alcançaram 2% de toda a microbacia. A busca por alterações ou intervenções significativas entre 2007 e 2009 em áreas não incluídas na Fazenda Mandala não resultou na identificação de nenhuma área.

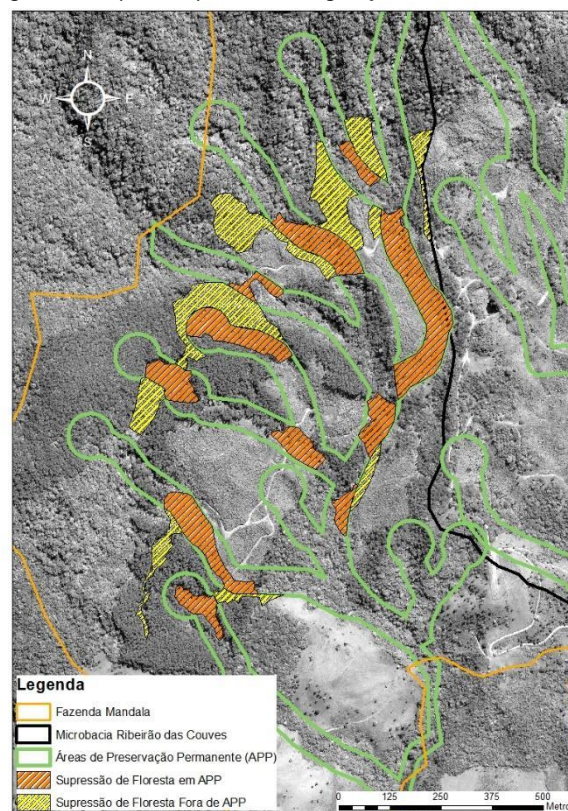
Figura 2 - Mapas de Cobertura Vegetal da Microbacia Hidrográfica do Ribeirão das Couves em 2009 e 2019, respectivamente.



Fonte: Elaborado pela autora.

A análise das imagens de satélite, obtidas em 04/12/2007, 13/06/2009 e 02/09/2009, revelou que a exploração de *Pinus sp.* na Fazenda Mandala ocorreu em 21 áreas na bacia em estudo, sendo que, destas, 11 áreas estão inseridas em APP de curso d'água ou nascente, somando 11,0432 ha de área total, e 10 áreas não estão inseridas em APP, mas somam 8,8624 ha. Estes polígonos identificados e medidos estão indicados na Figura 3. Em comparação com toda a área ocupada pela bacia a montante da captação de água da ETA, a área de exploração corresponde a apenas 2,3% e, quando se considera a porcentagem de supressão de vegetação referente à área recoberta por floresta nativa na bacia hidrográfica, a área explorada corresponde a 3,2% dela. Estes números revelam que a exploração de *Pinus sp.* na Fazenda Mandala conseguiu reduzir a área ocupada pela espécie exótica invasora na propriedade, mas não erradicá-la e que, mesmo nas áreas antes ocupadas por pastagens, a vegetação florestal nativa se desenvolveu de forma notável neste período de 10 anos.

Figura 3 – Mapa de Supressão da Vegetação na Fazenda Mandala.

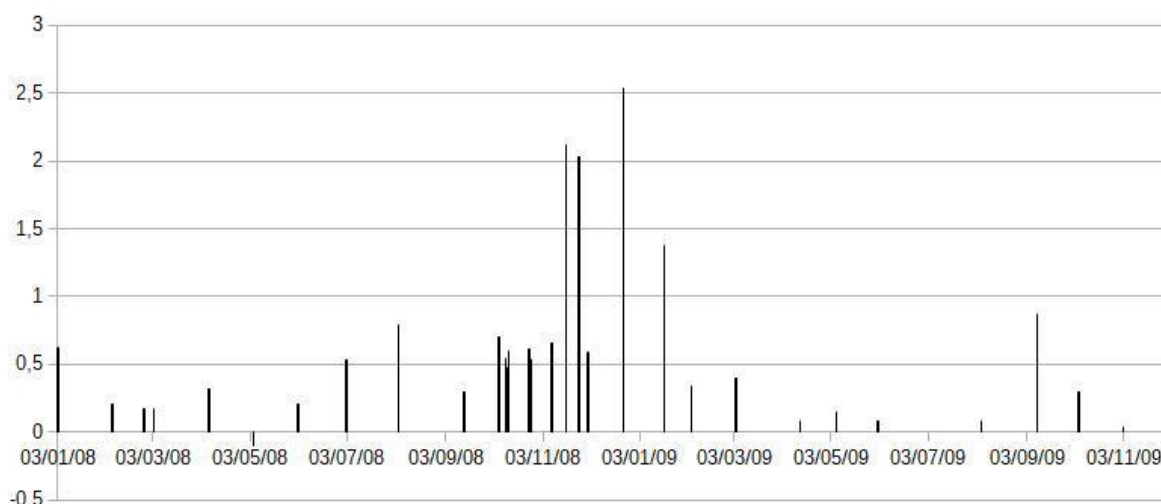


Fonte: Elaborado pela autora

Os dados fornecidos pela SABESP referentes às análises da água captada na ETA de SFX contemplou todo o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2020 e possui uma infinidade de parâmetros, porque inclui até aqueles que foram medidos apenas uma vez em toda a série histórica de 15 anos. Entretanto, foram elencados para este estudo apenas os parâmetros que poderiam sofrer alguma alteração com o aporte de sedimentos no curso d'água e que possuíam frequência de análise, ao menos, mensal. Cumprindo estes requisitos foram selecionados para análise os parâmetros Cor Aparente, pH, Temperatura e Turbidez e, dentre estes, apenas a Cor Aparente e a Turbidez apresentaram alteração significativa no período de ocorrência do evento.

A análise dos níveis de turbidez na água do Ribeirão das Couves revelou valores muito altos para o período posterior ao evento de interrupção no abastecimento de água, que se deu no dia 01/10/2008, como pode ser verificado na Figura 4. Estes valores, completamente discrepantes de toda a série de dados existente foram verificados nas coletas de água realizadas nos dias 17/11/2008, 25/11/2008, 23/12/2008 e 18/01/2009, obtendo valores iguais a 132 UNT, 108 UNT, 347 UNT e 23,8 UNT.

Figura 4 - Colunas de valores de turbidez (UNT) da água (em logaritmo de base 10) no Ribeirão das Couves no ponto de captação para abastecimento público da ETA em SFX, de janeiro de 2008 a dezembro de 2009.



Fonte: Elaborado pela autora.

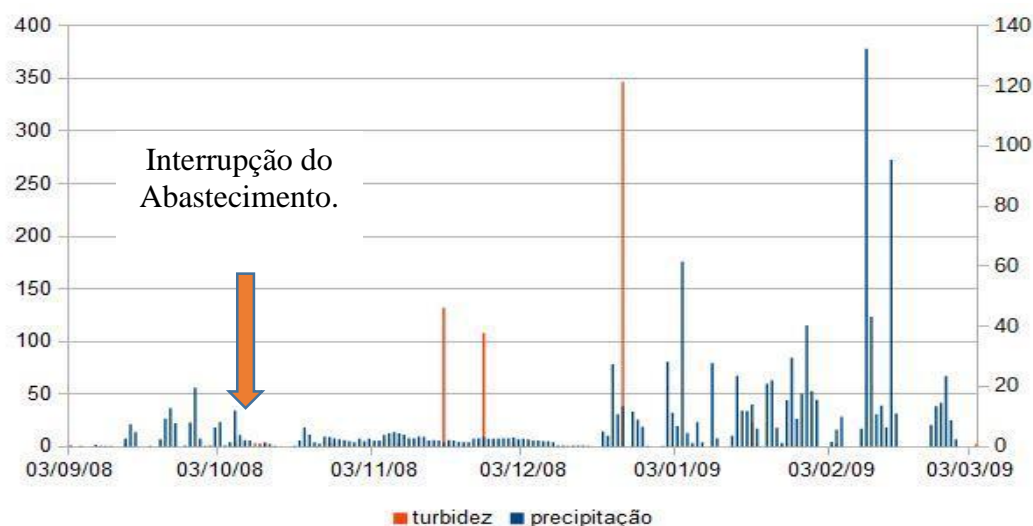
Em análise aos dados de precipitação diária acumulada em 24 horas, levantados junto ao INMET, verificou-se que, após três meses com pouca



precipitação, houve, no dia 28 de setembro de 2008, a precipitação de 19,6 mm, suficiente para causar o entupimento da bomba de captação da ETA de SFX no dia 01/10/2008. Entretanto, neste momento de elevada turvação da água, ou seja, no período entre 28/09 e 05/10/2008, não há valores de turbidez na planilha apresentada pela SABESP, já que a primeira análise de turbidez registrada após o evento ocorreu no dia 06/10, quando a turvação do Ribeirão das Couves se manteve próximo aos níveis médios da série histórica. Porém, em comunicado oficial ao Ministério Público a SABESP informa que no momento da interrupção do abastecimento público a turbidez da água captada era maior do que 70 UNT.

Quando comparamos os valores de turbidez obtidos no período posterior ao evento com os dados diários de precipitação, apresentados pela Figura 5, verifica-se que os dois primeiros valores de turbidez mais altos foram obtidos em dias de baixa precipitação, enquanto o terceiro e maior dos picos de turbidez, ocorrido em 23/12/2008, ocorreu após um evento chuvoso de 27,4 mm no dia 21/12/2008, após uma medição realizada no início do mês haver verificado um valor de turbidez de 3,9 UNT.

Figura 5 – Precipitação diária (mm) e turbidez (UNT) da água verificada no ponto de captação de SFX.



Fonte:Elaborado pela autora.

**Discussão:** A pesquisa documental demonstrou que os documentos emitidos pelas instituições públicas nas esferas administrativa e judicial foram considerados suficientes para responsabilizar a Fazenda Mandala pelo desastre causado. Tais documentos, elaborados com a realização de vistorias técnicas nas

áreas atingidas, mas sem a análise dos dados de qualidade da água e da precipitação ocorrida no período, aparentemente, foram influenciados pelo sentimento de urgência em apontar um responsável. Na esfera judicial houve a juntada dos dados de qualidade da água no processo, mas não foi realizada análise em relação à série histórica de dados para justificar a hipótese formulada.

Dos dados de qualidade da água captada para abastecimento público notou-se que, legalmente, a ocorrência do desastre levou à infringência da legislação ambiental vigente, uma vez que os três maiores valores de turbidez medidos logo após o evento foram superiores aos limites estabelecidos pela Res. CONAMA nº. 357/2005 (BRASIL, 2005). Isso porque a norma determina que para cursos d'águas das classes 1, a turbidez não pode ultrapassar 40 UNT, enquanto que, para as águas das classes 2 e 3, não deve ser maior do que 100 UNT, e, são essas três, as classes de águas que podem ser destinadas ao abastecimento público com os respectivos tratamentos. Sendo assim, o aumento da turbidez da água causou, mesmo que apenas em determinados momentos, a inadequação do Ribeirão das Couves para abastecimento público.

Comparando-se os dados de turbidez do Ribeirão das Couves com os dados de precipitação verificou-se que os primeiros valores de turbidez mais altos foram obtidos em dias de baixa precipitação, evidenciando que, naqueles momentos, a disponibilidade de solo inconsolidado nos locais de escoamento preferencial deve ter sido o principal responsável pela turvação do curso d'água e não a intensidade da pluviosidade. Já no caso do terceiro e maior dos picos de turbidez, ocorrido após um evento de precipitação elevada, é possível concluir que a pluviosidade foi responsável pelo aumento da turbidez da água, uma vez que, após intensa turvação da água em novembro, houve um retorno do nível de turbidez a um valor próximo ao padrão da série histórica, para então, sob forte pluviosidade, haver nova grande turvação da água no ponto de captação.

Nota-se a partir dos dados de precipitação e turbidez que a alta turvação da água no Ribeirão das Couves ocorreu em pulsos de poucos dias, em função da precipitação – em menor grau no início do evento e mais dependente da chuva posteriormente – já que há valores de turbidez próximos do padrão da série histórica, ou seja, menores de 5 UNT, medidos alguns dias antes e também poucos

dias após a obtenção de valores muito altos. Outra observação possível a partir da Figura 5 é que, em fevereiro de 2009, mesmo sob intensa precipitação, os valores de turbidez não se elevaram mais, demonstrando a acomodação dos sedimentos nas áreas degradadas. Supõe-se que esta acomodação se deva a dois principais motivos: a adoção das medidas de contenção de sedimentos implantadas ainda em 2008 e a vigorosa regeneração natural da vegetação nativa em toda a área de vegetação suprimida.

Conclusão: A partir dos resultados dos estudos empreendidos neste trabalho, entende-se que a silvicultura, no momento do corte autorizado dos pinheiros na Fazenda Mandala, foi responsável pela grande turvação das águas do Ribeirão das Couves que causou a interrupção do abastecimento público de água na comunidade de SFX. Essa também foi a conclusão dos órgãos públicos envolvidos, apesar de suas análises pouco aprofundadas, e da população atingida no distrito, quando acionaram o poder público em sua defesa, poucos dias após à interrupção do abastecimento de água. Considerando a verificação de que não houve nenhuma outra intervenção na área da microbacia no período antecedente ao evento, que a turbidez da água no ponto de captação apresentou níveis muito altos nos três meses seguintes ao evento, níveis nunca registrados em nenhum outro período da série histórica de 15 anos, e que a precipitação coincidiu com metade dos valores muito altos de turbidez verificados, entende-se que não há dúvida quanto à responsabilidade pelas causas do desastre.

O método e análises adotadas nesta investigação se mostraram práticos e objetivos na verificação da causa do desastre em questão e podem ser considerados e adotados por agentes públicos em situações semelhantes para não incorrer no erro de se estabelecer, cobrar e adotar medidas de mitigação inadequadas contra os impactos causados por desastres provocados por degradação ambiental.

## Referências:

BERTOLINI, D., DRUGOWICH, M. I., LOMBARDI NETO, F., BELLINAZZI JUNIOR, R., 1989. **Controle de Erosão em Estradas Rurais**. Campinas: CATI. 37p. il. (CATI. Boletim Técnico, 207).

BRASIL, 2005. **Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de março de 2005**. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no Diário Oficial da União.

BRASIL, 2012. **Lei Federal nº. 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a Proteção da Vegetação Nativa. Publicado no Diário Oficial da União.

BRUIJNZEEL, L. A., 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for trees? *Agriculture Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v. 104, p. 185-228.

LIMA, W. de P.; FERRAZ, S. F. de B.; FERRAZ, K. M. P. M., 2013. Interações Bióticas e Abióticas na Paisagem: Uma Perspectiva Eco-hidrológica. In: CALIJURI, M. do C.; Cunha, D. G. F. (Ed.) *Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão*. Rio de Janeiro: Elsevier. p.215-44.

SÃO PAULO, 2008. Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo. **Relatório de Vistoria do Assessor do Ministério Público**. Ação Civil Pública nº. 0026475-62.2010.8.26.0577. São José dos Campos, 19/12/2008. Pag. 634-664.

SCHEUREN, J.M; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S., 2008. **Annual Disaster Statistical Review – The Numbers and Trends 2007**. CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2008, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/annual-disaster-statistical-review-numbers-and-trends-2007>. Acesso em 11 dez. 2020.

SINGH, S.; MISHRA, A., 2014. **Deforestation-induced costs on the drinking water supplies of the Mumbai metropolitan, India**. *Global Environmental Change* 27. Pag. 73-83.

UNISDR, 2015. **Marco Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030**. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf) Acessado em 10 dez. 2020.

# AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO PARA A REGIÃO DA BAIXADA MARANHENSE, FRENTE AOS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Fernando Ferreira<sup>1</sup>; Ronaldo Menezes<sup>2</sup>

1 – Fernando José Pereira Ferreira. Universidade Estadual do Maranhão. [fernando.ferreirafe@gmail.com](mailto:fernando.ferreirafe@gmail.com)

2 – Ronaldo Haroldo Nascimento de Menezes. Universidade Estadual do Maranhão. [rhmenezes@yahoo.com.br](mailto:rhmenezes@yahoo.com.br)

**RESUMO:** O método de estimativa do balanço hídrico climatológico (BHC) é uma ferramenta de monitoramento de armazenamento de água no solo, largamente utilizada como instrumento de planejamento estratégico agrícola no âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos. Através da estimativa do BHC é possível determinar o período de ocorrência de deficiência e excedente hídrico, retirada e reposição de água do solo e da quantidade de água armazenada no mesmo. O objetivo deste estudo é avaliar a disponibilidade hídrica no solo para as culturas agrícolas considerando os cenários de mudanças climáticas regionalizados para a região da baixada maranhense. As avaliações de impactos regionais associados as mudanças climáticas foram geradas a partir dos cenários obtidos do modelo global HadGEM2 ES, que utilizam resolução espacial de 100 a 200 km, o que é baixa para estudos de impactos e vulnerabilidades em escala regional. Para estudos regionalizados, foi utilizado uma versão aprimorada do modelo regional Eta, desenvolvido na Universidade de Belgrado que usa uma resolução espacial de 20 km. Foram efetuados os cálculos para determinar a deficiência, o excedente, a retirada e a reposição hídrica ao longo do ano nos três cenários: a climatologia que representa o padrão atual, o cenário mais otimista (4.5) e o pessimista (8.5), para a região da Baixada Maranhense. O cenário 8.5 se mostra sempre mais pessimista, tendo em vista ter médias de temperaturas mais elevadas que o modelo da climatologia e o cenário 4.5, isso indica a pouca disponibilidade hídrica na região analisada.

**Palavras-Chave:** Deficiência hídrica; Evapotranspiração; Temperatura;

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746049>

**ABSTRACT:** The method of estimating the climatological water balance (BHC) is a soil water storage monitoring tool, widely used as an agricultural strategic planning instrument in the context of water resources management. Through the BHC estimate, it is possible to determine the period of occurrence of water deficiency and surplus, removal and replacement of water from the soil and the amount of water stored in it. The objective of this study is to evaluate the soil water availability for agricultural crops considering the regionalized climate change scenarios for the Baixada Maranhense region. The assessments of regional impacts associated with climate change were generated from scenarios obtained from the HadGEM2 ES global model, which use a spatial resolution of 100 to 200 km, which is low for studies of impacts and vulnerabilities at a regional scale. For regionalized studies, an improved version of the Eta regional model, developed at the University of Belgrade, which uses a spatial resolution of 20 km, was used. Calculations were carried out to determine the water deficit, surplus, withdrawal and replacement throughout the year in the three scenarios: the climatology that represents the current standard, the most optimistic scenario (4.5) and the pessimistic scenario (8.5), for the region of Baixada Maranhense. Scenario 8.5 is always more pessimistic, in view of having higher average temperatures than the climatology model and scenario 4.5, this indicates the low water availability in the analyzed region.

**Keywords:** Water deficiency; Evapotranspiration; Temperature.

**Introdução:** O monitoramento da dinâmica agroclimática é crucial para a otimização da produção agrícola, pois anomalias climáticas são as principais causadoras de baixas na produtividade agrícola mundial. De acordo com Blain (2009) o monitoramento climático é importante para o planejamento da agricultura, pois é a base para o sucesso produtivo das culturas agrícolas, uma vez que determina a melhor época e as áreas mais promissoras ao plantio, o que justifica a importância de ser feito estudos com essa temática, além disso, é

importante observar o processo de mudanças climáticas que vem de forma contínua e severa.

O método de estimativa do balanço hídrico climatológico (BHC) proposto por Thornthwaite e Mather (1955) é uma ferramenta de monitoramento de armazenamento de água no solo, largamente utilizada como instrumento de planejamento estratégico agrícola no âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos. Através da estimativa do BHC é possível determinar o período de ocorrência de deficiência e excedente hídrico, retirada e reposição de água do solo e da quantidade de água armazenada no mesmo, por meio dos elementos climáticos mensais, tidos como entrada do modelo, temperatura do ar e precipitação pluvial (CARVALHO et al., 2011).

O Maranhão é uma região de transição entre os biomas da Amazônia e Cerrado, sendo assim tem alta biodiversidade de ecossistemas. As mudanças climáticas podem afetar de maneira trágica a biodiversidade da fauna e da flora, os ecossistemas e também a vida humana. Silva et al.,(2016) observaram que mudanças das variáveis climáticas vem ocorrendo de forma diferente nas regiões do Estado, exemplo da temperatura que tem um comportamento homogêneo, com uma tendência de aumento de forma intensa. Portanto, o objetivo é avaliar a disponibilidade hídrica no solo para as culturas agrícolas considerando os cenários de mudanças climáticas regionalizados para a região da Baixada Maranhense.

**Material e Métodos:** As avaliações de impactos regionais associados as mudanças climáticas foram geradas a partir dos cenários obtidos do modelo global HadGEM2 ES, que utilizam resolução espacial de 100 a 200 km, o que é baixa para estudos de impactos e vulnerabilidades em escala regional. Para estudos regionalizados, foi utilizado uma versão aprimorada do modelo regional Eta, desenvolvido na Universidade de Belgrado, e é empregado operacionalmente pelo National Centers for Environmental Prediction (NCEP), com resolução espacial de 20 km lat-lon e 38 níveis verticais, cobrindo a área da América do Sul, América Central e oceanos adjacentes, avaliando as simulações do clima presente

e analisando suas projeções até o ano de 2100, considerando dois cenários de emissão um intermediário o RCP 4.5 e outro pessimista, o RCP 8.5, a partir de 2006 até 2100.

Para avaliação da disponibilidade hídrica utilizando os dados da climatologia e dos cenários de mudanças climáticas foi avaliado o regime hídrico dos solos. O ganho de água pelo solo será obtido pela precipitação pluvial e as perdas pela evapotranspiração potencial, determinada segundo a metodologia proposta por THORNTHWAITE (1948). A partir da entrada destes elementos, e da capacidade de água disponível-CAD de 100 mm, será determinado o balanço hídrico climatológico, segundo método proposto por THORNTHWAITE e MATTHEW (1955).

Este método fornece estimativas da evapotranspiração real, deficiência hídrica, excesso hídrico e armazenamento de água no solo. O balanço hídrico, portanto, representa uma ferramenta útil e muito prática para a avaliação da disponibilidade de água para as culturas, sendo indispensável para a caracterização agroclimática de regiões agrícola. A estimativa da evapotranspiração potencial, bem como o balanço hídrico para Capacidade de Água Disponível (CAD) de 100 mm, foi realizada utilizando-se o programa SEVAP – Sistema de Estimativa da Evapotranspiração, desenvolvido no Departamento de Ciências Atmosféricas, do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.

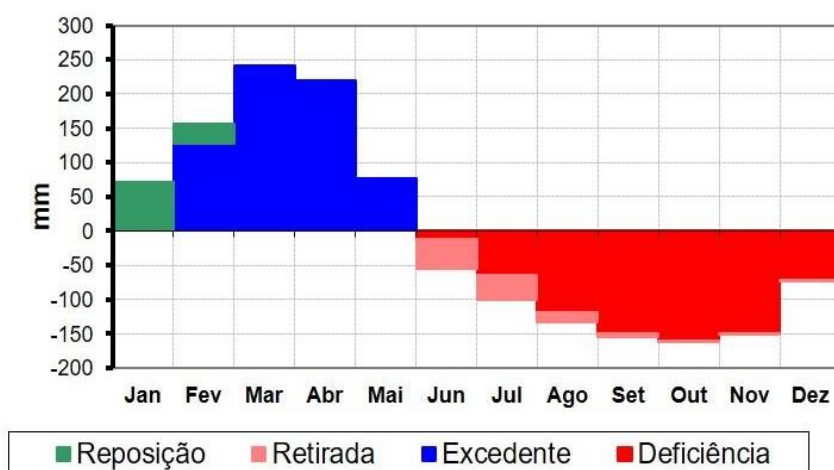
**Resultados e Discussão:** Foram efetuados os cálculos para determinar a deficiência, o excedente, a retirada e a reposição hídrica ao longo do ano nos três cenários: a climatologia que representa o padrão atual, o cenário mais otimista (4.5) e o pessimista (8.5), para a região da Baixada Maranhense.

A região da Baixada está localizada no oeste do estado, aqui denominada de Baixada Maranhense. Nessa região, conforme mostrado na Figura 1, de acordo com a climatologia, observa-se que no mês de janeiro começa o período de reposição de água no solo, em decorrência do início do período chuvoso, sendo



observado ainda em fevereiro. O excedente de água no solo começa em fevereiro se estendendo até o mês de maio, de modo que a partir de junho já se nota retirada de água do solo devida o final do período chuvoso, e subsequente deficiência hídrica nos meses seguintes que se estende até dezembro.

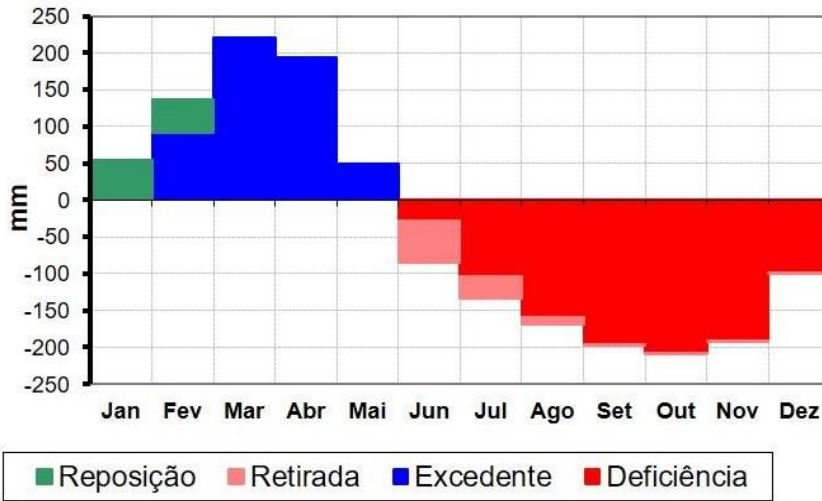
Figura 1: Balanço de água no solo para a região da Baixada Maranhense de acordo com a climatologia (1981-2010).



Fonte: FERREIRA (2021).

No futuro, de acordo com as projeções de temperatura do ar para o período de 2020 a 2049, considerando o cenário de mudanças climáticas intermediárias denominadas de RCP 4.5, conforme a Figura 2, nota-se pequena alteração no padrão da disponibilidade hídrica em relação a climatologia (Figura 1). A reposição de água no solo permanece entre janeiro e fevereiro, com redução do período de excesso de água no solo, que neste caso, vai até maio e antecipação do período de retirada de água no solo, que começa em junho, em relação a climatologia. Além das alterações observadas nos períodos de ocorrência, principalmente do excesso, retirada e deficiência hídrica, observou-se redução do volume hídrico associados a essas componentes.

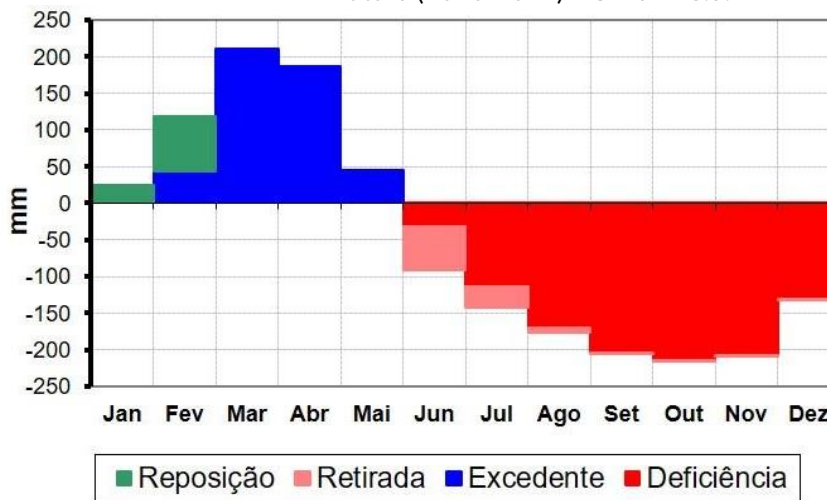
Figura 2: Balanço de água no solo para a região da Baixada Maranhense de acordo com projeção futura (2020-2049) - Cenário 4.5.



Fonte: FERREIRA (2021).

Em um cenário mais pessimista, definido com RCP 8.5, Figura 3, a reposição hídrica começa efetivamente em janeiro. O excedente encontra-se de fevereiro a maio, e a deficiência hídrica, de junho a dezembro, com uma pequena quantidade em retirada no mês de junho. Também se observa redução quantitativa da disponibilidade hídrica em relação à climatologia e ao cenário 4.5 e aumento das perdas de água, com intensificação da deficiência hídrica.

Figura 3: Balanço de água no solo para a região da Baixada Maranhense de acordo com projeção futura (2020-2049) - Cenário 8.5.



Fonte: FERREIRA (2021).

**Conclusão:** O cenário 8.5 se mostra sempre mais pessimista, tendo em vista ter médias de temperaturas mais elevadas que o modelo da climatologia e o cenário 4.5, isso indica a pouca disponibilidade hídrica para este modelo na região analisada, o que é uma grande problemática em aspectos agronômicos e sociais. Isso mostra a importância em fazer análises sobre mudanças climáticas, o quão é impactante em todas as esferas nacional e mundial.

#### Referências:

BLAIN, G.C. Considerações estatísticas relativas à oito séries de precipitação pluvial da secretaria de agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.24, p.12-23, 2009.

CARVALHO, H. P.; DOURADO NETO, D.; TEODORO, R. E. F. MELO, B. *Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café*. *Biociência Jornal*, v.27, n.2, p.221-229, 2011.

SILVA, F. B., SANTOS, J. R. N., FEITOSA, F. E. C. S., SILVA, I. D. C., ARAÚJO, M. D., GUTERRES, C. E., ... E NERES, R. L Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 3, p. 330-336, 2016.

THORTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. *The water balance. Publications in Climatology*. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955, 104p

THORTHWAITE, C. W. *An approach towards a rational classification of climate*. *Geographical Review*, London, v.38, p.55-94, 1948.

# VARIABILIDADE E INTENSIDADE DA CHUVA EM UMA ÁREA DE FLORESTA NA AMAZÔNIA NOS ANOS DE 1999 A 2020

Sara Line Silveira Araujo<sup>1</sup>; Renata Gonçalves Aguiar<sup>2</sup>

1 – Sara Line Silveira Araujo. Fundação Universidade Federal de Rondônia. [slinearaujo.engenharia@gmail.com](mailto:slinearaujo.engenharia@gmail.com)

2 – Renata Gonçalves Aguiar. Fundação Universidade Federal e Rondônia. [rgaguiar@unir.br](mailto:rgaguiar@unir.br)

**RESUMO:** A chuva é uma das variáveis mais susceptíveis aos reflexos provocados pelas transformações no uso e cobertura da terra. Entender a variabilidade e a intensidade da chuva é primordial para contribuir com o planejamento hídrico e a gestão. Essas indagações estão diretamente ligadas ao desenvolvimento econômico. Por essas razões, esse trabalho objetiva analisar a variabilidade sazonal da frequência horária da chuva e sua intensidade no período diurno na Reserva Biológica do Jaru, Amazônia Ocidental, com dados de uma série temporal de 1999 a 2020. Serão utilizados dados provenientes de um pluviógrafo instalado na torre micrometeorológica do Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia. Para determinar a frequência percentual considerou-se a relação entre quantidade de eventos de chuva por hora pelo número de eventos de chuva nas 24 horas, considerando somente dados superiores a  $0,2 \text{ mm h}^{-1}$ . A intensidade das chuvas, foram divididas nas seguintes categorias: fraca, moderada, forte e muito forte. A frequência de chuva no período chuvoso apresentou distribuição mais homogênea com maior intensidade de chuvas fracas. No período de transição chuva-seca foi evidenciada a chuva forte com o menor percentual. No período seco, a frequência percentual de chuva atingiu picos mais altos, destacando o período noturno, porém também foram encontradas as menores frequências, sendo essas durante a manhã. No período de transição seca-chuva, às 21 h foi encontrada a maior frequência horária sendo esse período o responsável pela maior intensidade de chuvas muito forte. A variabilidade entre os trimestres estudados foi associada a sistemas atmosféricos e convectivos.

**Palavras-Chave:** Precipitação; Uso e cobertura da terra; Regime hidrológico

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746067>

**ABSTRACT:** Rainfall is one of the variables most susceptible to the effects caused by changes in land use and coverage. Understanding rainfall variability and intensity is essential to contribute to water planning and management. These questions are directly linked to economic development. For these reasons, this work aims to analyze the seasonal variability of the hourly rainfall frequency and its intensity during the day in the Jaru Biological Reserve, Western Amazon, with data from a time series from 1999 to 2020. Data from the pluviograph installed in the micrometeorological tower of the Large Scale Biosphere-Atmosphere Program in Amazonia. To determine the percentage frequency, the relationship between the number of rain events per hour and the number of rain events in the 24 hours was considered, considering only data greater than  $0.2 \text{ mm h}^{-1}$ . The intensity of the rains were divided into the following categories: weak, moderate, heavy and very heavy. The frequency of rain in the rainy season showed a more homogeneous distribution with greater intensity of light rain. In the rain-dry transition period, heavy rain was seen with the lowest percentage. In the dry period, the percentage frequency of rain reached higher peaks, highlighting the night period, but the lowest frequencies were also found, these being during the morning. In the dry-rain transition period, at 9 pm, the highest hourly frequency was found, and this period was responsible for the greatest intensity of very heavy rains. The variability between the studied quarters was associated with atmospheric and convective systems.

**Keywords:** Precipitation; land use and coverage; hydrological regime

**Introdução:** As mudanças climáticas globais e suas consequências previstas, que causam/causarão impactos em componentes atmosféricos tais como os padrões de temperatura e chuva, estão sendo amplamente discutidas na comunidade científica (COOK *et al.*, 2016; GRUSSON; WESSTROM; JOEL, 2021; PUTNAM; BROECKER, 2017). Essa repercussão ocorre em virtude do impacto negativo sobre a sociedade, uma vez que a chuva e a temperatura são variáveis capazes de proporcionar alterações substanciais no ciclo hidrológico, por exemplo a demanda de evapotranspiração (GRUSSON *et al.*, 2018; MISHRA *et al.*,

2017) e a quantidade de água no solo (VERROT; DESTOUNI, 2016). O Brasil é constantemente afetado por extremos climáticos, tais como enchentes e deslizamentos. Portanto, pesquisas observacionais que visam caracterizar o regime das chuvas são de grande importância, e aprimoram o entendimento acerca da inconstância pluviométrica nas regiões brasileiras (SOBRAL *et al.*, 2018).

A chuva na bacia Amazônica possui duas procedências: transmissão de calor pelo deslocamento de massa atmosférica e vapor d'água local proveniente da evapotranspiração (ROCHA; CORREIA; FONSECA, 2015). De acordo com Correia *et al.* (2007), em média 55 - 60% da chuva sobre a Amazônia é oriunda do processo local de evapotranspiração. Nesse sentido, salienta-se que as taxas de evapotranspiração são estimuladas principalmente por condições climáticas, índice de área foliar e quantidade de água presente no solo. Logo, alterações na cobertura da terra em áreas de floresta implicam em diminuição do lançamento de água para a atmosfera.

Em Rondônia, estado contemplado por uma parcela da Floresta Amazônica, a principal atividade econômica é a pecuária, que por sua vez é responsável pela rápida expansão das pastagens. Nesse processo, em que há a transformação de florestas primárias em pastagens e subsequentemente em lavouras, é representado o cenário que mais impacta nas alternâncias de cobertura e uso da terra. Portanto, existe uma progressiva inquietação a respeito de possíveis alterações no padrão de chuva regional, em virtude das mudanças na cobertura superficial (CARVALHO; DOMINGUES, 2016; OLIVEIRA, 2014).

A Floresta Amazônica efetua função relevante no ciclo hidrológico (MARENGO; ESPINOZA, 2015). Ainda que os fluxos atmosféricos de vapor de água na América do Sul apontem que a umidade da bacia Amazônica provém do Oceano Atlântico (ARRAUT *et al.*, 2012; ERFANIAN; WANG; FOMENKO, 2017; MARENGO *et al.*, 2004a), estudos evidenciam que a relação entre oceano, terra e atmosfera executa uma função de igual importância no transporte de umidade, uma vez que os fluxos de vapor de água revelam que uma expressiva quantidade de chuva na Amazônia advém da evapotranspiração da bacia Amazônica

(RUNYAN; D'ODORICO; LAWRENCE, 2012).

Quando a faixa desmatada é classificada como pequena, o incremento de calor sensível provindo dessa ação, propicia influxo de ar úmido de florestas próximas. Deste modo, ainda que a destituição das florestas tropicais modere a quantidade de evapotranspiração local, os ventos conduzem umidade e as nuvens são constituídas mediante convecção, aumentando a incidência de chuva sobre a área. Contudo, conforme a proporção de conversão da floresta primária aumenta, a chuva diminui, gerando acréscimo de calor sensível que ocorre em função da redução do papel que a floresta desenvolve com a evapotranspiração (DA SILVA; WERTH; AVISSAR, 2008; LAWRENCE; VANDECAR, 2015).

Da mesma forma, o hidroclima da Amazônia é influenciado pela rugosidade do dossel da floresta. Os territórios fartos em indivíduos de alturas diversificadas, como é característico das florestas tropicais, podem ser até duas vezes mais rugosos do que as extensões dominadas por gramíneas. A referida rugosidade estimula a convecção que emite ar para a atmosfera, formando nuvens, que posteriormente resultam em chuva. Uma proporção considerável de desflorestamento obstrui esses processos, sendo capaz de promover o prolongamento da estação seca, aumento na temperatura e maior frequência de eventos extremos (GLOOR *et al.*, 2015; SAMPAIO *et al.*, 2007). Ademais Savo *et al.* (2016), demonstraram em uma escala global que as mudanças climáticas têm potencial de interromper o calendário de cultivo, causar erosão do solo e arruinar colheitas, colocando sistemas de produção alimentícios sob ameaça (CENCI; LORENZO, 2020). Essas perturbações necessitam ser cuidadosamente investigadas a nível regional e local, a fim de favorecer a execução de políticas e práticas de forma eficiente (GRUSSON; WESSTROM; JOEL, 2021).

Compreender o desempenho sazonal e horário da chuva auxilia no planejamento dos recursos hídricos, planificação agrícola e urbana, além de precaver catástrofes (SANTOS NETO, 2014). De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE, 2019), em virtude do desenvolvimento econômico, compreender as mudanças e o comportamento do regime pluviométrico é crucial diante do cenário de aumento do desflorestamento. Nesse contexto, o presente

trabalho objetivou analisar a variabilidade sazonal da frequência horária da chuva e sua intensidade no período diurno na Reserva Biológica do Jarú, Amazônia Ocidental, com dados de uma série temporal de 1999 a 2020.

**Material e Métodos:** A Reserva Biológica do Jarú (Rebio Jarú), foi criada através do Decreto n. 83.716, datado em 16 de julho de 1979 (BRASIL, 1979). É classificada como uma unidade de proteção integral, situa-se na região nordeste de Rondônia. O principal propósito da criação da Rebio Jarú é preservar e proteger a flora e fauna amazônica. Para tal, possui 353 mil hectares de florestas que contempla cedros, castanheiras, mognos, seringueiras etc. Nela também habitam grandes mamíferos e uma diversidade de aves (GATTI, 2012; IBAMA, 2006). A vegetação predominante é Floresta Ombrófila aberta (CULF *et al.*, 1997; PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007), as árvores possuem em média 32 m de altura, no entanto, algumas chegam a 45 m (RUMMEL *et al.*, 2002). A floresta é classificada como tropical úmida e apresenta média anual de chuva de 2.001 mm (GOMES *et al.*, 2015).

Foram utilizados dados de chuva, série temporal de 1999 a 2020, provenientes do pluviógrafo instalado na torre micrometeorológica do Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (Programa LBA). A torre está localizada entre as coordenadas 10°11'11,4"S; 61°52'29,9"W e alocada na Reserva Biológica do Jarú.

A torre micrometeorológica do Programa LBA, possui 62 m de altura, os dados são provenientes do sensor ARG 100 (Environmental Measurements Limited, North Shields NE29 7SE, Reino Unido) cuja resolução é de 0,2 mm. Esse sensor é plugado a um conjunto de obtenção de dados denominado datalogger (CR10X, Campbell Scientific Instrument, Utah, USA), onde a "leitura" é realizada a cada 30 segundos, com somatórias memorizadas em intervalos de 10 minutos para os anos de 2005 (maio a outubro e dezembro) 2006 a 2013 e 2020, e de 30 minutos para os demais anos.

A fim de garantir uma amostra coerente, haja vista ausências ou



inconsistência de dados oriundos de erros não amostrais ou problemas nos sensores, foram utilizados para as análises os meses cujo aproveitamento foi igual ou superior a 85% (VALADÃO; AGUIAR; WEBLER, 2019). Para determinar a frequência percentual e a variabilidade horária, empregou-se o método proposto por Spiegel (1972). Os dados foram tabulados em número total de eventos de chuva a cada hora, de acordo com a Equação 1.

$$F(\%) = \frac{F(h)}{F(24)} * 100 \quad (1)$$

Onde: F (%) – frequência percentual da chuva, F (h) – número de eventos de chuva por hora e F (24) – número de eventos de chuva por dia.

Foram considerados os dados superiores a 0,2 mm h<sup>-1</sup> e calculada também a frequência horária por períodos do dia (madrugada: 1 h-6 h, manhã: 7 h-12 h, tarde: 13 h-18 h e noite: 19 h-24 h), conforme Pedreira Junior *et al.* (2018).

Os dados foram separados por períodos sazonais, sendo eles: chuvoso (janeiro, fevereiro e março), transição chuva-seca (abril, maio e junho), seco (julho, agosto e setembro) e transição seca-chuva (outubro, novembro e dezembro) (WEBLER *et al.*, 2013). Com relação à intensidade da chuva (Tabela 1), essas foram classificadas de acordo com a metodologia adotada por Minuzzi e Sediyaama (2004), Pedreira Junior *et al.* (2018) e baseadas na recomendação da Organização Meteorológica Mundial (PEDREIRA JUNIOR *et al.*, 2018).

Tabela 1: Classificação da intensidade da chuva (IC; mm h<sup>-1</sup>)

Categoria	Intensidade da chuva
Chuva fraca	1,1 < IC ≤ 5,0
Chuva moderada	5,1 < IC ≤ 25,0
Chuva forte	25,1 < IC ≤ 50,0
Chuva muito forte	IC ≥ 50,1

Fonte: Adaptado de Minuzzi e Sediyaama (2004).

Na análise dos dados foram usadas as seguintes estatísticas descritivas em cada trimestre sazonal e seus respectivos períodos diurnos: média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão. As medidas de tendência central são as

dimensões de posição mais importantes, uma vez que os dados tendem a se agruparem em torno dos “números” centrais (CRESPO, 2017). Com relação ao desvio padrão, sua função é estimar a variabilidade, ou seja, é uma medida de dispersão que indica a uniformidade do conjunto de dados e a proximidade com a média (MANCUSO *et al.*, 2018). O uso da estatística em trabalhos na área da climatologia tem se destacado, principalmente por permitir avaliar o comportamento das variáveis e compactar o volume de dados na apresentação dos resultados (MELO; LIMA, 2021; PENEREIRO; FERREIRA, 2017).

**Resultados:** A estatística descritiva dos dados horários por período sazonal e diurno apresentaram poucas variações entre as medidas de tendência central. A maior média e mediana foi detectada no período chuvoso durante a madrugada, sendo elas, respectivamente, 194,2 mm e 198 mm (Tabela 2).

Observa-se que o desvio padrão, estatística que aponta a dispersão dos dados em relação à média, mais alto foi de 117,99 mm, ocorreu na parte da noite no período chuvoso e o menor foi de 13 mm no período seco, pela manhã. A mínima medida de chuva foi no período seco durante a manhã (10,7 mm), o que reflete na frequência percentual de chuva horária por períodos.

Tabela 2: Estatística descritiva dos dados de chuva horária (mm) por períodos sazonais e diurnos, na Reserva Biológica do Jarú, nos anos de 1999 a 2020

Período sazonal	Período diurno	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Chuvoso	Madrugada	194,2	198,0	305,8	49,0	71,8
	Manhã	190,1	188,9	326,6	44,8	76,2
	Tarde	227,4	233,1	360,2	86,2	81,9
	Noite	272,8	242,1	524,7	116,2	117,9
Transição Chuva-seca	Madrugada	38,8	34,1	78,0	4,6	25,6
	Manhã	48,0	33,8	109,0	1,8	33,0
	Tarde	61,7	58,0	134,1	1,6	38,3
	Noite	83,4	95,5	148,9	9,9	41,4
Seco	Madrugada	14,5	3,4	55,1	0,3	18,1
	Manhã	10,7	3,5	34,9	0,3	13,0
	Tarde	18,5	11,6	60,8	0,6	19,2
	Noite	30,4	18,3	118,9	0,4	35,7
Transição	Madrugada	137,9	129,4	244,6	82,8	45,3

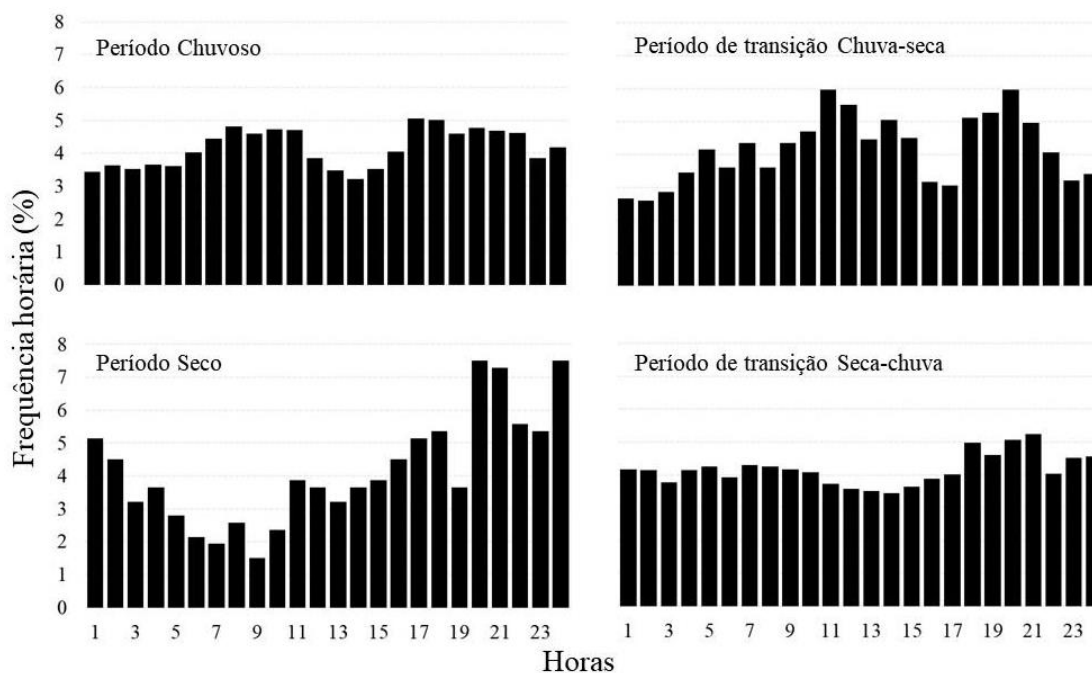
Seca-chuva	Manhã	135,7	104,2	400,8	56,8	89,8
	Tarde	202,3	220,0	395,0	68,8	104,1
	Noite	247,3	266,2	356,3	136,0	71,8

Fonte: os autores (2021).

Para cada ano da série histórica foram utilizados somente os períodos sazonais que contemplavam no mínimo dois meses com aproveitamento igual ou superior a 85%. Ponderando somente chuvas superiores a 0,2 mm, foram contabilizados 16.176 eventos de chuva ao longo de 22 anos, sendo 8.196 eventos no período chuvoso (51%), 1957 no período de transição chuva-seca, 453 no seco (3%) e 5.570 no período de transição seca-chuva. A frequência horária dessas ocorrências está representada na Figura 1.

As chuvas durante o período chuvoso foram mais frequentes das 17 às 18 h, com menores valores às 15 h (3,2%) e no início da madrugada. No período de transição chuva-seca, às 11 h e 20 h foram encontrada as maiores frequências horária de chuva (6%) e o menor valor foi de 2,6% às 2 h. No seco, os índices pluviométricos e de umidade, em um contexto geral, foram menores, principalmente das 6 às 10 h, com menor valor às 9 h (1,5%). Ainda assim, a frequência percentual de chuva atingiu picos de 7,5% (20 h e 24 h) e 7,3% (21 h). Ademais, no período de transição seca-chuva a frequência foi mais homogênea, variando de 3,4% (14 h) a 5,2% (21 h).

Figura 1: Frequência horária percentual da chuva nos períodos chuvoso, transição chuva-seca, seco e transição seca-chuva, na Reserva Biológica do Jarú, nos anos de 1999 a 2020



Fonte: os autores (2021).

Na Tabela 3 consta a variação da intensidade da chuva durante os períodos analisados, sendo classificados como chuva fraca, moderada, forte e muito forte conforme os intervalos descritos na metodologia.

Tabela 3: Intensidade da chuva (%) durante os períodos chuvoso, transição chuva-seca, seco e transição seca-chuva na Reserva Biológica do Jarú, nos anos de 1999 a 2020

Período	Fraca	Moderada	Forte	Muito forte
Chuvoso	66,8	17,5	0,7	15,0
Chuva-seca	68,5	24,1	0,4	7,0
Seco	68,8	21,4	1,3	8,4
Seca-chuva	60,6	19,2	1,0	19,2

Fonte: os autores (2021).

As chuvas com intensidade fraca representam 66,8% do volume de chuva no período chuvoso, as demais intensidades foram menos expressivas. Na série de dados do período de transição chuva-seca, 68,5% foram de chuva fraca, a chuva classificada como forte apresentou o menor percentual (0,4%) quando comparada aos demais períodos. No período seco, destaca-se os eventos rotulados como fracos e fortes, que foram os maiores encontrados quando comparados aos demais períodos (68,8% e 1,3%, respectivamente). Acerca do período de transição seca-chuva, a intensidade muito forte (19,2%) foi superior aos demais períodos,

ou seja, as chuvas classificadas como muito forte precedem a estação chuvosa.

A distribuição da frequência percentual da chuva nos períodos diurnos (madrugada, manhã, tarde e noite) para cada período sazonal (chuvoso, transição chuva-seca, seco, transição seca-chuva), podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4: Frequência percentual da chuva horária nos períodos diurnos e sazonais, na Reserva Biológica do Jaru nos anos de 1999-2020

Período	Madrugada	Manhã	Tarde	Noite
Chuvoso	21,9	27,1	24,3	26,7
Chuva-seca	18,8	28,4	25,3	27,5
Seco	28,3	15,9	27,0	28,8
Seca-chuva	23,8	25,5	23,1	27,6

Fonte: os autores (2021).

A maior frequência percentual de chuva durante a madrugada foi no período seco (28,3%). Durante o turno da manhã, o período de transição chuva-seca apresentou a maior frequência percentual (28,4%). Na parte da tarde, houve frequência máxima no período seco (27%). Do mesmo modo, durante a noite as frequências de chuva foram mais representativas no período seco, com 28,8%.

**Discussão:** A variabilidade das chuvas incidentes na Região Norte do Brasil durante o período chuvoso é influenciada diretamente por ambos os oceanos tropicais (Pacífico e Atlântico), por meio das temperaturas das superfícies. Esses, modulam a localização da Zona de Convergência Intertropical, caracterizada como o principal sistema responsável pela chuva do Nordeste e Norte. Nessa perspectiva, na Amazônia, a Zona de Convergência Intertropical tal como suas interações, contribuem em 70% com a chuva na região central (OLIVEIRA, 2019).

A frequência de chuva durante a tarde correlaciona com o escoamento em baixos níveis da camada de ar que circunda a terra, provindo do Oceano Atlântico, o que propicia o transporte de umidade na Região Amazônica durante a seca e garante as disposições necessárias para ocorrer a convecção local durante o período da tarde (LIMBERGER; SILVA, 2016). Esse desempenho também é reflexo dos regimes de ventos do oeste e leste que se estabelecem em baixos

níveis da atmosfera nesse período do ano, no oeste esse sistema associasse a eventos de Zona de Convergência do Atlântico Sul e a Jatos de Baixos Níveis, ao mesmo tempo que para o leste justifica-se por convecções locais e linhas de instabilidade (MARENGO *et al.*, 2004b; RICKENBACH, 2004; RICKENBACH *et al.*, 2002).

Durante a estação seca, ainda que se situe os maiores picos, as frequências mais baixas estão em maior representatividade. Isso se deve as elevadas temperaturas, poucos eventos de precipitação e baixos níveis de umidade. Os eventos de maiores picos estão associados a entrada de frentes de massas de ar fria (PEDREIRA JUNIOR *et al.*, 2018).

Pedreira Junior *et al.* (2018), realizaram um estudo semelhante na área urbana do município de Humaitá-AM, com série histórica de 2012 a 2017, onde obtiveram 1.913 eventos de chuva superiores a  $0,2 \text{ mm h}^{-1}$ . A frequência percentual máxima sobreveio entre 6 e 7 h ( $\pm 7\%$ ) e a mínima entre 10 e 12 h ( $\pm 2,5$  e  $2\%$ , respectivamente). No período seco, os resultados apontaram uma frequência máxima de quase  $11\%$  às 15 h seguida de  $\pm 9\%$  às 16 h.

Santos Neto (2014), elaboraram um estudo similar dentro do perímetro urbano do município de Porto Velho-RO, sendo a série histórica de 1998 a 2014. No qual, definiram que a sazonalidade seria compreendida pelo trimestre de durabilidade de cada estação: verão (dezembro a fevereiro – trimestre mais chuvoso), outono (março a maio – trimestre de transição), inverno (junho a agosto – trimestre mais seco) e primavera (setembro a novembro – trimestre de transição). Os autores ressaltam ainda que a determinação sazonal aplicada implica na posição em que o planeta se encontra no seu deslocamento de translação em torno do Sol.

No estudo supracitado, durante o verão amazônico (inverno austral), a chuva predominou entre às 15 e 17 h. No intervalo de transição do período seco para a temporada chuvosa, a chuva se concentrou entre às 14 e 21 h, às 15 h houve a predominância máxima com quase  $7\%$  de frequência. Vale enfatizar que durante a primavera a concentração de fumaça por queima de biomassa na Amazônia é alta e altera o processo de formação das nuvens. Esse processo

resulta em um retardamento no início da chuva quando comparada a uma atmosfera não poluída (ANDREAE *et al.*, 2004; ARTAXO *et al.*, 2014).

Assim como os dados da Rebio Jaru exibiram maiores picos de frequência no período da seca (estação de inverno), Pedreira Junior *et al.* (2018) e Santos Neto (2014) também encontraram resultados semelhantes, embora com predominância durante a tarde. No entanto, para o período chuvoso, que consideramos similar à estação de verão, os dados da área urbana de Humaitá AM e de Porto Velho-RO, se comportaram de maneira distinta da área preservada (Rebio Jaru), com maiores frequências durante a madrugada. Apesar de ambas as comparações pertencerem à Região Amazônica, a diferença entre uma área urbana e uma reserva biológica reflete no comportamento da chuva. Ademais, os trimestres não contemplam os mesmos meses.

Pedreira Junior *et al.* (2018), também analisaram a frequência percentual de chuva por períodos do dia nos períodos seco (junho a agosto) e chuvoso (outubro a março). Corroborando com os resultados da presente pesquisa, os autores também encontraram uma expressiva frequência de chuva durante a madrugada (30,9%) no período seco. Valadão, Aguiar e Webler (2019), estudaram o padrão da chuva em área de floresta (Rebio Jaru) e pastagem no sudoeste da Amazônia, com dados de 1999 a 2018, e obtiveram picos de chuva mais predominantes na parte da tarde ao analisar os dados anuais.

Em suma, a padrão das chuvas na Amazônia apresenta forte variabilidade, sendo que as altas taxas de precipitação são mantidas pelos fluxos de umidade, mas também pela reciclagem da evapotranspiração da floresta. De modo que, políticas eficazes de preservação da Floresta Amazônica é urgente, pois desempenha um imprescindível papel no regime hidrológico.

**CONCLUSÃO:** Os resultados discorridos na presente pesquisa demonstram que há variação sazonal na frequência horária da chuva, sendo que, tanto a menor quanto a maior frequência foram identificadas no período seco: 9 h (1,2%) e 20 h, 23 h (7,5%). O período chuvoso e o período de transição seca-chuva

apresentaram distribuição mais homogênea ao longo do dia, sendo esses os trimestres com maior incidência de chuva. Com relação à intensidade das chuvas, em todos os períodos, a chuva mais representativa foi a de categoria fraca. As chuvas de categoria muito forte foram mais abundantes no período de transição seca-chuva.

A floresta apresentou uma variabilidade horária das chuvas nos diferentes períodos sazonais, demonstrando uma sensibilidade climática. Dessa forma, mudanças as alterações de cobertura vegetal podem resultar em impactos negativos sobre o ciclo hidrológico, transfigurando alterações na reciclagem da precipitação, transporte de umidade e por fim, ocasionando mudanças climáticas em escalas locais e regionais. Portanto, a comunidade deve considerar a temática de políticas públicas de conservação, incluindo no debate o papel que a Floresta Amazônica desempenha nas demais regiões por meio dos cursos de água atmosféricos, conhecidos como rios voadores.

**Agradecimentos:** minha gratidão à UNIR pela bolsa concedida por meio do PIBIC/CNPq e pelo incentivo à pesquisa. Também sou imensamente grata à minha orientadora Renata Gonçalves aguiar, por passar conhecimento com tanto carinho, pelo seu amor pela pesquisa e por ter me dado oportunidade de ir além da sala de aula. Agradeço também ao Programa LBA, pelo fornecimento dos dados, pelos aprendizados e pela oportunidade de conhecer a Reserva Biológica do Jarú.

#### **Referências:**

ANDREAE, M. O.; ROSENFELD, D.; ARTAXO, P.; COSTA, A. A.; FRANK, G. P.; LOMGO, K. M.; SILVA DIAS, M. A. F. Smoking Rain Clouds over the Amazon. *Science*, São Paulo, v. 303, p.1337-1342, fev. 2004.

ARRAUT, J. M.; NOBRE, C.; BARBOSA, H. M. J.; OBREGON, G.; MARENGO, J. Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and Its Relation to Amazonia and to Subtropical Rainfall in South America. *Journal of Climate*, Washington, v. 25, n. 2, p. 543-556, jan. 2012.

ARTAXO, P.; DIAS, M. A. F. S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F. J.; CUNHA, H. B.; MARENGO,



J. A.; KRUXCHE, A. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da Floresta Amazônica. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 41-46, set. 2014.

BRASIL. Congresso. Senado. Decreto nº 83.716, de 11 de julho de 1979. Criação no território Federal de Rondônia, a Reserva Biológica do Jaru. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, jul. 1979.

CARVALHO, T. C.; DOMINGUES, E. P. Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030. *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 26, n. 2, p. 585-621, maio/ago. 2016.

CENCI, D. R.; LORENZO, C. A mudança climática e o impacto na produção de alimentos: Alguns elementos de análises da realidade brasileira e argentina. *Direito em Debate*, Ijuí, v. 29, n. 53, p. 32-43, jul./dez. 2020.

COOK, J.; ORESKES, N.; DORAJ, P. T.; ANDEREGG, W. R. L.; VERHEGGEN, B.; MAIBACH, E. W.; CARLTON, J. S.; LEWANDOWSKY, S.; SKUCE, A. G.; GREEN, S. A. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming. *Environmental Research*, v. 11, n. 4, p. 1-7, abr. 2016.

CORREIA, F. W. S.; MANZI, A. O.; CÂNDIDO, L. A.; DOS SANTOS, R. M. N.; PAULIQUEVIS, T. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 39-43, jul./set. 2007.

CRESPO, A. A. *Estatística fácil*. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

CULF, A. D.; FISCH, G.; MALHI, Y.; NOBRE, C. A. The influence of the atmospheric boundary layer on carbon dioxide concentrations over a tropical forest. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 85, n. 4, p. 149-158, jul. 1997.

DA SILVA, R. R.; WERTH, D.; AVISSAR, R. Regional Impacts of Future Land-Cover Changes on the Amazon Basin Wet-Season Climate. *Journal of Climate*, Boston, v. 21, p. 1153-1170, mar. 2008.

ERFANIAN, A.; WANG, G.; FOMENKO, L. Unprecedented drought over tropical South America in 2016: Significantly under-predicted by tropical SST. *Scientific Reports*, London, v. 7, p. 1-11, jul. 2017.

GATTI, R. (ed). *Reserva Biológica do Jaru/RO: Selva em meio ao desmatamento*. Brasília: ARPA, 2012. Disponível em: <http://arpa.mma.gov.br/reserva-biologica-do-jaruro/>. Acesso em: 26 maio 2021.

GLOOR, M.; BARICHIVICH, J.; SIV, G.; BRIENEN, R.; SCHÖNGART, J.; PEYLIN, P.; CINTRA, B. B. L.; FELDPAUSCH, T.; PHILLIPS, O.; BAKER, J. Recent Amazon climate as background for possible ongoing and future changes of Amazon humid forests. *Global Biogeochem Cycles*, Washington, v. 29, n. 9, p. 1384-1399, jul. 2015.

GOMES, J. B.; WEBLER, A. D.; AGUIAR, R. G.; AGUIAR, L. J. G.; NUÑES, M. L. A. Conversão de florestas tropicais em sistemas pecuários na Amazônia: Quais as implicações no microclima da região? *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 17, n. 11, p. 67-81, jul./dez. 2015.

GRUSSON, Y.; ANCTIL, F.; SAUVAGE, S.; PÉREZ, J. M. S. Coevolution of hydrological cycle components under climate change: the case of the Garonne River in France. *Water*, Basel, v. 10, n. 12, p. 1870-1895, dez. 2018.

GRUSSON, Y.; WESSTROM, I.; JOEL, A. Impact of climate change on Swedish agriculture: Growing season rain deficit and irrigation need. *Agricultural Water Management*, v. 251, maio 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Plano de prevenção e combate aos incêndios florestais na Reserva Biológica do Jaru (2006-2007). Ji-Paraná: IBAMA, 2006. 16 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Terrabrasilis – Plataforma de dados geográficos. São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi/>. Acesso em: 20 maio 2021.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. *Nature Climate Change*, London, v. 5, n. 1, p. 27-36, jan. 2015.

LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação na bacia Amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. *Geosp Espaço e Tempo*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 657-675, 2016.

MANCUSO, A. C. B.; CASTRO, S. M. DE. J.; GUIMARÃES, L. S. P.; LEOTTI, C. B.; HIRAKATA, V. N.; CAMEY, S. A. Estatística descritiva: perguntas que você sempre quis fazer, mas nunca teve coragem. *Clinical & Biomedical Research*, Porto Alegre, v. 38, n. 4, p. 414-417, dez. 2018.

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme Seasonal Droughts and Floods in Amazonia: Causes, Trends and Impacts. *International Journal of Climatology*, London, v. 36, n. 3, p. 1033-1050, jul. 2015.

MARENGO, J. A.; FISCH, G.; MORALES, C.; VENDRAME, I.; DIAS, P. C. Diurnal Variability of Rainfall in Southwest Amazonia during the LBA-TRMM Field Campaign of the Austral Summer of 1999. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 34, n. 4, p. 593-603, dez. 2004a.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R.; SAULO, C.; NICOLINI, M. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP-NCAR Re-analyses: Characteristics and Temporal Variability. *American Meteorological Society. Journal of Climate*, Boston, v. 17, n. 12, p. 2261-2280, jun. 2004b.

MELO, V. DA. S.; LIMA, L. M. Caracterização da chuva na microrregião de Catolé do Rocha o estado da Paraíba baseada em estatística aplicada. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 36, n. 1, p. 97-106, jan./mar. 2021.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C. Influência da topografia na precipitação: uma análise estatística e via imagens de satélite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 2004, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2004. CD-ROM.

MISHRA, V.; KUMAR, R.; SHAH, H. L.; SAMANIEGO, L.; EISNER, S.; YANG, T. Multimodel assessment of sensitivity and uncertainty of evapotranspiration and a proxy for available water resources under climate change. *Climate Change*, London, v. 141, p. 451-465, jan. 2017.

OLIVEIRA, M. A. Caracterização da Precipitação em Área de Floresta e Pastagem no Sudoeste da Amazônia. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Estatística) – Departamento de Matemática e Estatística, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2014.

OLIVEIRA, R. N. A variabilidade da chuva na Amazônia Central: *El Niño* e *La Niña*. 2019. Dissertação (Mestre em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

PEDREIRA JUNIOR, A. L.; QUERINO, C.; QUERINO, J.; DOS SANTOS, L. O. F. Variabilidade horária e intensidade sazonal da precipitação no município de Humaitá-AM. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 22, n. 14, p. 462-475, jan./jun. 2018.

PEEL, M.; FINLAYSON, B.; MCMAHON, T. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, n. 5, p. 1633-1644, out. 2007.

PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L. Ensino de aspectos da climatologia aplicados à engenharia ambiental apoiado por métodos estatísticos. *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v. 13, n. 27, p. 76-96, jan./abr. 2017.

PUTNAM, A. E.; BROECKER, W. S. Human-induced changes in the distribution of rainfall. *Science Advances*, Washington, v. 3, n. 5, maio 2017.

RICKENBACH, T. M.; FERREIRA, R. N.; HALVERSON, J. B.; HERDIES, D. L.; SILVA DIAS, M. A. F. Modulation of Convection in the Southwestern Amazon Basin by Extratropical Stationary Fronts. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, p. 7-13, ago. 2002.

RICKENBACH, T. M. Nocturnal Cloud Systems and the Diurnal Variation of Clouds and Rainfall in Southwestern Amazonia. *Monthly Weather Review*, Washington, v. 132, n. 5, p. 1201-1219, maio 2004.

ROCHA, V. M.; CORREIA, F. B. S.; FONSECA, P. A. M. Reciclagem de precipitação na Amazônia: um estudo de revisão. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 30, n. 1, p. 59-70, mar. 2015.

RUMMEL, U.; AMMANN, C.; GUT, A.; MEIXNER, F. X.; ANDREAE, M. O. Eddy covariance measurements of nitric oxide flux within an Amazonian rain forest.

Journal of Geophysical Research, v. 107, p. 9-17, set. 2002.

RUNYAN, C. W.; D'ODORICO, P.; LAWRENCE, D. Physical and Biological Feedbacks of Deforestation. *Reviews of Geophysics*, v. 50, dez. 2012.

SAMPAIO, G.; NOBRE, C.; COSTA, M. H.; SATYAMURTY, P.; SOARES FILHO, B. S.; CARDOSO, M. Regional Climate Change Over Eastern Amazonia Caused by Pasture and Soybean Cropland Expansion. *Geophysical Research Letters*, v. 34, set. 2007.

SANTOS NETO, L. A. Variabilidade da precipitação horária em Porto Velho-RO e suas tendências anuais e sazonais. 2014. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2014.

SAVO, D.; LEPOFSKY, J. P.; BENNER, K. E.; KOHFELD, J.; BAILEY, K. Observations of climate change among subsistence-oriented communities around the world. *Nature Climate Change*, London, v. 6, p. 462-473, abr. 2016.

SOBRAL, B. S.; OLIVEIRA JUNIOR, J. F.; GOIS, G.; TERASSI, P. M. B.; MUNIZ JUNIOR, J. G. R. Variabilidade espaço-temporal e interanual da chuva no estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 22, n. 14, p. 281-308, jan./jun. 2018.

SPIEGEL, M. R. *Estatística*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1972.

VALADÃO, C. C.; AGUIAR, R. G.; WEBLER, A. D. Padrão da chuva em áreas de floresta e pastagem no sudoeste da Amazônia. *South American Journal*, Rio Branco, v. 6, n. 7, p. 244-260, out. 2019.

VERROT, L.; DESTOUNI, G. Worldwide soil moisture changes driven by future hydro-climatic change scenarios. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*. European Geosciences Union, v. 165, maio 2016.

WEBLER, A. D.; GOMES, J. B.; AGUIAR, R. G.; ANDRADE, N. L. R.; AGUIAR, L. J. G. Mudanças no uso da terra e o particionamento de energia no sudoeste da Amazônia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 868-876, ago. 2013.

# A PERSPECTIVA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS SOBRE A PROTEÇÃO AMBIENTAL NA CAMPANHA DA ONU "CONSTRUINDO CIDADES RESILIENTES – MINHA CIDADE ESTÁ SE PREPARANDO"

Betina Ortiz Bruel<sup>1</sup>; Adriana da Silva Santos<sup>2</sup>; Juliana Mara Nespolo<sup>3</sup>

1 – Betina Ortiz Bruel. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - PPGSAU - Curitiba). [betinabruel@gmail.com](mailto:betinabruel@gmail.com)

2 – Adriana da Silva Santos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - PPGSAU - Curitiba). [anadris@gmail.com](mailto:anadris@gmail.com)

3 – Juliana Mara Nespolo. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - PPGEA - Francisco Beltrão). [juliananespolo@hotmail.com](mailto:juliananespolo@hotmail.com)

**RESUMO:** A conservação das áreas naturais em ambientes urbanos é de suma importância para a manutenção da resiliência ambiental, visto que a redução, fragmentação e degradação do ambiente natural estão diretamente relacionadas com o aumento da vulnerabilidade das cidades frente aos eventos climáticos extremos. Este trabalho teve como objetivo analisar as iniciativas de conservação ambiental dos municípios brasileiros que aderiram à campanha "Construindo Cidades Resilientes – Minha cidade está se preparando", lançada em 2010 pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres, em apoio à implementação do Marco de Ação de Hyogo, e posteriormente, o Quadro Sendai. A partir dos relatórios auto declaratórios "Local Government Self Assessment Tool" (LGSAT), período de 2013 a 2014, realizou-se a análise dos níveis de progresso para o "Fundamento 8", que trata da proteção ambiental e fortalecimento dos ecossistemas pelos municípios. Das 1.076 cidades brasileiras participantes, apenas 51 disponibilizaram o relatório LGSAT online, destas 41 localizam-se no estado de São Paulo. Constatou-se que na maior parte dos municípios existe algum compromisso institucional e capacidades para a Redução de Risco de Desastres, mas o progresso não é abrangente ou substancial. Os municípios que apresentaram as maiores pontuações foram Mogi das Cruzes, Itu, Guarulhos, Joanópolis, Lins, Bertioga, Capão Bonito, Jacanga, Jaguariúna, Piquete e Sorocaba, todos no estado de São Paulo. Considerando o caráter auto avaliativo do relatório, observou-se grande diversidade de respostas, o que pode estar relacionado a diferentes compreensões quanto aos pontos de referência do fundamento analisado, bem como diferentes realidades municipais.

**Palavras-Chave:** Resiliência urbana. Marco de Ação de Hyogo. Quadro Sendai. Mudanças climáticas.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746103>

**ABSTRACT:** The conservation of natural areas in urban environments is of paramount importance for the maintenance of environmental resilience, since the reduction, fragmentation and degradation of the natural environment are directly related to the increased vulnerability of cities to extreme weather events. This work aimed to analyze the environmental conservation initiatives of Brazilian municipalities that joined the campaign "Building Resilient Cities - My city is getting ready", launched in 2010 by the United Nations Office for Disaster Risk Reduction to support the implementation of the Hyogo Framework for Action, and later, the Sendai Framework. Based on the "Local Government Self Assessment Tool" (LGSAT) self-declaration reports from 2013 to 2014, the analysis of "Fundamentals 8" responses, which deals with environmental protection and strengthening of ecosystems by municipalities, was carried out. Of the 1,076 participating Brazilian cities, only 51 made the LGSAT report available online, 41 of which are located in the state of São Paulo. It was found that in most municipalities there is some institutional commitment and capacity for Disaster Risk Reduction, but progress is not comprehensive or substantial. The municipalities with the highest scores were Mogi das Cruzes, Itu, Guarulhos, Joanópolis, Lins, Bertioga, Capão Bonito, Jacanga, Jaguariúna, Piquete and Sorocaba, all in the state of São Paulo. Considering the self-evaluative nature of the report, a great diversity of responses was observed, which may be related to different understandings of the points of reference regarding the foundation analyzed, as well as different municipal realities.

**Keywords:** Urban resilience. Hyogo Framework for Action. Sendai Framework. Climate change.

**Introdução:** De acordo com estimativas oficiais da Organização das Nações Unidas (ONU), referente a projeções de áreas urbanas e populações rurais, cerca de 68% da população mundial se concentrará em áreas urbanas até 2050 (UNITED NATIONS, 2019). Considerando ainda que as cidades são responsáveis por 60 a 80% do consumo de energia e que geram até 70% das emissões de gases

de efeito estufa, além de mudanças no uso da terra (UN-HABITAT, 2019), a sustentabilidade ambiental é um desafio constante no ambiente urbano.

O processo de urbanização contribuiu para muitas transformações econômicas e sociais como o maior acesso das pessoas aos sistemas de saúde e educação, a redução das taxas de natalidade e o aumento da expectativa de vida, entre outros. Porém, trouxe muitos desafios, principalmente ligados ao planejamento urbano e as questões ambientais (poluição, degradação das áreas naturais, falta de infraestrutura urbana). O rápido crescimento e a ausência de planejamento adequado para a ampliação das áreas urbanas resultam em deficiências estruturais, modelos de produção e consumo não sustentáveis, maiores níveis de poluição, degradação ambiental e desigualdades econômicas e sociais (SILVA, 2013).

Entre os impactos antrópicos decorrentes da expansão dos centros urbanos, a redução e fragmentação das áreas naturais relaciona-se diretamente ao aumento da vulnerabilidade das cidades aos problemas atuais e futuros como a mudança climática, o aumento das ilhas de calor, poluição do ar, inundações e deslizamentos de encostas (PBMC, 2016). A superfície construída das cidades, em substituição ao ambiente natural tem o potencial de modificar o clima local numa intensidade ainda maior do que a promovida pelas mudanças climáticas globais (SILVA et al., 2019).

O Relatório Global de Riscos de 2020, publicação anual do Fórum Econômico Mundial, afirma que, em lugar das crises econômicas e financeiras consideradas nos fóruns anteriores como as mais perigosas, atualmente as percepções de risco estão focadas na crise climática e na inoperância na mitigação, nos desastres ambientais, nas catástrofes naturais e na perda de biodiversidade (HESSLER, 2020). De acordo com o *Emergency Events Database*, base de dados de desastres naturais e tecnológicos, fenômenos climáticos extremos como enchentes, temporais, furacões, vendavais, secas, incêndios, ondas de calor e de frio, afetaram 57,3 milhões de pessoas em 2018, em todos os continentes (WRI BRASIL, 2019).

De forma geral, o tema resiliência, principalmente em grandes centros urbanos, é mais focado na Defesa Civil e ações pontuais e emergenciais ante a riscos e desastres, como alagamentos, enchentes e incêndios, ou no controle de epidemias associadas às doenças tropicais. Madeiros, Grigio e Pessoa (2018) observaram a necessidade de se refletir a resiliência urbana, não somente em momentos em que a sociedade é acometida por algum desastre, mas considerar o processo de resiliência em todo o contexto urbano, a partir do processo de evolução da cidade, por exemplo na apropriação de espaços inadequados, no descarte inadequado de produtos produzidos por empresas e instituições fabris, entre tantos outros problemas da urbanidade.

Alcançar a resiliência urbana, compreendida como a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade expostos a riscos de resistir, absorver, acomodar e se recuperar dos efeitos de um perigo de forma eficiente e tempo hábil, pode ser considerado um dos grandes paradigmas deste século, uma vez que isso implica em mudanças dos padrões de vida e consumo atual (SACCARO JÚNIOR e COELHO, 2016; UNDRR, 2020).

A redução de riscos referentes a desastres ambientais causados pelas mudanças climáticas tem sido uma prioridade global, e nesse contexto destacam-se as seguintes iniciativas: Década Internacional para Redução de Desastres Naturais (1990-1999); 1ª Conferência Mundial - Estratégia e Plano de Ação de Yokohama para um Mundo mais Seguro (1994); Estratégia Internacional para a Redução de Catástrofes (ISDR-ONU, 2000); 2ª Conferência Mundial - Marco de Ação de Hyogo (2005-2015): aumento da resiliência das nações e comunidades; Campanha Global Construindo Cidades Resilientes: Minha cidade está se preparando (2010-2015); 3ª Conferência Mundial - Marco de Ação de Sendai para redução do risco (2015-2030); e a Nova Agenda Urbana, adotada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável - Habitat III (ONU, 2017).

Em 2010, ainda durante o período de adoção do Marco de Ação de Hyogo, a Campanha "Construindo Cidades Resilientes - Minha cidade está se preparando" foi lançada pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução do



Risco de Desastres (UNISDR/ONU). Abordando questões de governabilidade local e risco urbano, conduzida pelas cidades participantes e baseada em parcerias, a campanha teve como objetivo aumentar o perfil da resiliência e redução do risco de desastres entre os governos locais e comunidades urbanas em todo o mundo (UNDRR, 2020).

A campanha em sua primeira etapa (2010-2015), serviu como um meio de apoiar a implementação do Marco de Ação de Hyogo (2005-2015) em nível local. Em uma segunda etapa (2016-2020), teve como objetivo garantir que os compromissos assumidos pelos governos fossem integrados ao contexto local de forma a apoiar a implementação do Quadro Sendai para Redução do Risco de Desastres (2015-2030), com as suas metas e prioridades de ação também em nível local (UNDRR, 2020).

Desde seu lançamento, a campanha fortaleceu a liderança local e aumentou a vontade política para a redução do risco de desastres, concentrando-se no decorrer de sua primeira fase em aumentar a conscientização e a defesa de direitos, sendo reconhecida como uma ferramenta poderosa para envolver líderes políticos locais e o compromisso das cidades com a construção da resiliência a desastres (UNDRR, 2020).

No site oficial da campanha, foram disponibilizadas informações, ferramentas de autoavaliação e um guia para apoiar gestores públicos em processos de tomadas de decisão quanto às políticas e ações voltadas para a resiliência e redução de riscos de desastres, além de uma plataforma virtual para os governos locais compartilharem suas próprias ferramentas, planos, regulamentos, práticas e relatórios.

Para tornar as cidades resilientes, foram apresentados 10 Fundamentos, sendo eles: (1) Quadro Institucional e Administrativo, (2) Recursos e Financiamento, (3) Avaliações de Risco e Ameaças Múltiplas – Conheça seu Risco, (6) Construção de Regulamentos e Planos de Uso e Ocupação do Solo, e (8) Proteção Ambiental e Fortalecimento dos Ecossistemas. A campanha construiu uma ferramenta universal de autoavaliação dos governos locais, com o propósito

de definir uma referência para comparar dados e medir avanços referentes às estratégias propostas pelos governos locais.

Considerando que o Brasil foi o país com maior número de municípios inscritos na campanha "Construindo Cidades Resilientes – Minha cidade está se preparando" (Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020) e partindo da premissa de que a conservação das áreas naturais é de suma importância para a manutenção da resiliência urbana, o presente trabalho teve como objetivo analisar as iniciativas de proteção ambiental dos municípios brasileiros que aderiram à campanha da ONU, visando gerar um panorama das ações desenvolvidas, bem como os avanços obtidos e o progresso na redução do risco de desastres nestes municípios.

**Material e Métodos:** Realizou-se pesquisa descritiva e explicativa, a partir da base de dados disponibilizados na página oficial da campanha "Construindo Cidades Resilientes – Minha Cidade está se preparando!" da ONU, identificando-se os municípios brasileiros participantes e analisando seus relatórios "*Local Government Self Assessment Tool*(LGSAT)", período de 2013 a 2014.

Para atender os objetivos desta pesquisa, foram analisadas as quatro respostas relativas ao "Fundamento 8 - Proteção Ambiental e Fortalecimento dos Ecossistemas: Proteja os ecossistemas e barreiras naturais para mitigar inundações, tempestades e outros perigos a que sua cidade seja vulnerável. Adapte-se à mudança climática por meio da construção de boas práticas de redução de risco", em que os municípios pontuaram seu nível de progresso de 1 a 5.

Para auxiliar a análise e discussão dos resultados, foram incluídos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE-Cidades) considerados relevantes (ano base 2010): População; Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); Produto Interno Bruto (PIB) (2018); Esgotamento sanitário; Arborização vias públicas; e dados de cobertura por vegetação nativa (2019) coletados na plataforma do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias).

**Resultados:** Em todo o mundo, 4.360 cidades aderiram à campanha “Construindo Cidades Resilientes – Minha Cidade está se preparando!”, sendo 1.076 no Brasil. Destas, apenas 51 disponibilizaram o relatório LGSAT para consulta no site da campanha, estando a maior parte localizadas no estado de São Paulo (40), seguidas por Paraná (3), Minas Gerais (3), Pernambuco (3) e Rio de Janeiro (2).

Considerando o somatório dos quatro níveis do Fundamento 8, em que a pontuação máxima atinge 20 pontos, os municípios que apresentaram as maiores pontuações estão localizados no Estado de São Paulo: Mogi das Cruzes (20) e Itu (19); Guarulhos, Joanópolis e Lins com 18 pontos; Bertioga, Capão Bonito, Iacanga, Jaguariúna, Piquete e Sorocaba com 17 pontos. Os municípios que apresentaram as menores pontuações foram Franco da Rocha (SP), Socorro (SP), Sud Mennucci (SP) com sete pontos; Conselheiro Lafaiete (MG), Hortolândia (SP) e Tremembé (SP) com seis pontos. Dois municípios, Bom Jesus do Sul (PR) e Recife (PE) deixaram em branco as respostas.

Segue abaixo (Tabela 1), a compilação geral dos resultados dos 51 municípios por nível de progresso em cada uma das perguntas do Fundamento 8. Verificou-se que o nível de progresso 3 (existe algum compromisso institucional e capacidades para a Redução de Risco de Desastres, mas o progresso não é abrangente ou substancial) predominou nas respostas dos municípios.

Tabela 1. Porcentagem de municípios em cada nível de progresso relativos às questões do Fundamento 8 - Proteção Ambiental e Fortalecimento dos Ecossistemas.

Níveis de progresso	8.1. Até que ponto as políticas de Redução de Risco de Desastre de governo locais, estratégias e planos de implantação são integrados com o desenvolvimento ambiental e planos de gestão dos recursos naturais existentes?	8.2. Até que ponto o governo local apoia a restauração, proteção e gestão sustentável dos serviços ambientais?	8.3. Quanto que as organizações da sociedade civil e os cidadãos participam na proteção, restauração e gestão sustentável dos serviços dos ecossistemas?	8.4. Quanto o setor privado participa na implantação de planos de gestão ambientais e de ecossistemas em seu município?

<b>5</b> - Resultado completo foi alcançado, com compromisso e capacidade para apoiar esforços em todos os níveis.	8%	16%	12%	14%
<b>4</b> - Resultado significativo foi alcançado, mas com algumas deficiências já reconhecidas, em comprometimento, recursos financeiros ou capacidades operacionais.	34%	36%	30%	20%
<b>3</b> - Existe algum compromisso institucional e capacidades para a Redução de Risco de Desastres, mas o progresso não é abrangente ou substancial.	42%	32%	34%	32%
<b>2</b> - Resultados foram alcançados, mas são incompletos; e, ao mesmo tempo em que melhorias são previstas, o compromisso e as capacidades são limitados.	10%	8%	4%	12%
<b>1</b> - Os resultados são poucos e há poucos sinais de planejamento ou de medidas para melhorar a situação.	4%	6%	18%	20%
Sem resposta	4%	4%	4%	4%

Fonte: elaboração própria, com dados coletados nos relatórios LGSAT disponíveis on line ([www.unisdr.org/campaign/resilientcities/cities/brazil](http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/cities/brazil)). 2020.

Com relação à pergunta 8.1, apenas 8% dos municípios (Capão Bonito/SP, Itu/SP, Mogi das Cruzes/SP e Piquete/SP) atribuíram pontuação máxima; e 4% (Osasco/SP e Tremembé/SP) a pontuação mínima. Os níveis que predominaram foram 4 e 3, o que indica avanços e capacidades nessa área porém com algumas deficiências e ainda pouco progresso no geral.

Quanto à pergunta 8.2, também predominaram os níveis 4 e 3. No entanto, esta foi a pergunta em que um maior número de cidades (16%) se atribuiu nível 5 (Mogi das Cruzes/SP, Itu/SP, Guarulhos/SP, Joanópolis/SP, Bertioga/SP, Iacanga/SP, Jaguariúna/SP e Artur Nogueira/SP). As realizações são mínimas em 6% (Sud Mennucci/SP, Conselheiro Lafaiete/MG e Hortolândia/SP).

Ainda na pergunta 8.2, as cidades assinalaram “sim ou não” nos itens contemplados: Recursos hídricos (77%), Florestas (69%), Bacias fluviais (42%), Zonas úmidas (18%), Pesca (16%), e Zona costeira (2%, assinalado pelos municípios de Bertioga/SP e Itu/SP, porém este último não se localiza no litoral).

Na pergunta 8.3, novamente predominaram os níveis 3 e 4. Os municípios de Mogi das Cruzes/SP, Guarulhos/SP, Joanópolis/SP, Lis/SP, Capão Bonito/SP e Jaguariúna/SP se atribuíram o nível máximo; e Valinhos/SP, Poá/SP, Contagem/MG, Jataizinho/PR, Franco da Rocha/SP, Sud Mennucci/SP, Conselheiro Lafaiete/MG, Hortolândia/SP e Tremembé/SP, o nível mínimo.

A última pergunta, 8.4 teve as respostas mais distribuídas, mas com predomínio do nível 3 e o maior número de municípios com nível 1. Os municípios de Mogi das Cruzes/SP, Itu/SP, Guarulhos/SP, Joanópolis/SP, Lins/SP, Capão Bonito/SP e Sorocaba/SP se atribuíram o nível máximo; e Artur Nogueira/SP, Palmares/PE, Itajobi/SP, Poá/SP, Contagem/MG, Jataizinho/PR, Socorro/SP, Conselheiro Lafaiete/MG, Hortolândia/SP e Tremembé/SP, o nível mínimo.

Para auxiliar e ampliar a análise, buscou-se informações sobre a cobertura por vegetação nativa, dados como população, IDH, PIB, esgotamento sanitário e arborização de vias públicas nesses municípios, compilados na Tabela 2.

Tabela 2. Compilação de dados sobre as 51 cidades participantes da campanha “Construindo Cidades Resilientes - Minha Cidade está se preparando!”, ordenadas pela maior pontuação no fundamento 8 do relatório LGSAT.

	Estado	Nome da Cidade	Somatório Fundamento 8	*População (senso 2010)	*IDH (2010)	*PIB (2018)	*Esgotamento sanitário (2010) (%)	*Arborização vias públicas (2010) (%)	**Floresta nativa (2019) (%)
1	São Paulo	Mogi das Cruzes	20	387.779	0,783	34.908,31	62,2	85,5	47,59
2	São Paulo	Itu	19	154.147	0,773	45.461,13	97	93	30,09
3	São Paulo	Guarulhos	18	1.221.979	0,763	44.897,70	88,4	71,2	38,17
4	São Paulo	Joanópolis	18	11.768	0,699	16.262,42	66,8	81,5	58,58
5	São Paulo	Lins	18	71.432	0,786	48.837,12	97,1	98,4	8,20
6	São Paulo	Iacanga	17	10.013	0,745	37.023,57	93,4	97,1	11,94
7	São Paulo	Jaguariúna	17	44.311	0,784	205.080,73	95	82,9	7,25
8	São Paulo	Bertioga	17	47.645	0,730	27.384,29	77,1	56,5	90,39
9	São Paulo	Capão Bonito	17	46.178	0,721	19.221,42	86,6	56,8	64,99
10	São Paulo	Piquete	17	14.107	0,757	11.973,44	56,5	77,2	51,58
11	São Paulo	Sorocaba	17	586.625	0,798	52.169,13	98	98	19,14
12	Minas Gerais	Belo Horizonte	16	2.375.151	0,81	36.759,66	96,2	82,7	8,10
13	São Paulo	Campinas	16	1.080.113	0,805	51.417,00	90,5	87,5	11,48
14	São Paulo	Amparo	16	65.829	0,785	64.805,00	88,7	83,9	28,9
15	São Paulo	Bragança Paulista	16	146.744	0,776	37.813,45	87,1	71,2	25,02
16	São Paulo	Porto Feliz	16	48.893	0,758	49.253,38	40,9	92,3	10,61
17	São Paulo	Santa Bárbara D'Oeste	16	180.009	0,781	30.798,27	98,5	99	3,35
18	São Paulo	Vinhedo	16	63.611	0,817	119.996,43	95,2	95,2	21,32
19	Paraná	Londrina	15	506.701	0,778	35.383,29	96,3	85,2	20,09
20	Pernambuco	Sairé	15	11.240	0,585	12.411,83	30,1	16,6	17,36
21	Rio de Janeiro	Tanguá	15	30.732	0,654	16.249,55	58,9	16,6	27,71
22	São Paulo	São Roque	14	78.821	0,768	33.039,26	81,1	81	50,18
23	São Paulo	Indaiatuba	13	201.619	0,788	63.166,46	97,3	93,5	10,21
24	São Paulo	Atibaia	13	126.603	0,765	50.498,62	80,8	67	33,08
25	São Paulo	Rio Claro	13	186.253	0,803	47.851,56	98,6	75,3	53,56
26	Rio de Janeiro	Mesquita	12	168.376	0,737	12.879,91	62,4	93,3	51,51
27	São Paulo	Holambra	12	11.299	0,793	66.537,66	74,2	90,8	8,46
28	São Paulo	Campo Limpo Paulista	12	74.074	0,769	25.211,06	76,4	80,8	30,98

29	São Paulo	Morungaba	12	11.769	0,715	33.875,48	98,2	88,6	36,81
30	São Paulo	Porto Ferreira	12	51.400	0,751	36.767,59	98,8	97,4	12,56
31	São Paulo	São Luiz do Paraitinga	12	10,397	0,697	15.394,97	65,6	65,6	48,38
32	São Paulo	Artur Nogueira	11	44.177	0,749	22.157,00	90,8	91,2	8,26
33	São Paulo	Cajamar	11	64.114	0,728	224.359,59	76,3	51,1	52,28
34	São Paulo	Carapicuíba	11	369.584	0,749	14.413,33	87	82,9	6,74
35	São Paulo	Pedreira	11	41.558	0,769	26.471,59	69,9	97,6	19,66
36	São Paulo	Iracemópolis	10	20,029	0,776	83.477,19	97,7	99,5	7,58
37	São Paulo	Osasco	10	666.74	0,776	109.936,21	80,4	89,3	5,51
38	São Paulo	Valinhos	10	106,793	0,819	48.768,26	94,6	94,6	17,02
39	Pernambuco	Palmares	9	59.526	0,622	12.704,44	30,8	55,9	18,44
40	São Paulo	Itajobi	9	14,556	0,730	105.038,02	88,7	97,3	8,7
41	São Paulo	Poá	9	106.013	0,771	39.992,89	21,6	95,9	5,54
42	Minas Gerais	Contagem	8	603,442	0,756	42.077,02	92,2	68,3	26,06
43	Paraná	Jataizinho	8	11,875	0,687	15.234,12	88	90,9	3,87
44	São Paulo	Franco da Rocha	7	131,604	0,731	19.650,05	74	73,7	44,64
45	São Paulo	Socorro	7	36,686	0,729	21.180,14	63,6	64	18,94
46	São Paulo	Sud Mennucci	7	7,435	0,747	21.694,14	95,3	95,3	6,40
47	Minas Gerais	Conselheiro Lafaiete	6	116.512	0,761	16.555,58	90,1	33,9	25,38
48	São Paulo	Hortolândia	6	192,692	0,756	57.691,75	51,9	90,4	1,33
49	São Paulo	Tremembé	6	40,984	0,785	16.194,84	86,8	86,8	27,77
50	Paraná	Bom Jesus do Sul	0	3.796	0,697	20.289,39	6,80	5,8	34,61
51	Pernambuco	Recife	0	1.537.704	0,772	31.994,38	69,2	60,5	25,06

Fonte: elaboração própria, com dados coletados nos relatórios LGSAT ([www.unisdr.org/campaign/resilientcities/cities/brazil](http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/cities/brazil)); \*IBGE Cidades (<https://cidades.ibge.gov.br>);

\*\*MapBiomias (<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>). 2020.

As três cidades com maior cobertura de vegetação nativa Bertioga/SP (90%), Capão Bonito/SP (65%) e Joanópolis/SP (58%), apresentaram alta pontuação geral, sendo 17, 17 e 18, respectivamente. A cidade de Franco da Rocha/SP apresentou baixa pontuação (7), embora possua bom percentual de cobertura de vegetação nativa (45%).

Cidades com baixo índice de cobertura de vegetação nativa apresentaram também uma baixa pontuação, respectivamente: Hortolândia/SP (1,3%; 6); Jataizinho/PR (3,8%; 8); Osasco/SP (5,5%; 10); Poá/SP (5,5%; 9) e Sud Mennucci/SP (6,4%; 7).

Chamou a atenção cidades com baixíssimo índice de cobertura de vegetação nativa como Lins/SP (8,2%), Jaguariúna/SP (7,2%) e Santa Bárbara D'Oeste/SP (3,3%) terem apresentado alta pontuação (18, 17 e 16, respectivamente). Ressalta-se que Jaguariúna/SP apresenta o segundo maior PIB (R\$ 205.080,73).

Dentre as 51 cidades, Belo Horizonte/MG, foi o município com maior população (2.375.151 habitantes) e baixa porcentagem de floresta nativa (8,1%) em comparação aos demais. Importante destacar que informou no relatório LGSAT que possui legislação urbanística consoante com as condições ambientais e de fragilidades e riscos oriundas da própria caracterização do território. Ressaltou também sua forte e respeitada política de licenciamento ambiental e que busca garantir formas adequadas e sustentáveis de desenvolvimento urbano, possuindo vários projetos voltados a sua proteção e aprimoramento, ressaltando-se os relacionados à vegetação e às áreas verdes do Município. Entretanto, em janeiro de 2020, o volume de chuva causou sérios problemas e o município enfrentou uma das maiores tragédias de sua história. O custo para a recuperação da estrutura da cidade foi altíssimo, mas na época não houve menção às ações voltadas a prevenção de desastres pelas autoridades locais.

Guarulhos/SP, o terceiro maior em população dentre os participantes (1.221.979 habitantes), informou ocupação de áreas de preservação permanente (APP) e áreas de proteção ambiental (APA) e que os profissionais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, são comprometidos com restauração, proteção e



gestão ambiental. Apesar de apresentar um percentual de cerca de 38% de floresta nativa, não relatou nenhum programa ou projeto voltado a problemática da ocupação dessas áreas protegidas.

Campinas/SP, quarto maior em população (1.080.113 habitantes) e apresenta uma porcentagem baixa de área de floresta nativa (aproximadamente 11,50%). Contudo recebeu o título de cidade modelo e foi reconhecida, em 2013, pelo Programa Município Verde Azul, da Secretaria Estadual do Meio Ambiente de São Paulo, que garante à administração municipal a prioridade na captação de recursos junto ao Governo do Estado. O município informou que as Políticas de Redução de Risco de Desastre e os Planos de Gestão e desenvolvimento ambiental estão implantados e totalmente integrados e são realizadas muitas ações voltadas a preservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável.

O quinto município mais populoso, Londrina/PR (506.701 habitantes), não apresentou porcentagem razoável de floresta nativa (cerca de 20%), mas informou grande comprometimento do governo local, pois as secretarias que respondem por áreas de riscos e ambientais são atuantes e mantém projetos de adequação e conscientização ambiental, e utilização de recursos naturais.

Dos cinco municípios com menor população, São Luiz do Paraitinga/SP (10.397 habitantes), apresentou uma porcentagem significativa de floresta nativa (48,38%). Informou no relatório LGSAT que possui uma legislação bastante abrangente relacionada ao desenvolvimento ambiental e sustentável. Outrossim, conta com o trabalho de uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público sem fins lucrativos, que consiste em reflorestamento e preservação de nascentes com práticas ambientalistas e sustentáveis.

O município de Sud Mennucci/SP, o menos populoso dentre os participantes (7.435 habitantes), apresentou baixa porcentagem de floresta nativa (6,4%). Informou que todas as informações do Fundamento 8 no relatório LGSAT, estavam em implementação, sem previsão de projetos ou propostas para proteção ambiental.

Chamou atenção o fato de Recife/PE, o segundo município mais populoso (1.537.704 habitantes) e um dos poucos da Região Nordeste, não ter preenchido as repostas da maior parte do relatório, incluindo o Fundamento 8.

Comparando as cidades de Cajamar/SP e Piquete/SP, com o maior e o menor PIB (R\$ 224.359,59 e R\$11.973,44 respectivamente), ambas apresentam porcentagem semelhante de área de floresta nativa, 52,28% e 51,5%. No entanto, observou-se uma diferença significativa em relação ao nível de progresso no Fundamento 8, sendo que Cajamar/SP está na 33ª colocação e Piquete/SP na 10ª colocação.

Tanguay et al. (2010) ao estudarem o uso de indicadores de desenvolvimento sustentável (SDI) para cidades localizadas em países ocidentais desenvolvidos (cidades de portes diferenciados nos EUA, Canadá e Europa), observaram a falta de consenso em várias etapas da criação de SDI, que decorre notavelmente da ambiguidade nas definições de desenvolvimento sustentável, objetivos para o uso de tais indicadores, o método de seleção e a acessibilidade de dados qualitativos e quantitativos.

Ao considerar os fundamentos da campanha, acredita-se que a falta de consenso, bem como a falta de padronização e disponibilidade e informações referentes aos diferentes municípios participantes, pode ter influenciado o processo avaliativo que subsidiou as respostas informadas.

Assim, considerando o tema resiliência urbana, embora a campanha "Construindo Cidades Resilientes – Minha cidade está se preparando" ter sido de grande importância para a sensibilização das cidades e ter lançado fundamentos importantes para o processo de construção de cidades resilientes, as particularidades regionais e locais ainda precisam ser consideradas. Isto porque, os fundamentos gerais se apresentam como norteadores para projetos locais, que devem ser trabalhados de forma a refletir suas estratégias e seus objetivos prioritários.

O caráter auto avaliativo do relatório pode direcionar a aspectos pertinentes a diferentes compreensões dos pontos de referência, quanto ao nível

de implementação das ações que visam a resiliência das cidades. Outrossim, essas diferenças podem direcionar a um avanço de outras cidades na implementação de ações para alcançar maiores níveis de resiliência. Evidenciou-se uma grande diversidade de respostas, o que dificultou o estabelecimento de um marco referencial para as cidades brasileiras.

De acordo com o UNISDR/ONU (2020), esta autoavaliação do nível de progresso das cidades teve como principais objetivos fornecer mecanismos para os governos locais que facilitem o entendimento de lacunas e oportunidades na redução do risco de desastres; contribuir para o desenvolvimento de uma base e um relatório de status para as cidades participantes e complementar o monitoramento nacional e o fornecimento de informações com uma avaliação da situação a nível local de forma voluntária.

Ao ingressarem na Década de Ação em 2020, as cidades precisavam de maior orientação e capacitação em diferentes áreas técnicas, desde a conscientização até o planejamento estratégico que impulse a implementação efetiva de planos de desenvolvimento urbano informados de risco (UNDRR, 2020). Assim, os resultados da campanha ajudaram a construir a iniciativa sucessora “*Making Cities Resilient 2030 (MCR2030)*”, lançada em outubro de 2020.

**Conclusão:** A partir das análises realizadas, destaca-se a importância de ampliação do debate sobre cidades sustentáveis e resiliência urbana nos diferentes contextos municipais, envolvendo todos os setores. Ressalta-se que as diferentes realidades das cidades brasileiras que envolvem, por exemplo, as estruturas dos órgãos municipais, o envolvimento da comunidade na construção dos planos de ação, percentual de áreas verdes e a legislação de cada município podem ter influenciado a diversidade de respostas e detalhes nas respostas informadas. No entanto, deve-se reconhecer que este é um campo relativamente novo que certamente irá beneficiar as iniciativas locais em curso e futuras.

## REFERÊNCIAS:

HESSLER, U. 2020. Mudanças climáticas são maior risco global, indica relatório. Deutsche Welle. Disponível em: <https://p.dw.com/p/3WFgK>. Acesso em: 14 ago. 2020.

MADEIROS, H.; GRIGIO, A.; PESSOA, Z. Desigualdades e justiça ambiental: um desafio na construção de uma cidade resiliente. *GOT - Journal of Geography and Spatial Planning*. 13, p. 247-265, 2018.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MDR). Brasil. Construindo Cidades Resilientes. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/defesa-civil-no-brasil-e-no-mundo-1/cidades-resilientes>. Acesso em: 28 dez. 2020.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. A Nova Agenda Urbana. Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III). Quito, Equador. 2017. Disponível em: <https://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>. Acesso em 30 set. 2020.

PBMC. Programa Brasileiro de Mudanças Climáticas, Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. RIBEIRO, S.K.; SANTOS, A.S. (Eds.). PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, ISBN: 978-85-285-0344-9, 2016. Disponível em: [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio\\_UM\\_v10-2017-1.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf). Acesso em: 28 jan. 2021.

SACCARO JÚNIOR, N. L.; COELHO, O. F. Cidades resilientes e o ambiente natural: ecologia urbana, adaptação e gestão de riscos. In: COSTA, M. A. (Org.). O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos de política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana. Brasília: Ipea, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7121/1/O%20Estatuto%20da%20Cidade%20e%20a%20Habitat%20III.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

SILVA, A. K. Cidades inteligentes e sua relação com a mobilidade inteligente. Universidade de São Paulo: São Paulo, 2013.

SILVA, E. M. F. da; BENDER, F.; MONACO, M. L. da S. de; SMITH, A. K.; SILVA, P.; BUCKERIDGE, M. S.; ELBL, P. M.; LOCOSSELLI, G. M. Um novo ecossistema: florestas urbanas construídas pelo Estado e pelos ativistas. *Estudos Avançados*, [S. l.], v. 33, n. 97, p. 81-101, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.005>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/164904>. Acesso em: 5 jan. 2021.

TANGUAY, G. A., RAJAONSON, J., LEFEBVRE, J. F., LANOIE, P. Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators. *Ecological*

Indicators, 10(2):407-418. March 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/222575724\\_Measuring\\_the\\_sustainability\\_of\\_cities\\_An\\_analysis\\_of\\_the\\_use\\_of\\_local\\_indicators](https://www.researchgate.net/publication/222575724_Measuring_the_sustainability_of_cities_An_analysis_of_the_use_of_local_indicators). Acesso em: 10 dez. 2020.

UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Making Cities Resilient: My City is Getting Ready. 2020. Disponível em: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/about/article/about-the-campaign>. Acesso em: 02 dez. 2020.

UNDRR b. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Making Cities Resilient (MCR 2030). 2021. Disponível em: <https://mcr2030.undrr.org/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

UN-HABITAT. United Nations Human Settlements Programme. Strategic Plan for the period 2020-2023. 76p. 2019. Disponível em: [https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-09/strategic\\_plan\\_2020-2023.pdf](https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-09/strategic_plan_2020-2023.pdf). Acesso em: 10 jan. 2021.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf>. Acesso: 13 ago. 2020.

WRI BRASIL - WORLD RESOURCES INSTITUTE. 2019. Mais intensos e frequentes, eventos climáticos são ameaça à saúde global. <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/02/eventos-climaticos-recentes-sao-ameaca-a-saude-global>. Acesso em: 21 jan. 2021.

# POLÍTICAS AMBIENTAIS E GOVERNANÇA CLIMÁTICA: PERSPECTIVAS DOS SISTEMA DE TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Luis Henrique da Rocha Paim Garcia<sup>1</sup>; Maria Eliane Blaskesi Silveira<sup>2</sup>

1 – Luis Henrique da Rocha Paim Garcia. Centro Universitário da Região da Campanha-URCAMP.

[luishenriquerpgarcia@gmail.com](mailto:luishenriquerpgarcia@gmail.com)

2 – Maria Eliane Blaskesi Silveira. Centro Universitário da Região da Campanha- URCAMP. [elianeblaskesi@hotmail.com](mailto:elianeblaskesi@hotmail.com)

**RESUMO:** A necessidade de adoção de um sistema de transição e mitigação dos impactos ambientais restam sobejamente demonstradas nos últimos tempos, adquirindo importante relevância no certame acerca das mudanças climáticas. Contudo, os tímidos esforços empreendidos nos últimos tempos demonstram a necessidade de ação efetiva, a adoção de políticas climáticas pautadas nas individualidades nacionais e subnacionais, bem como na observância de variáveis pontuais, considerando a realidade das comunidades vulneráveis e os aspectos sociais e econômicos a fim de assegurar uma transição justa e equânime. Para tanto, considerando os riscos iminentes do colapso ambiental a nível mundial e as propostas transnacionais de mitigação das mudanças climáticas, bem como os aspectos econômicos, sociais e ambientais, perquire-se: quais iniciativas e perspectivas são adequadas à necessidade de adaptação célere às mudanças climáticas a partir da governança ambiental? Este artigo tem como objetivo principal, verificar as perspectivas de aderência aos mecanismos de gestão de políticas ambientais e governança no âmbito climático para o combate e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, partindo do certame histórico da preocupação ambiental; verificando os mecanismos de governança ambiental no processo adaptativo; e analisando os mecanismos de governança ambiental no processo de transição climática que contribuam com o processo de adaptação, mitigação e transição climática. Para o presente artigo utilizou-se o método dedutivo, baseado em pesquisa bibliográfica, documental e qualitativa.

**Palavras-Chave:** Mudanças Climáticas; Adaptação; Mitigação; Governança; Políticas climáticas.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746088>

**ABSTRACT:** The need to adopt a system of transition and mitigation of environmental impacts has been amply demonstrated in recent times, acquiring important relevance in the event on climate change. However, the timid efforts undertaken in recent times demonstrate the need for effective action, the adoption of climate policies based on national and subnational individuals, as well as on the observance of specific variables, considering the reality of vulnerable communities and social and economic aspects in order to ensure a fair and equitable transition. Therefore, considering the imminent risks of environmental collapse worldwide and the transnational proposals for mitigating climate change, as well as the economic, social and environmental aspects, the question is: which initiatives and perspectives are adequate to the need for rapid adaptation to changes from environmental governance? The main objective of this article is to verify the perspectives of adherence to the mechanisms of management of environmental policies and climate governance for combating and mitigating the effects of climate change, starting from the historical event of environmental concern; checking environmental governance mechanisms in the adaptive process; and analyzing environmental governance mechanisms in the climate transition process that contribute to the process of adaptation, mitigation and climate transition. For this article, the deductive method was used, based on bibliographical, documentary and qualitative research.

**Keywords:** Climate changes; Adaptation; Mitigation; Governance; Climate policies.

**Introdução:** O presente artigo visa abordar as premissas das preocupações climáticas no âmbito internacional e as perspectivas passíveis de adoção no processo transacional, pautados pela necessidade de mitigação e adaptação, apresentando o contexto histórico acerca da preocupação climática, explorando a governança climática como mecanismo para o processo de transição sustentável.

A partir da impreterível necessidade de gerenciamento da crise climática global, os riscos iminentes exercidos pelo protelamento de efetivas e as propostas transnacionais de mitigação das mudanças climáticas, bem como a necessidade de

observar os aspectos econômicos, sociais e ambientais, pretende-se responder à indagação: quais iniciativas e perspectivas são adequadas à necessidade de adaptação célere às mudanças climáticas a partir da governança ambiental?

Assim, o objetivo principal da pesquisa é examinar as perspectivas de aderência aos mecanismos de gestão de políticas ambientais e governança no âmbito climático para o combate e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, partindo do certame histórico da preocupação ambiental; verificando os mecanismos de governança ambiental no processo adaptativo; e analisando os mecanismos de governança ambiental no processo de transição climática que contribuam com o processo de adaptação, mitigação e transição climática.

A pesquisa para o presente artigo lastreou-se no método dedutivo, baseado em pesquisa bibliográfica, documental e qualitativa de doutrina e artigos científicos, principalmente em âmbito internacional.

## **1. DAS PREMISSAS HISTÓRICAS ÀS INICIATIVAS DE ADAPTAÇÃO COMO ARROJO NO COMBATE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Desde a Revolução Industrial, o planeta elevou os níveis de aquecimento em 1,1° C, representando uma elevação na temperatura jamais experimentada pela humanidade. Conforme o relatório divulgado pelo IPCC, o conjunto de países precisa adotar um sistema de transição sustentável, objetivando manter a temperatura global abaixo de 1,5°C, reduzindo consideravelmente a emissão de gases até o ano de 2030, compromisso firmado por diversas nações a partir do Acordo de Paris (WALLACE-WELLS, 2020, p. 2-6). Na análise de Mitkidis e Valkanou (2020, p. 11), adoção de ações globais do clima pela Organização das Nações Unidas, através das 17 Metas de Desenvolvimento Sustentável e a publicação do Relatório Especial do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas deram início a coalizão mundial em prol das causas, riscos e do combate às mudanças climáticas.



Em 1988, o cientista da National Aeronautics and Space Administration (NASA), James Hansen, alertou o mundo sobre o denominado "efeito estufa", apresentando suas considerações perante o United States Congress. Contudo, em que pese a movimentação parcimoniosa do governo americano, a emissão de gases somente foi aprofundada nos 30 anos subsequentes. Ocorre que, à época do alerta realizado, o efetivo problema enfrentado poderia eventualmente ser contornado, não exigindo que a sociedade hodierna condicione sua sobrevivência à adoção de políticas hercúleas e céleres no combate à degradação ambiental. A verdade é que mesmo antes do testemunho de James Hansen, as empresas voltadas ao ramo de combustíveis fósseis tinham ciência acerca do aquecimento global, ao menos desde a década de 1970, passando a adaptar suas sondas de perfuração e demais engenharias para suprir a elevação dos níveis dos mares. Consequentemente, as desinformações foram erigidas como modo de dissipar as informações científicas que as indústrias detinham (MCKIBBEN; 2020, p. 43-45).

Em meados de 1997, o Protocolo de Kyoto representou a primeira tentativa efetiva para combater as mudanças climáticas. A empreitada, no entanto, enfrentou forte oposição da indústria de combustíveis dos Estados Unidos, que conseguiu impedir a adoção de medidas contra a questão enfrentada. Durante o governo do ex-presidente americano, George W. Bush, a indústria petrolífera alcançou patamares elevados de lucro. Uma nova tentativa de reunir as nações do mundo em prol da questão climática, a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2009 (Conferência de Copenhague) marcou mais um fracasso na tentativa de organizar os países em favor da causa climática (MCKIBBEN; 2020, p. 43-45).

Conforme Peel e Osofsky (2013, p. 152), a conjuntura das mudanças climáticas exige a visível coalizão de esforços dos Estados, razão pela qual a adoção de tratados multilaterais a partir da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC) refletem respostas ao problema enfrentado. Entretanto as múltiplas facetas e personagens, públicos e privados, que contracenam no panorama das mudanças climáticas, oferecem resistência às necessárias interações centradas no contexto de cada país. As notáveis falhas decorrentes das tentativas de consenso acerca do abrandamento das emissões,

impõe um lapso regulatório, trazendo à baila a emergência dos litígios climáticos que adquire protagonismo frente às diminutas ou inexistentes medidas factuais dos países.

Refletindo os panoramas anteriormente delineados – a dificuldade na implementação das regulações climáticas e a necessidade de medidas ágeis e concretas –, Peel e Osofsky (2013, p. 153-154), reconhecem que os litígios climáticos exercem o afinco para o enfrentamento da questão posta, considerando a capacidade de redirecionar o contexto regulatório à guisa de atribuir capacidade e a matéria para a regulação, ou mesmo exercer a atribuição indiretamente.

O processo transaccional reveste-se de tarefas árduas e planejamento contínuo, com mecanismos que promovam justiça social em conjunto com a justiça ambiental, permitindo principalmente às comunidades e cidadãos mais vulneráveis a transição contínua, expectável e planejada. Embora a extensão da crise ambiental não se limite a seletividade dos indivíduos atingidos pelas consequências das mudanças climáticas, resta evidenciado que setores marginalizados da sociedade sofrerão impactos violentamente superiores à outra parcela da população.

## **2. GOVERNANÇA CLIMÁTICA: OS MECANISMOS DE GESTÃO DE POLÍTICAS AMBIENTAIS NO PROCESSO DE TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL**

Farber (2020, p. 92-93) afirma que restam evidentes as influências exercidas pelo carbono produzido a partir das atividades antrópicas, cujos impactos podem ser sentidos através do alcance das temperaturas mais altas nos últimos anos e a demonstração inequívoca para a tendência progressiva de elevação, o que sobrecarregará o aparato de resposta a tais eventos. As mudanças no aspecto climático ofertam influências sobre múltiplos aspectos, compreendendo a questão energética, o sistema hídrico, as condições de vida e a proliferação de doenças, além das violentas alterações climáticas e ambientais e

que, notadamente, atingirão com superior intensidade comunidades mais vulneráveis, razão pela qual se faz imprescindível a atuação de diversos setores da sociedade para moldar o sistema jurídico nacional e internacional à capacidade de adaptação climática.

Entretanto, é necessário observar as disparidades causadas pelos impactos das mudanças climáticas, incidindo sobretudo sobre comunidades pobres e marginalizadas, incapazes de responder adequadamente em resposta aos eventos. Deste ponto, surge a necessidade de adaptações climáticas equitativas, alicerçadas sobre um sistema de planejamento que considere aspectos ecológicos, sociais e econômicos, que observem as individualidades das comunidades mais vulneráveis na implementação das políticas de adaptação (KASWAN; 2019, p. 115-119).

A partir da necessidade administrar a resposta às mudanças climáticas, apreende-se a necessidade de compreender a interação dos sistemas socioecológicos, considerando seus aspectos de vulnerabilidade, solidez e risco, os quais ditam a capacidade de adaptação do próprio sistema. A estabilidade dos sistemas surge a partir de propriedades complementares, sejam elas a resiliência, adaptabilidade e transformabilidade, cujas noções são distintas. No campo do direito ambiental, a característica resiliente reporta-se à competência do sistema em compreender as ocorrências adversas que o atingem, absorvendo-as e promovendo a adaptação para melhor responder aos eventos antagonizados. A adaptabilidade remete ao gerenciamento dos recursos do sistema, respondendo e remodelando conforme os aspectos impostos, estabelecendo relação direta com a própria capacidade de conduzir o processo de resiliência. No que tange a transformabilidade, dispõe, em síntese, acerca da reestruturação medular do sistema diante da impossibilidade de manutenção das condições atuais (WALKER et al.; 2004, p. 2).

Para repensar a governança ambiental, Chaffin et al. (2016, p. 401-402) enfatiza a importância de compreender tais elementos, posto que se configuram duas vertentes fundamentais dessa espécie de governança: a adaptativa e a transformativa. Ambas partem do ponto de inflexão do sistema ecológico diante

de um evento adverso, que o torna incapaz de sustentar ou mantém dificilmente o funcionamento diante das mudanças climáticas. Em vista disso, a governança adaptativa reage para adequar o sistema aos distúrbios ocorridos, objetivando, sumariamente, a adaptação às condições modificadoras, preservando o sistema existente. A governança transformativa, por sua vez, pretende a transformação do sistema, quer seja pela impossibilidade de sustentação do modelo vigente ou da incapacidade de adaptação, quer seja pela própria reação provocada pelo evento adverso, o qual acarretou tamanha danificação que torna inexecutável a manutenção daqueles mecanismos para retomar o status quo ante ou caucionar a manutenção da sociedade.

Nesse contexto, a promoção do aparato normativo que delimita a estrutura de governança voltada à transição sustentável, à resiliência e capacidade de adaptação constitui desafio para a legislação ambiental. A governança ambiental conflui diversos segmentos da sociedade, de Estados às entidades do setor privado, nacionais e transnacionais, formal ou informalmente, buscando conciliar interesses comuns entre setores díspares, legando-se o solucionamento de dissensos acerca da proteção ambiental, gestão de risco e demais questões pertinentes às adaptações da sociedade às mudanças climáticas. O alcance dos objetivos de transição sustentável não se limita atualmente à dependência da atuação estatal, dotando o setor privado de protagonismo, atribuindo responsabilidades na transformação do padrão econômico de produção e consumo (CASSOTTA; 2021, p. 5-7).

### **3. O PROTAGONISMO DA PERSPECTIVA POLICÊNTRICA NO ÂMBITO DA GOVERNANÇA CLIMÁTICA MULTINÍVEL NOS PROCESSOS DE ADAPTAÇÃO E TRANSIÇÃO NO COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

Conforme definição apresentada pelo Banco Mundial (1992, p.1), a governança pode ser entendida como a ação do aparato estatal dedicado ao desenvolvimento a partir da gestão dos recursos econômicos e sociais. Andonova,

Betsill e Bulkeley (2009, p. 52) discorrem acerca da aplicação do conceito no caso das mudanças climáticas, quando a governança ambiental assume características multifacetadas, através da atuação de diversos setores da sociedade, como, por exemplo, através da necessidade de cooperação transnacional. Nacionalmente, a governança atua na elaboração e aplicação de suas próprias políticas ambientais, com a atuação de atores civis, de organizações não-governamentais, do setor privado e das próprias autoridades subnacionais.

Destaca-se que mesmo em período anterior ao fracasso da COP-15 (Conferência de Copenhague) na apresentação de medidas concisas e formação de consenso entre as nações, a ideia de um regime climático monocêntrico já estava sendo descartada por especialistas, substituindo-o pela multiplicidade de regimes. Ou seja, a possibilidade da governança assumir maior imponência seria dada a partir da governança climática multinível. (RAYNER; JORDAN; 2018, p. 82-84).

Ostrom (2010, p. 31-32) enfatiza a irrazoabilidade acerca da espera para o estabelecimento de diretrizes globais para lidar com a questão climática. A viabilidade da adoção do policentrismo na condução das múltiplas ordens que afetam a questão tende a facilitar o alcance aos objetivos. Segundo a definição de Ostrom (1999, p. 57), o policentrismo agrega múltiplos e independentes elementos que precisam conceder, pactuar e ajustar as relações no interior de um sistema amplo de regramentos, conduzindo-os com autonomia, mas com o objetivo de alcançar as transformações necessárias às adaptações climáticas. No clássico artigo escrito por Ostrom, Tiebout e Warren (1961, p. 31-32), sobre o estudo de governos em regiões metropolitanas dos Estados Unidos, a perspectiva policêntrica de governança multinível destaca, portanto, a existência de diversos graus na estrutura hierárquica de poder, desenvolvendo e executando suas políticas voltadas para atingir o propósito pretendido.

A abordagem policêntrica encontrou maior respaldo a partir da celebração do Acordo de Paris que, diferentemente do Protocolo de Kyoto, estabeleceu a necessidade dos países em apresentar “contribuições nacionalmente determinadas” (NDCs). O acordo empreendeu a voluntariedade dos Estados em

estabelecer seus compromissos para com a redução progressiva nas emissões de gases, bem como fomentou a implementação de objetivos nacionais para mitigação do aquecimento global. Tais referências à necessidade de mobilização interna dos países trouxe o conceito do policentrismo à discussão novamente. (FALKNER; 2016, p. 1114).

Ademais, conforme Hale (2016, p. 13), a inclusão de governos subnacionais, entidades do setor privado e demais atores não-estatais na elaboração de medidas e discussões acerca das mudanças climáticas tem adquirido destaque nas últimas décadas. Em complemento, segundo Cole (2015, p. 116-117), é imperioso diferenciar governo de governança, visto que o primeiro se refere apenas a atuação de entes estatais, ao passo que a segunda reflete a pluralidade de agentes mencionados anteriormente. Forçoso considerar ainda que aproximadamente 30 anos de negociações a nível global não foram capazes de conduzir o mundo para o planejamento conciso das políticas acerca das mudanças climáticas, quiçá agiram para retardar a cada vez mais evidente necessidade de adaptação. É fundamental repensar a forma de política ambiental hodierna sob o enfoque do policentrismo rumo à subsistência do clima, considerando a possibilidade de acordos bilaterais, multilaterais e iniciativas subnacionais, reforçando a confiança das partes e o cumprimento dos propósitos comuns.

Nessa toada, Ostrom (2010, p. 38-39) aponta as múltiplas variáveis incidentes sobre o enfrentamento às mudanças climáticas. Inexiste uma solução única que possa reunir e definitivamente eliminar o problema. Em vista da inerente complexidade, a abordagem policêntrica no âmbito de uma governança multinível apresenta aspectos positivos para o gerenciamento da questão, principalmente, quanto às perspectivas de experiência e engajamento. A construção do sistema policêntrico, envolvendo os mais diversos atores da sociedade fortalece o compromisso com as formas de redução da emissão de gases de efeito estufa, assegurando a confiança de um trabalho conjunto em prol do objetivo comum: a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

**Conclusão:** O artigo propôs uma análise sobre as premissas históricas das mudanças climáticas e as políticas passíveis de adoção, visando contribuir com o processo efetivo de transição sustentável e a implementação da governança ambiental. Para isto, é necessário considerar as variáveis e discrepâncias existentes entre os países, que compreendem desde o processo de industrialização e desenvolvimento, aos níveis de contribuição para emissão de gases de efeito estufa, gestão energética e desenvolvimento econômico, assim como as variações de organização sociopolítica. Tais fatores oferecem precedentes importantes e de indispensável observância para fomentar e estabelecer os parâmetros de adaptação e transição climática. A ameaça climática é inegável e manifestamente presente nos dias atuais, impondo evidentes consequências atuais e futuras, caso não seja confrontada ávida e contundentemente, acometendo todos os indivíduos, contudo, com superior impacto sobre comunidades historicamente fragilizadas.

Contudo, processo transacional exige a cristalina necessidade de aceleração dos esforços para uma regulamentação crível e atenta às realidades nacionais e aos diversos contextos domésticos, com mecanismos que impeçam o desmantelamento dos sistemas de mitigação às mudanças climáticas por fatores e atores políticos, observando consolidar uma política climática resistente e capaz de promover efetivas contribuições para o problema enfrentado. Mostra-se imprescindível atentar aos fatores históricos, características individuais dos Estados, assim como a promoção do engajamento dos diversos atores nacionais e internacionais na adaptação e transição pertinente ao combate às mudanças climáticas.

Ao considerar os aspectos de governança climática, é imperioso frisar as novas perspectivas atinentes ao processo, pautadas pelo processo de adaptação, considerando as propostas do policentrismo na seara da governança multinível, contribuindo para melhores resultados no alcance do processo de transição sustentável.

A pesquisa foi realizada com iminente amparo em bibliografia e artigos científicos produzidos internacionalmente, que forneceram os elementos

essenciais para os argumentos tratados, considerando as tímidas produções nacionais acerca do tema.

### Referências:

ANDONOVA, Liliana; BETSILL, Michele; BULKELEY, Harriet. **Transnational Climate Governance**. *Global Environmental Politics*, Massachusetts Institute of Technology, v. 9, n. 2, p. 52-73, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/glep.2009.9.2.52>. Acesso em: 07 mai. 2021.

CASSOTTA, Sandra. **The Development of Environmental Law within a Changing Environmental Governance Context: Towards a New Paradigm Shift in the ANTHROPOCENE ERA**, *Yearbook of International Environmental Law*, 2021, p. 1-14. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/yiel/yvaa071>. Acesso em: 10 mai. 2021.

CHAFFIN, Brian C. et al. **Transformative Environmental Governance**, *Annual Review of Environment and Resources*, v. 41, 2016, p. 399-423. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-environ-110615-085817>. Acesso em: 17 mai. 2021.

COLE, Daniel H. **Advantages of a Polycentric Approach to Climate Change Policy**, *Nature Climate Change*, Maurer School of Law, Indiana University, vol. 5, n. 2, 2015, p. 114-118. Disponível em: <https://www.repository.law.indiana.edu/facpub/1415>. Acesso em: 17 mai. 2021.

FALKNER, Robert. **The Paris Agreement and the New Logic of International Climate Politics**, *International Affairs*, The Royal Institute of International Affairs, v. 92, n. 5, 2016, p. 1107-1125. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/1468-2346.12708>. Acesso em: 07 mai. 2021.

FARBER, Daniel A. **The Intersection of International Disaster Law and Climate Change Law**. *Yearbook of International Disaster Law Online*, v. 2, n. 1, p. 87-115, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3655189>. Acesso em: 8 mai. 2021.

HALE, Thomas. **"All Hands on Deck": The Paris Agreement and Nonstate Climate Action**. *Global Environmental Politics*, Massachusetts Institute of Technology, v. 16, n. 3, 2016, p. 12-22. Disponível em: [https://doi.org/10.1162/GLEP\\_a\\_00362](https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00362). Acesso em: 07 mai. 2021.

KASWAN, Alice. **Sete Princípios para uma Adaptação Equitativa aos Efeitos das Mudanças Climáticas**. In: FARBER, Daniel A.; CARVALHO, Délton Winter De. **Estudos Aprofundados em Direito Dos Desastres: Interfaces Comparadas**. 2. ed. Curitiba: Appris, 2019, p. 113-147.

MCKIBBEN, Bill. **How We Got To The Green New Deal**. In: PRAKASH, Varshini; GIRGENTI, Guido. **Winning the Green New Deal: Why We Must, How We Can**. New York: Simon & Schuster, 2020. cap. 5, p. 43-48.



MITKIDIS, Katerina; VALKANOU, Theodora N. **Climate Change Litigation: Trends, Policy Implications and the Way Forward**. Transnational Environmental Law, Cambridge University Press, p. 11-16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S2047102519000396>. Acesso em: 4 abr. 2021.

OSTROM, Elinor. **A Polycentric Approach for Coping with Climate Change**. Washington, DC: World Bank, 2010. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/9034>. Acesso em: 14 abr. 2021.

OSTROM, Vicent. **Polycentricity (Part 1)**. In: MCGINNIS, Michael D., **Polycentricity and Local Public Economies. Readings from the Workshop in Political Theory and Policy Analysis**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1999. cap. 2, p. 52-74.

OSTROM, Vicent; TIEBOUT, Charles M.; WARREN, Robert. **The Organization of Government in Metropolitan Areas: A Theoretical Inquiry**. American Political Science Review, v. 55, n. 4, 1961, p. 831-842.

PEEL, Jacqueline; OSOFSKY, Hari M. **Climate Change Litigation's Regulatory Pathways: A Comparative Analysis of the United States and Australia**. Law & Policy, University of Denver, v. 35, p. 150-183, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/lapo.12003>. Acesso em: 28 mar. 2021.

RAYNER, Tim. JORDAN, Andrew. **The European Union: The Polycentric Climate Policy Leader?** Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, v. 4, p. 75-90, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wcc.205>. Acesso em: 15 mai. 2021.

THE WORLD BANK. **Governance and development**. Washington D.C, 1992. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/604951468739447676/pdf/multi-page.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.

WALKER, Brian et al. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-Ecological Systems. Ecology and Society, v. 9, n. 2, n.p., 2004. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>. Acesso em: 07 mai. 2021.

WALLACE-WELLS, David. **The Crisis Here And Now**. In: PRAKASH, Varshini; GIRGENTI, Guido. **Winning the Green New Deal: Why We Must, How We Can**. New York: Simon & Schuster, 2020. cap. 1. p. 2-11.

# VULNERABILIDADES SOCIOAMBIENTAIS E AS SECAS NA AMAZÔNIA: O CASO DO ESTADO DO AMAZONAS

Lyvia Amado de Oliveira<sup>1</sup>

1 - Lyvia Amado de Oliveira. Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental (IEE/ USP) e Estagiária de pesquisa Fundação Vitória Amazônica. E-mail: [lyvia.oliveira@usp.br](mailto:lyvia.oliveira@usp.br)

**RESUMO:** Há diferentes registros de eventos extremos de seca no estado do Amazonas, que implicaram em diferentes consequências à população. Frente ao cenário de mudanças climáticas, dados de modelagem mostram tendência à seca na Amazônia para os próximos anos deste século (IPCC, 2007). As vulnerabilidades socioambientais atravessam essa questão e demandam uma visão sistêmica para sua interpretação. Este trabalho apresenta dados das vulnerabilidades sociais e ambientais do Amazonas e as consequências dos eventos extremos de seca. Para sua realização, utilizou-se dados secundários tanto da literatura científica quanto base de dados governamentais e do terceiro setor.

**Palavras-Chave:** Amazônia; Mudança Climática; Seca; Vulnerabilidade Socioambiental; Estado do Amazonas

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746547>

**ABSTRACT:** There are different records of extreme drought events in the state of Amazonas, which had different consequences for the population. In view of the climate change scenario, modeling data show a tendency to drought in the Amazon for the next few years of this century (IPCC, 2007). Social and environmental vulnerabilities cut across this issue and demand a systemic view for its interpretation. This work presents data on the social and environmental vulnerabilities of Amazonas and the consequences of extreme drought events. For its realization, we used secondary data both from the scientific literature and from government and third sector databases.

**Keywords:** Amazon; Climate Change; Drought; Social-Environmental Vulnerability; State of Amazonas

**Introdução:** A Amazônia possui oscilação hidrológica sazonal, característico do bioma, que varia entre os períodos de cheia e seca dos rios que a compõem. Estes períodos se diferenciam com marcantes transformações na paisagem, sobretudo pela influência que a variabilidade do rio exerce na configuração do espaço e, também, nos fluxos do cotidiano da população local (PINHEIRO, 2016; SILVA; NODA, 2016). Entretanto, essas variabilidades naturais podem ocorrer de maneira extrema provocando cenários de desastres naturais. Nesse sentido, alguns estudos têm observado o aumento da frequência e intensidades dos eventos extremos de seca e cheia, que podem ser considerados como decorrentes dos efeitos das mudanças climáticas sobre a região (COUTINHO *ET AL.*, 2018; MARENGO; ESPINOZA, 2015).

A mudança climática é considerada a mais grave crise ambiental deste século, com possibilidades de gerar efeitos futuros irreversíveis na biodiversidade, nos ecossistemas, na economia e em diferentes segmentos da sociedade afetando, sobretudo, as populações mais vulneráveis (MARENGO; SOUZA JR., 2018; MENEZES; BRUNO, 2017). O 4º relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) lançado em 2007 mostrou uma tendência de períodos de seca de maior duração na Amazônia e conseqüentemente processos de savanização no bioma (IPCC, 2007). Nesse sentido, estudos mais recentes de

projeções climáticas também apontam para cenários de secas mais severas e prolongadas na Amazônia para os próximos anos do século XXI (COX *ET AL.*, 2008; LYRA; CHOU; SAMPAIO, 2016; MARENGO; ESPINOZA, 2015; MENEZES *ETAL*, 2018)

No estado do Amazonas, especificamente, tem ocorrido o aumento desses eventos extremos que implicaram na necessidade de ações da Defesa Civil e decretamento, ora por municípios, ora pelo governo estadual, de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública (GUIMARÃES, 2018). Este cenário somado ao contexto de vulnerabilidades sociais e ambientais do estado, resultam num quadro de preocupações e de demandas de ações públicas. Este trabalho se debruça, especificamente, na compreensão dos eventos extremos de seca no território amazonense. Ainda que não sejam os eventos de maior registro no estado até o momento (S2iD, 2021), os cenários das projeções climáticas futuras clamam por um olhar sobre as secas e convidam, ainda que indiretamente, a refletir sobre as vulnerabilidades socioambientais que atravessam essa questão.

**Material e Métodos:** Parte deste estudo está fundamentado com base na revisão da literatura científica acerca do tema, incluindo livros, artigos e publicações em eventos científicos. Para compreender as vulnerabilidades socioambientais, além da revisão bibliográfica houve o levantamento de dados em fontes oficiais como IBGE, IPEA, INPE etc. e de organizações do terceiro setor.

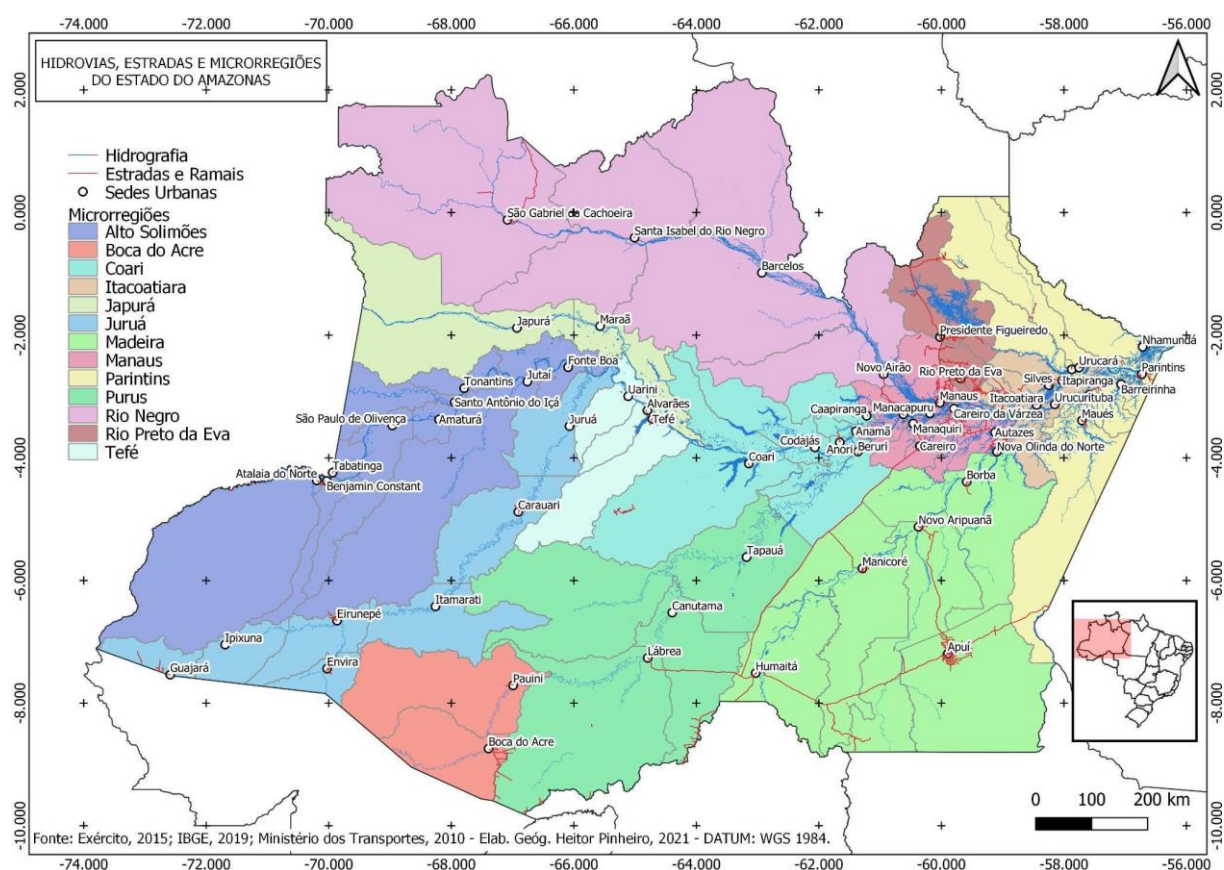
Para análise da incidência e consequências dos eventos extremos de seca, utilizou também revisão da literatura e, sobretudo, os dados e relatórios técnicos disponíveis no Sistema Integrado de Informação sobre Desastres (S2iD) coordenado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional. Esses relatórios que se configuram no S2iD como arquivos denominados Avadan (avaliação de danos), Nopred (Notificação preliminar de desastre) e Fide (Formulário de informação do desastre) são produzidos pelos profissionais da linha de frente da Defesa Civil, nesse caso do estado do Amazonas, . Esses relatórios apresentam causas, consequências e especificação das áreas afetadas pelos eventos. Ressalta-se que os resultados apresentados neste trabalho são fruto de uma análise preliminar.

Ademais, pontua-se que a Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE (BRASIL, 2016), classifica os eventos de seca como de origem climatológica, assim como faz uma distinção entre desastres de seca e estiagem. Entretanto, esta pesquisa buscou trabalhar com ambos eventos como sendo híbridos de mesma natureza, entendendo que originam de processos similares, sem deixar de considerar que um apresenta implicações mais graves e duradouras que o outro.

**Resultados: Estado do Amazonas** - O Amazonas é o maior estado em extensão territorial do país, entretanto o 2º com menor densidade demográfica, possui 62 municípios e a maior parte da população está localizada na capital, Manaus com 1.802.014 hab., seguido o município de Parintins com 102.033 hab. (IBGE, 2010). A divisão administrativa do território está configurada em 4 mesorregiões (Centro, Norte, Sudeste e Sul), e também por 13 microrregiões (SEDECTI, 2020).

O estado faz fronteira com os outros países como Peru, Colômbia e Venezuela. O acesso ao Amazonas ocorre principalmente por vias fluvial ou aérea (AMAZONAS, s/d). Porém, também há acesso pelas rodovias BR-174, que liga Manaus a Boa Vista, BR-319 Manaus a Porto Velho e a BR-230 conhecida como a rodovia Transamazônica. O principal modal de transporte intra e intermunicipal é o hidroviário. O estado possui certa malha rodoviária, com estradas e ramais, mas está restrito a apenas alguns municípios, sobretudo os situados na região metropolitana do estado. Nesse sentido, os rios são canais fundamentais de locomoção e logística, às vezes o único meio para mobilidade entre os municípios e entre o interior e a sede urbana de cada município. Esse cenário logístico e que configura determinada dinâmica territorial implica no que Bartoli (2017) chamou de Sistema Territorial Urbano-Ribeirinho que marca a região oeste da Amazônia. A Figura 1 ilustra as microrregiões, hidrovias e estradas no estado.

**Figura 1: Hidrovias, Estradas e Microrregiões do Estado do Amazonas**



Elaboração: Heitor Pinheiro (2021). Fonte: Exército (2015); IBGE (2019); Ministério dos Transportes (2010).

Quanto ao uso do solo, a maior parte do território é ocupada por terras protegidas, entre Unidades de Conservação (UC) e Terras Indígenas (TI) (SEDECTI, 2020). O estado possui 108 UCs federais e estaduais, entre elas estão reservas biológicas, parques nacionais, florestas estaduais e nacionais, reservas extrativistas, reservas de desenvolvimento sustentável entre outras categorias (ISA, 2021). Há também uma UC de competência municipal que é a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, localizada em Manaus.

De acordo com os dados disponíveis no site da Funai (2019), o Amazonas possui 163 TIs, assim possui a maior quantidade de territórios indígenas da Amazônia brasileira (MELLO, 2006). Possui 61 povos que comportam 18 grupos de famílias linguísticas diferentes (ISA, 2021). Além do mais, cabe ressaltar que o estado possui comunidades tradicionais, como ribeirinhas, extrativistas e quilombolas, que segundo a Fundação Palmares (2021) há 8 comunidades

quilombolas no Amazonas, situadas nos municípios de Novo Airão, Barcelos, Barreirinha, Itacoatiara e Manaus.

**Vulnerabilidades socioambientais** - O Atlas de Vulnerabilidade Social do IPEA (2015) apresenta que o Amazonas está entre os estados de maior vulnerabilidade social no Brasil. O estado possui o 4º pior Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) do país, sendo os fatores de capital humano (analfabetismo, mortalidade infantil etc.) e de renda e trabalho com maior influência nesse resultado final.

No que se refere aos aspectos de desenvolvimento humano, o Atlas Brasil mostra os dados do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) do censo de 2010 do IBGE, índice composto pelos sub-índices de educação, renda e longevidade. Nos dados, é possível verificar que dos 62 municípios do estado, apenas Manaus possui um IDHM alto, enquanto 14 municípios apresentam IDHM médio e 47 IDHM baixo ou muito baixo. Nesse cenário é possível notar a existência de desigualdade territorial no estado.

O subíndice de educação apresenta que somente Manaus e Parintins possuem um índice médio, enquanto que os outros 60 municípios apresentam índices baixo ou muito baixo, sendo Atalaia do Norte o município com menor índice de educação. Quanto ao de renda, Manaus é o único município com alto índice, seguido por Tefé e mais 9 municípios com índice médio e o restante dos municípios apresentam índices baixo ou muito baixo. O subíndice longevidade é o que apresenta mais homogêneo entre os municípios, apenas Tapauá apresenta índice médio, os restantes dos municípios apresentam índices alto ou muito alto de longevidade.

Ainda de acordo com o Atlas Brasil (2021), com dados do censo do IBGE (2010) o estado possui 77,32% da população encontra-se em domicílios com água encanada e apenas 20,98% das pessoas estão em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados.

Ademais, no que se refere aos aspectos ambientais de aumento da vulnerabilidade. O desmatamento está entre eles, e é a principal causa de mudança do uso do solo na Amazônia e que contribui para mudança do clima (ARTAXO, *ET AL.*, 2009). O Amazonas é um dos quatro estados de maior desmatamento na Amazônia, ficando atrás do Pará, Mato Grosso e Rondônia (INPE, 2021).

Existe a tendência de secas mais severas e prolongadas para a Amazônia (IPCC, 2007; COX *ET AL.*, 2008; LYRA; CHOU; SAMPAIO, 2016; MARENGO; ESPINOZA, 2015; MENEZES *ET AL.*, 2018). Esse cenário pode implicar em condições ambientais nunca propagadas na Amazônia, podendo haver diminuição do bioma, o que pode implicar na alteração do ciclo hidrológico e gerar *feedback* positivo ao aumento da temperatura (LYRA; CHOU; SAMPAIO, 2016).

**Eventos extremos de seca** - De acordo com os dados disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) o Amazonas tem o registro de 115 desastres naturais de secas e estiagens ocorridos entre os anos de 2005 e 2016. Esses registros se devem ao fato dos municípios ou da instância estadual terem decretado Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública. Entretanto, as ocorrências estão registradas por município e como pode ser visto na Tabela 1, os desastres de estiagem ocorreram mais que os de seca. Alguns trabalhos como de Marengo e Espinoza (2015), Coutinho *et al.* (2018) e outros citam a ocorrência de secas na década de 1990 e anteriores a este período. No entanto, esse banco de dados somente apresenta tais registros, não sendo atualizado ao menos há quatro anos.

**Tabela 1: Desastres de seca no Amazonas (2005-2016)**

<b>Evento</b>	<b>Nº Registros</b>
Estiagem	96
Seca	19

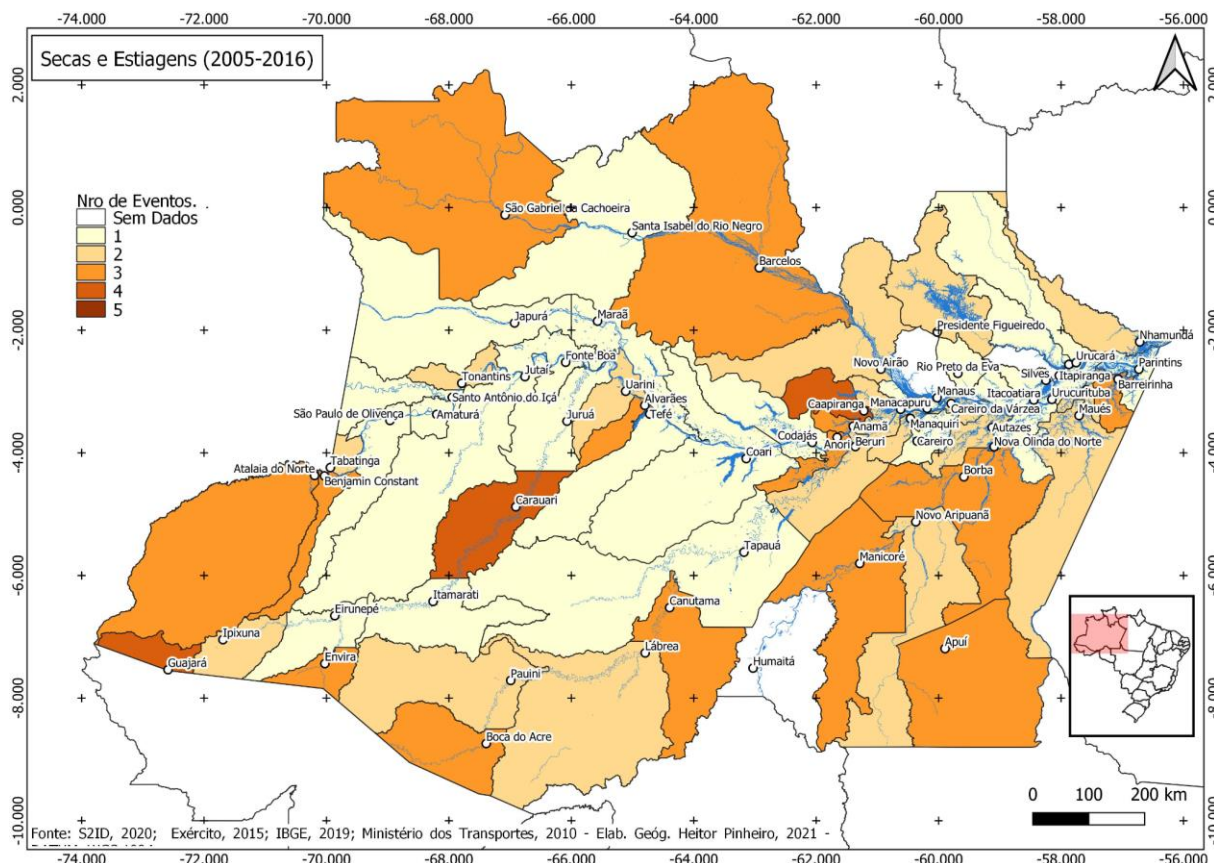
Elaboração própria. Fonte: S2iD (2021).

Ainda de acordo com os dados do S2iD, os municípios que tiveram maior ocorrência de desastres foram Carauari seguido de Guajará, situados na região



sudoeste do estado, e Caapiranga localizada no centro amazense. Na Figura 2 é possível visualizar os municípios atingidos pelos desastres ao longo desses anos, quanto mais forte a cor maior o número de eventos ocorridos.

Figura 2: Secas e estiagens no Amazonas (2005-2016)



Elaboração: Heitor Pinheiro (2021). Fonte: S2iD (2020); Exército (2015); IBGE (2019); Ministério dos Transportes (2010).

Ressalta-se, sobretudo, as secas dos anos de 2005, 2010 e 2016. A seca do ano de 2005, por exemplo, que foi um ano sem a presença de El Niño (COUTINHO ET AL., 2018), esteve associada ao aumento da TSM no Atlântico Norte somado a supressão de chuvas devido a forçante de GEE derivados, principalmente, de aerossóis de origem antropogênica, este evento ocorreu de modo mais intenso no oeste da Amazônia, que afetou principalmente a bacia hidrográfica dos rios Solimões e Madeira (COX ET AL., 2008; MARENGO; ESPINOZA, 2015).

Posteriormente, nos anos de 2010 e 2016 outros eventos severos de seca ocorreram e também foram atribuídos ao aumento da TSM do Atlântico Norte.

Entretanto, os eventos destes anos sofreram os efeitos da adição do fenômeno El Niño (MARENGO; SOUZA JR., 2018). Espinoza *et al.* (2011) analisaram as correlações entre a seca de 2010 com os mecanismos de interação ou circulação atmosférica como El Niño, TSM do Atlântico Norte, ZCIT. Os autores realizando este estudo sobre o Alto Solimões e viram que a seca de 2010 foi a mais severa desde os anos setenta, sendo que sua intensidade e duração pode ser explicada como o resultado da adição entre o El Niño com o Atlântico Norte quente acima do normal, o que provocou desaceleração dos ventos alísios e diminuição no transporte de vapor d'água. Ainda segundo os autores, a descarga do Alto Solimões apresentou-se negativamente com -51% da sua vazão normal e afetou mais a parte ocidental e sudoeste da Bacia Amazônica. Já no ano de 2016, a severa seca esteve relacionada com o declínio acentuado na precipitação do período chuvoso de 2015 para 2016, ocorrendo o prolongamento do período de seca de 2016 (MARENGO; SOUZA JR., 2018).

**Consequências dos eventos extremos de seca** - Esses eventos extremos de secas resultam em diferentes implicações socioambientais para a região. Isso, pelo fato desses eventos estarem relacionados com a diminuição da precipitação e alteração do regime hidrológico, bem como por impactarem a dinâmica de espécies e as atividades da população, referente a reprodução e relações sociais e também as práticas econômicas.

Uma análise preliminar dos relatórios, referentes às ocorrências de secas e estiagens citadas, permite compreender que esses desastres geram diferentes consequências à população tanto das áreas urbanas quanto do interior (áreas rurais). O que pode ser notado, até então, é que os habitantes dos interiores situados nas áreas de várzea podem ser os mais afetados por esses desastres.

Entre as consequências apresentadas nos relatórios, as questões mais apontadas são: dificuldades de deslocamento fluvial; acesso à água, sobretudo para consumo humano (água potável); isolamento de comunidades; necessidade de alteração no calendário escolar, pelo fato dos alunos não conseguirem acessarem as escolas; incidência de enfermidades (ex. malária); susceptibilidade ao ataque de animais silvestres (ex. arraia); impacto no setor primário -

agricultura, pecuária, pesca (mortandade de peixes) e extrativismo, bem como o escoamento da produção; necessidade de ações públicas referentes a auxílios sociais como entrega de cestas básicas às comunidades isoladas, assistência médica, abastecimento de água potável, assim como investimento para o deslocamento dos agentes (servidores) públicos às áreas atingidas, etc.; e propensão ao aumento de focos de incêndio florestal.

**Discussão:** Quando o período de seca se configura em uma situação de evento extremo, as consequências do desastre são múltiplas e afetam diferentes dimensões da vida: o ambiente, as relações e condições sociais, assim como as atividades econômicas locais.

Nesse sentido, duas questões são relevantes. Primeiro por um lado, diante do exposto anteriormente, há indícios que a mudança do clima já está em percurso, isso pode ser corroborado pelo fato dos últimos eventos extremos de seca não terem ocorridos pelos, ou somente pelos, fenômenos naturais de alteração da circulação atmosférica, como El Niño, mas pelo aumento da TSM no Atlântico norte; bem como, os dados de modelos climáticos que apresentam a tendência de períodos de secas mais prolongadas e severas na Amazônia que podem provocar alterações graves na manutenção dos ecossistemas locais. Por outro lado, a questão da vulnerabilidade da população frente a este cenário climático, que está relacionada não somente à exposição às alterações de fatores climáticos, mas ao modo de organização social, político e econômico local e regionalmente. Ademais, como apresentado no capítulo 1, o Amazonas é um dos estados de maior vulnerabilidade social do país (IPEA, 2015).

No que se refere às vulnerabilidades, o 3º relatório do IPCC lançado em 2001, estruturou a vulnerabilidade à mudança do clima como resultante de três componentes: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (IPCC, 2007). Seguindo esse raciocínio metodológico, Menezes *et al.* (2018) elaboraram o Índice Municipal de Vulnerabilidade (IMV) para o estado do Amazonas, que mostra a vulnerabilidade socioambiental às mudanças climáticas. Este índice elaborado

pelos autores, é um índice terciário resultante da adição entre projeções de cenários climáticos futuros somados a um índice de vulnerabilidade formado pelos subíndices de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Ao desagregar o IMV pode-se observar que sensibilidade e capacidade adaptativa foram os subíndices de maior influência no resultado final, sobretudo devido aos aspectos de pobreza e baixa organização sociopolítica que respectivamente os compõem. No que se refere a capacidade adaptativa, é válido pontuar que os autores consideraram variáveis socioeconômicas, de organização sociopolítica (comitês, conselhos, fóruns), bem como relacionadas a infraestrutura, instituições e serviços para adaptação (existência de órgão municipais, instrumentos de gestão de riscos, serviços de saúde).

Diante dos resultados, Menezes *et al.* (2018) afirmam que a população pode estar ameaçada frente ao cenário climático, principalmente pela dependência da população aos serviços ecossistêmicos, considerando as práticas de extrativismo, pesca, agricultura de pequeno porte e o meio hidroviário como principal modal de transporte pelo estado. Essas considerações dos autores têm sentido. Pois a mudança do clima e a probabilidade de secas mais prolongadas implicam em alterações hidrológicas e complicações para manutenção dos serviços ecossistêmicos florestais e da biodiversidade (LYRA; CHOU; SAMPAIO, 2016; MARENGO; SOUZA JR., 2018).

Outro aspecto relevante a ser pontuado, é que os desastres de secas afetam os sistemas territoriais urbano-ribeirinhos (apresentados por Bartoli, 2017) que configuram a dinâmica da população e a rede urbana regional. Uma das principais consequências, notadas até então, dos eventos extremos de secas são seus impactos ao transporte fluvial e conseqüentemente a mobilidade da população e atividades logísticas. Por exemplo, Schor, Azenha e Bartoli (2018) afirmam que a economia popular das pequenas e médias cidades que formam a Amazônia Ocidental está relacionada com a capacidade de navegação e o alcance a pontos distantes do território. Os autores chegam até mesmo referenciar a existência de um papel social do transporte fluvial, pois é por meio dele que há o abastecimento de alimentos extralocais, de bens industrializados aos comércios

locais, às comunidades ribeirinhas e TIs, que são realizadas pelas embarcações *recreios*. Assim como, os autores citam que na maior parte do território o acesso ao trabalho, aos auxílios de transferência de renda e a serviços públicos essenciais como saúde, educação, etc ocorre por meio do transporte fluvial. Entretanto, como exposto na seção acima, os impactos das secas não se restringem somente às questões mobilidade, mas também afetam a agricultura, a incidência de doenças, o calendário escolar e outros. Ou seja, muitas dinâmicas do território estão vinculadas às condições hidrológicas e de precipitação do ambiente.

**Conclusão:** As vulnerabilidades socioambientais estão no centro da discussão sobre as mudanças climáticas. As secas na Amazônia, já ocorreram de forma severa e impactaram negativamente diferentes segmentos da sociedade. A capacidade de resposta frente a esses eventos está relacionada às características sociais, econômicas, políticas e ambientais de cada localidade.

O Amazonas apresenta um cenário socioambientalmente complexo. Com grande diversidade cultural e com diferentes áreas protegidas. Mas também, mostra-se precário quanto às condições sociais e de infraestrutura, bem como falta de diversificação de geração de renda e poucos instrumentos de políticas públicas que tratem diretamente dos eventos extremos. As vulnerabilidades socioambientais e as projeções climáticas podem orientar políticas públicas de enfrentamento à mudança do clima no que se refere à mitigação e sobretudo, a adaptação climática.

## REFERÊNCIAS:

AMAZONAS. Governo do Estado: Dados. S/D. Disponível em: <http://www.amazonas.am.gov.br/o-amazonas/dados/> Acesso em: 1 set. 2019

ARTAXO, P., ET AL. Partículas de aerossóis na Amazônia: composição, papel no balanço de radiação, formação de nuvem e ciclos de nutrientes. Geophysical Monograph Series, No. 186, pp. 233-250). 2009

ATLAS BRASIL. Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil. Consulta em tabela, Censo 2010. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha> Acesso: 03 mar. 2021

BARTOLI, E. O Retorno ao Território a partir da cidade. Presidente Prudente: PPGG / UNESP, (Tese de Doutorado), 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Instrução Normativa MI nº 02 - Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidades decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 245, p. 60, 22 dez. 2016. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/protacao-e-defesa-civil/legislacao/315-secretaria-nacional-de-protacao-e-defesa-civil/legislacao-defesa-civil/11857-instrucoes-normativas> Acesso em: 1 set. 2019

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Defesa civil. Sistema integrado de informações sobre desastres (S2ID): Arquivo Digital. 2021. Disponível em: <https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/> Acesso em: 25 jan. 2021

COUTINHO, E. C., ET AL. Variabilidade climática da precipitação na bacia amazônica brasileira. Rev. Bras. Climatologia. ano 14, v. 22, p. 476-500, 2018.

COX, P. M. ET AL. Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution. Nature, v. 453, n. 7192, p. 212-215, 2008.

ESPINOZA, J. C. ET AL. Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought. Geophysical Research Letters, v. 38. 2011.

FUNAI, Fundação Nacional do Índio. Terras Indígenas. 2019. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas> Acesso em: 5 set. 2019

FUNDAÇÃO PALMARES. Comunidades Certificadas. 2021. Disponível em: <http://www.palmares.gov.br/sites/mapa/crqs-estados/crqs-am-05022021.pdf> Acesso: 01 mar. 2021

GUIMARÃES, D. F. S. A eficácia do sistema de proteção e defesa civil frente aos desastres ambientais fluviais no Amazonas. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010: Número de Municípios. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2011. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1285> Acesso em: 5 set. 2019

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC. Full Report. In: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007 [Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Índice de Vulnerabilidade Social. 2015. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha> Acesso em: 28 jul 2019

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Povos indígenas no Brasil. 2021. Disponível em: [https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina\\_principal](https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina_principal) Acesso em: 02 mar. 2021.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Unidades de Conversação no Brasil. 2021. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/> Acesso em: 02 mar. 2021.

LYRA, A.; CHOU, S. C.; SAMPAIO, G. O. Sensitivity of the Amazon biome to high resolution climate change projections. *Acta Amazonica*. v. 46(2). 2016.

MARENGO, J. A.; SOUZA JR., C. Mudanças Climáticas: impactos e cenários para Amazônia. 2018. Relatório. Disponível em: [https://www.oamanhae hoje.com.br/assets/pdf/Relatorio\\_Mudancas\\_Climaticas-Amazonia.pdf](https://www.oamanhae hoje.com.br/assets/pdf/Relatorio_Mudancas_Climaticas-Amazonia.pdf) Acesso: 25 mai. 2020

MARENGO, J.A.; ESPINOZA, J.C. Extreme Seasonal Droughts and Floods in Amazonia: Causes, Trends and Impacts. *International Journal of Climatology*, nº 36, p. 1033-1050. 2015.

MELLO, N. A. Políticas Territoriais na Amazônia. São Paulo: Annablume, 2006.

MENEZES, J. A. ET AL. Mapping human vulnerability to climate change in the Brazilian Amazon: the construction of a municipal vulnerability index. *PLoS One*, San Francisco, v. 13, n. 2, 2018.

MENEZES, T. C. C.; BRUNO, A C. S. Mudanças climáticas: efeitos sociais sobre povos e comunidades tradicionais da Amazônia. *Novos Cadernos NAEA* • v. 20 n. 3. p. 53-80. 2017.

PINHEIRO, H. P. Vulnerabilidade e segurança hidroclimatológica no Alto Solimões: o caso das Vilas de Belém do Solimões e Campo Alegre / Amazonas. 2016. 194 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

SCHOR, T.; AZENHA, G.; BARTOLI, E. Contemporary urbanization in the Brazilian Amazon: food markets, multisited households and ribeirinho livelihoods. *Confins*, nº 37. 2018.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO (SEDECTI). Amazonas em mapas. Manaus, AM. 4ª Ed. 2020.

Disponível em: <http://www.sedecti.am.gov.br/indicadores-mapa/> Acesso em: 02 mar. 2021.

SILVA, S. H.; NODA, S. N. A Dinâmica entre as águas e terras na Amazônia e seus efeitos sobre as várzeas. *Ambiente & Água* vol. 11 n. 2. 2016.



# ECONOMIAS VERDE, AMBIENTAL E ECOLÓGICA COMO FERRAMENTAS DE PROMOÇÃO DO CONCEITO DE JUSTIÇA CLIMÁTICA

Marcos Tavares de Arruda Filho<sup>1</sup>; Pedro Roberto Jacobi<sup>2</sup>

1 – Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP). Email: [marcostavares@usp.br](mailto:marcostavares@usp.br)

2 – Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP). Email: [prjacobi@gmail.com](mailto:prjacobi@gmail.com)

**RESUMO:** Este trabalho tem por objetivo lançar luz à discussão envolvendo a promoção da justiça climática por parte das diferentes modalidades dos ramos da economia voltadas para a questão ambiental. A partir da década de 1960 surge no debate político internacional a preocupação da influência das mudanças ambientais no impedimento do crescimento econômico dos países. Diante disso, surgem a economia ambiental, a economia ecológica e a economia verde para tratar da relação entre economia e natureza. O conceito de justiça climática surge como um desdobramento do conceito de justiça ambiental. Foi feito um levantamento bibliográfico em portais de pesquisa acadêmica usando das palavras-chave como indicadores de pesquisa. A documentação indireta é a técnica que foi utilizada para a organização e análise do material bibliográfico levantado. A abordagem escolhida para essa análise foi a dedutiva. O modelo ecológico da economia, tem por meta usar os materiais e energia retirados do meio ambiente de forma sustentável. A economia ambiental é uma subdisciplina derivada da economia neoclássica, tendo como objetivo atribuir valor aos recursos naturais. A economia verde envolve três dimensões, sendo a primeira delas a diminuição do uso de energia advindo de combustíveis fósseis e o aumento do uso de energia provindo de fontes renováveis. Ao término deste trabalho tem-se que o tópico das relações existentes entre tais diferentes conceitos e juntamente a sua intersecção no que tange às mudanças climáticas globais ainda apresenta um grande potencial de pesquisa a ser explorado.

**Palavras-Chave:** Economia Ecológica; Economia Verde; Economia Ambiental; Justiça Climática.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746109>

**ABSTRACT:** This work aims to shed light on the discussion involving the promotion of climate justice by the different modalities of the branches of the economy focused on the environmental issue. From the 1960s on, the concern of the influence of environmental changes in impeding the economic growth of countries emerged in the international political debate. Therefore, the environmental economy, the ecological economy and the green economy emerge to deal with the relationship between economy and nature. The concept of climate justice emerges as an offshoot of the concept of environmental justice. A bibliographic survey was carried out in academic research portals using keywords as research indicators. Indirect documentation is the technique used to organize and analyze the bibliographic material collected. The approach chosen for this analysis was deductive. The ecological model of the economy aims to use materials and energy taken from the environment in a sustainable way. Environmental economics is a sub-discipline derived from neoclassical economics, with the objective of assigning value to natural resources. The green economy involves three dimensions, the first of which is the decrease in the use of energy from fossil fuels and the increase in the use of energy from renewable sources. At the end of this work, the topic of the existing relationships between these different concepts and together their intersection with regard to global climate change still has a great research potential to be explored.

**Keywords:** Ecological Economy; Green Economy; Environmental Economics; Climate Justice.

**Introdução:** A partir da década de 1960 surge no debate político internacional a preocupação da influência das mudanças ambientais no impedimento do crescimento econômico dos países. Muito antes de representarem um problema, os impactos ambientais exigiram restrições ao crescimento da atividade econômica (CECHIN; VEIGA, 2010). Diante disso, surgem a economia ambiental e a economia ecológica para tratar da relação entre economia e natureza. Muitos anos mais tarde, em 2008, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) divulga o termo economia verde. Estas

três economias têm por características similares o estudo entre economia e meio ambiente (OLIVEIRA, 2017).

A economia ecológica é um paradigma transdisciplinar que estende e integra o estudo e a gestão da 'família da natureza' (ecosfera) e da 'família da humanidade' (economia), emergiu em resposta ao fracasso dos paradigmas econômicos convencionais em lidar adequadamente com a interdependência coevolucionária dos sistemas sociais, econômicos e ecológicos (LAWN, 2016). A economia ambiental é tida como sendo uma visão econômica da natureza, tratando esta como uma externalidade aos ciclos econômicos vigentes e servindo apenas como uma fonte inesgotável de matéria-prima e um local de despejo de resíduos. Como destaca Cavalcanti (2010),

para os economistas, os fluxos monetários circulam em um sistema fechado, no qual o dinheiro vai e vem entre produtores e consumidores, entre empresas e indivíduos. O meio ambiente ficou conhecido neste molde como uma "externalidade".

Já a verde surge como uma resposta à crise econômica global de 2008 e começa a internalizar, também, a pauta das mudanças climáticas e a produção com baixa emissão de carbono.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2019), a média de temperatura global já cresceu 0,87°C entre 1850 e 2015 e esse valor ultrapassará os 1,5°C até 2040. Embora o clima da Terra seja cíclico naturalmente ao longo do tempo, existe um aquecimento climático contínuo e um aumento de eventos climáticos extremos afetados por atividades antrópicas (por exemplo, a urbanização, o desmatamento, incêndios) em alguns séculos (CROWTHER et al., 2015). O conceito de justiça climática surge como um desdobramento do conceito de justiça ambiental aliando os impactos das mudanças climáticas à percepção que estes impactos serão diferenciados dependendo do grupo social atingido (ARMADA; VIEIRA, 2016). Trata-se de um novo ramo da justiça ambiental que vem ganhando espaço no debate científico internacional e garante a proteção e a garantia de um futuro climaticamente sustentável para as populações mais vulneráveis.

Diante desta problemática, almeja-se responder a seguinte questão: Como as diferentes vertentes das economias ambiental, ecológica e verde atuam na promoção da justiça do clima e no combate às mudanças climáticas? Este trabalho tem por objetivo lançar luz à discussão envolvendo a promoção da justiça climática por parte das diferentes modalidades dos ramos da economia voltadas para a questão ambiental.

**Materiais e Métodos:** O levantamento foi feito em portais de pesquisa acadêmica, como Web of Science, Scopus, SCIELO Brazil (*Scientific Electronic Library Online*) e Portal Periódicos (CAPES). Nessas buscas foram utilizadas as palavras-chave abaixo, que foram relacionadas entre si (escritas em português, inglês e espanhol): "economia verde", "economia ambiental", "economia ecológica", "justiça climática" e "mudanças climáticas". O material obtido foi catalogado em uma base de dados teórica e consultado ao longo da pesquisa.

A documentação indireta é a técnica que foi utilizada para a organização e análise do material bibliográfico levantado. A coleta de dados baseada na documentação indireta consiste na leitura e análise de materiais produzidos por terceiros, que podem apresentar-se sob forma de textos, jornais, gravuras, fotografias e filmes, entre outras (LAKATOS; MARCONI, 1991). A análise se deu de forma exploratória, reflexiva e crítica. A abordagem escolhida para tal foi a dedutiva, em que há como objetivo principal a verificação de uma dada teoria, independentemente da maneira com esta foi elaborada ou formulada (LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 2005). Os textos foram minuciosamente analisados afim de se extrair informações robustas e consistentes da temática analisada.

**Resultados:** Historicamente, o uso de combustíveis fósseis vem se destacando como sendo a atividade econômica que mais contribui para o aumento da emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera. Os efeitos tóxicos do combustível fóssil e da produção industrial de maneira geral, demonstram mais claramente a natureza mortalmente problemática do sistema econômico que produz as mudanças climáticas (PERKINS, 2019). Isso acaba

ocasionando injustiças climáticas, ou seja, determinados nichos da população acabam por sofrer as consequências dessas emissões. A justiça climática muda o foco de preocupações puramente econômicas e de mercado para uma visão ética e política da importância da igualdade, direitos humanos e saúde ambiental e sustentabilidade (HARGROVE; QANDEEL; SOMMER, 2019).

Compensação monetária e como essa se relaciona com a justiça ambiental são o coração dos debates políticos e acadêmicos, distinguindo parcialmente o espectro de perspectivas de justiça que as economias verdes alternativas implicam (ÖZKAYNAK, 2019). Desse modo, os conceitos de cada uma das economias relacionadas à questão ambiental se relacionam com as mudanças climáticas da seguinte forma:

- **Economia Ecológica:** o modelo ecológico da economia, tem por meta usar os materiais e energia retirados do meio ambiente de forma sustentável, atribuindo também à natureza um papel de suporte insubstituível de tudo que a sociedade pode fazer. Neste sentido, a economia ecológica vê a economia apenas como um subsistema dentro de um sistema maior, que é a natureza (CAVALCANTI, 2010). Sendo assim, o uso de combustíveis fósseis pode ser classificado como uma das “fraquezas” imperialismo econômico e do reducionismo ecológico, de acordo com Lawn (2016), uma vez que esse modelo econômico adota uma abordagem de integração da economia e da ecossfera. O fundamento central da economia ecológica não se refere, portanto, à “alocação de recursos”, ou à “repartição da renda”, as duas grandes problemáticas que praticamente absorveram todo o pensamento econômico ao longo de seus poucos séculos de existência (CECHIN E VEIGA, 2010).

- **Economia Ambiental:** de acordo com Oliveira (2017), a economia ambiental é uma subdisciplina derivada da economia neoclássica, tendo como objetivo atribuir valor aos recursos naturais, em outras palavras, a finalidade da economia ambiental é olhar a questão ambiental sob a perspectiva da economia convencional, sob o signo monetário. Sua preocupação com desastres ambientais de uma maneira geral só é encontrada em níveis globais, ou seja, na escala local e

nacional tal problemática é ignorada ou tem seu potencial reduzido. Parte-se da visão que os impactos ambientais não possuem fronteiras, e questões como mudança climática, desertificação dos solos, contaminação da água, perda da biodiversidade são problemáticas que afetam a toda sociedade com altos custos econômicos (OLIVEIRA, 2017).

- Economia Verde: a economia verde envolve três dimensões, sendo a primeira delas a diminuição do uso de energia advindo de combustíveis fósseis e o aumento do uso de energia provindo de fontes renováveis (OLIVEIRA, 2017). Este é o primeiro conceito de economia ligado à causa ambiental que traz a problemática das mudanças climáticas desde a sua gênese. As considerações da justiça ambiental tem potencial para funcionar em uma economia verde e apontam para possibilidades e desafios frente a política ambiental dominante atualmente (ÖZKAYNAK, 2019).

**CONSIDERAÇÕES FINAIS:** Este resumo objetivou realizar um levantamento bibliográfico sobre a relação dos conceitos de economia ambiental, ecológica e verde para com a promoção da justiça climática global. Ao término deste trabalho tem-se que o tópico das relações existentes entre tais diferentes conceitos e juntamente a sua intersecção no que tange às mudanças climáticas globais ainda apresenta um grande potencial de pesquisa a ser explorado. Pelo conceito de justiça climática ainda ser recente nos debates ambientais globais, muitas áreas do saber ainda não o incorporam em definitivo em suas bases teóricas. As economias verde e ecológica apresentam uma aproximação maior com a temática analisada e inserem as mudanças climáticas em suas matrizes de sustentabilidade. Novos estudos e publicações nessa área se fazem necessários.

#### Referências:

ARMADA, Charles Alexandre Souza; VIEIRA, Ricardo Stanziola. Governança Ambiental Global e Justiça Climática: perspectivas de uma efetiva governança global para a justiça ambiental e climática pós-acordo de paris. In: CONGRESSO DO CONPEDI, 25., 2016, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Conpedi, 2016. p. 120-140.18 Disponível em: <http://conpedi.daniloir.info/publicacoes/02q8agmu/80s6f8i8/Lb4D40N7xLI390i3.pdf>. Acesso em: 12 maio. 2021.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental, **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, V. 24, n. 68, p. 53-68, fev./fev. 2010. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/ea/v24n68/07.pdf> Acesso em: 15 maio 2021.

CECHIN, Andrei; VEIGA, José Eli da. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, Peter H. (org.). **Economia do Meio Ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 33-48.

CROWTHER, Thomas W *et al.* Mapping tree density at a global scale. **Nature**. Londres, p. 201-205. set. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Thomas\\_Crowther/publication/281820435\\_Crowther\\_et\\_al\\_2015\\_Nature/links/55f9781408ae07629deb6269.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Thomas_Crowther/publication/281820435_Crowther_et_al_2015_Nature/links/55f9781408ae07629deb6269.pdf). Acesso em: 13 maio 2021.

HARGROVE, Andrew; QANDEEL, Mais; SOMMER, Jamie M. Global governance for climate justice: a crossnational analysis of co2 emissions. **Global Transitions**, [S.L.], v. 1, p. 190-199, 2019. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589791819300209>. Acesso em: 12 ago. 2020.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LAWN, Philip. **Resolving the Climate Change Crisis: the ecological economics of climate change**. Adelaide: Springer, 2016. 646 p.

LESSARD-HÉBERT, Michelle; GOYETTE, Gabriel; BOUTIN, Gerald. **Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas**. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

OLIVEIRA, Evandro de. Economia verde, economia ecológica e economia ambiental: uma revisão. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 88-110, 15 dez. 2017. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. <http://dx.doi.org/10.22292/mas.v13i6.751>.

ÖZKAYNAK, Begüm. Environmental justice, climate justice, and the green economy. **Handbook Of Green Economics**, [S.L.], p. 93-116, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816635-2.00006-7>.

PERKINS, Patricia E. (Ellie). Climate justice, commons, and degrowth. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 160, p. 183-190, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.02.005>.

VALE, Petterson Molina. **Economia das Mudanças Climáticas: uma avaliação dos principais modelos**. 2010. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Desenvolvimento Econômico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/286393>. Acesso em: 19 maio 2021.

# ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO RIO GRANDE (REPRESA BILLINGS) DURANTE EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NO ABC PAULISTA NO PERÍODO DE 2000-2020

Marina de Oliveira<sup>1</sup>; Anita Drumond<sup>2</sup>; Nilton Évora do Rosário<sup>3</sup>

1 – Marina de Oliveira. Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema. [oliveira.marina@unifesp.br](mailto:oliveira.marina@unifesp.br)

2 – Anita Drumond. Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema. [anita.drumond@unifesp.br](mailto:anita.drumond@unifesp.br)

3 – Nilton Évora do Rosário. Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema. [nrosario@unifesp.br](mailto:nrosario@unifesp.br)

**RESUMO:** O ABC Paulista abriga o reservatório Rio Grande, um dos principais sistemas de abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), pertencente à Represa Billings. Composta por sete municípios, a sudeste da RMSP, é considerada uma região de grande vulnerabilidade social e ambiental. As alterações climáticas globais têm contribuído para a maior ocorrência de eventos climáticos extremos na escala regional, principalmente em regiões sensíveis aos efeitos dos eventos climáticos de maior magnitude. O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) permite identificar eventos climáticos através de dados de precipitação em diferentes escalas de acumulação. O objetivo deste trabalho é analisar as variações do nível do reservatório Rio Grande diante dos eventos climáticos úmidos e secos identificados através do SPI-12 (escala anual de acumulação) na região do ABC Paulista no período de 2000-2020. Os dados de precipitação foram extraídos do *GPM/IMERG* e do nível (m) do reservatório Rio Grande disponíveis pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). As correlações entre o SPI-12 e a série de nível foram positivas, ou seja, um aumento do nível do reservatório durante eventos úmidos e uma diminuição durante eventos secos. Também foi encontrada uma defasagem temporal entre os ciclos anuais climatológicos das duas séries, sendo o ciclo da precipitação antecedendo a variação do nível em três meses. Esse resultado pode ser importante para o planejamento hídrico e mitigação de problemas ambientais associados aos extremos climáticos, bem como a garantia de abastecimento de água na RMSP.

**Palavras-Chave:** ABC Paulista; Represa Billings; abastecimento; precipitação; extremos climáticos.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746043>



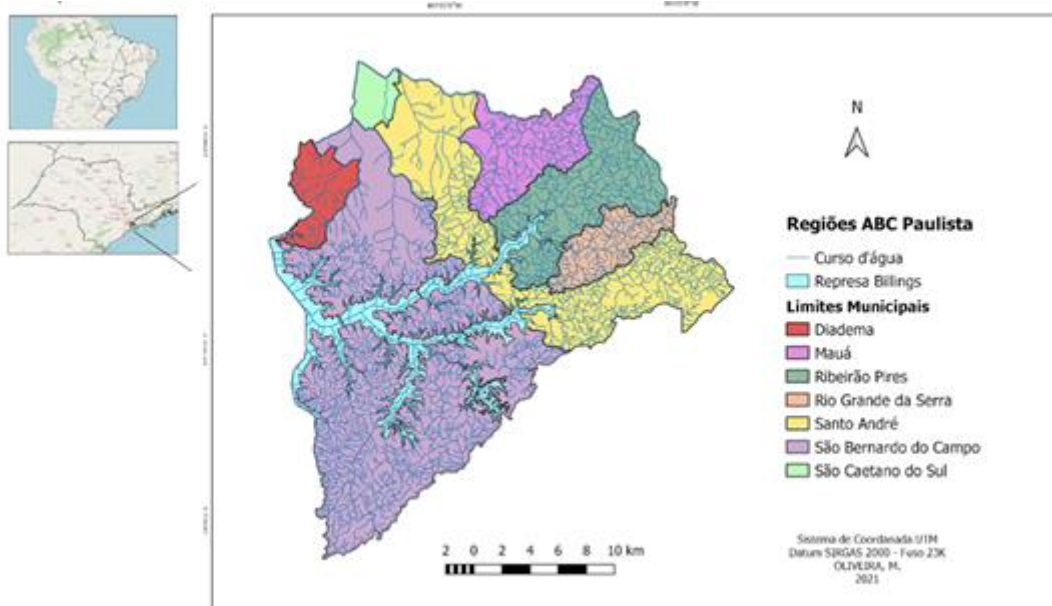
**ABSTRACT:** ABC Paulista is home to the Rio Grande reservoir, one of the main water supply systems for the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP), belonging to the Billings Dam. Comprising seven municipalities, located southeast of the RMSP, and considered a region of great social and environmental vulnerability. The changes in global climate in recent years have contributed to a greater occurrence of extreme weather events on a regional scale, especially in regions sensitive to the effects of climatic events of greater magnitude. The Standardized Precipitation Index (SPI) allows the identification of climatic events through precipitation data at different accumulation scales. The objective of this work is to analyze the variations of the level of the Rio Grande reservoir in the face of wet and dry climatic events identified through SPI-12 (annual accumulation scale) in the ABC Paulista region in the period 2000-2020. The precipitation data were extracted from the GPM/IMERG and the level (m) of the Rio Grande reservoir available by the Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). The correlations between SPI-12 and the level series were positive, i.e., an increase in reservoir level during wet events and a decrease during dry events. The results also showed a time lag between the two series, with precipitation preceding the level variation by three months. This result may be important for water planning and mitigation of environmental problems associated with climate extremes, as well as the guarantee of water supply in the RMSP.

**Keywords:** ABC Paulista; Billings reservoir; supply; precipitation; climate extremes.

**Introdução:** A represa Billings é o maior corpo hídrico de água doce na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (Risso et al., 2018). Além da RMSP, a represa abrange alguns municípios da região do ABC Paulista e possui uma importância socioeconômica para a região. Criada na década de 20 pela então Companhia *Light* (atual AES-Eletropaulo) para a geração de energia na Usina Henry Borden em Cubatão, região litorânea do estado de São Paulo (PDPA, 2010), ao longo dos anos foi utilizada para a transposição de água dos rios Tietê-

Pinheiros com o propósito de controlar as inundações na RMSP (Gargiulo, 2020). Há dois importantes reservatórios na represa Billings que abastecem diferentes regiões e são de domínio da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp): o braço Taquacetuba, a partir do Rio Taquacetuba e que desde 2000 há bombeamento de água para a represa Guarapiranga e abastece a RMSP; e o reservatório do braço Rio Grande (PDPA, 2010). O reservatório do Rio Grande começou a ser utilizado para abastecimento dos municípios do ABC Paulista na década de 50, mas devido ao crescimento populacional e a contaminação da represa, foi feita a construção da Barragem Anchieta para o represamento de água para abastecimento na década de 80 até os dias de hoje (SEMASA, 2015). O tratamento da água é feito na Estação de Tratamento de Água Rio Grande (ETA-Rio Grande), de 4,7 m<sup>3</sup>/s de água para 1,6 milhões de habitantes, incluindo o ABC Paulista (PDPA, 2010).

Figura 1 - Mapa dos municípios do ABC Paulista por cores, e em azul os cursos d'água e a Represa Billings.



Fonte: Autoria própria e PDPA (2010).

Diante do cenário de mudanças climáticas e o aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos (IPCC, 2018), os impactos decorrentes podem ser diversos e dependem da região em que ocorrem,

principalmente em áreas vulneráveis no âmbito social e ambiental (Marengo, Valverde e Obregon, 2013).

Nas últimas décadas, diversas regiões do Brasil foram afetadas por eventos climáticos extremos (Marengo e Espinoza, 2016; Souza e Almeida, 2010). Em 2014-2015, foram registradas condições de secas severas na região Sudeste. Esta seca provocou uma crise hídrica intensa associada aos níveis muito baixos dos reservatórios Guarapiranga e do Alto Tietê (que abastecem a RMSP) (Nobre et al. 2016; Coelho et al., 2016; Valverde, 2017).

A identificação precoce e o monitoramento dos extremos climáticos é fundamental para os processos decisórios que buscam a mitigação de qualquer impacto (Marengo, Valverde e Obregon, 2013). O uso de índices que permitem a análise da variabilidade temporal da chuva como uma alternativa para o monitoramento e a caracterização desses extremos tem sido amplamente sugerido (Valverde, Cardoso e Brambila, 2018; Hayes et al., 2011). Entre eles, destaca-se o Índice Padronizado de Precipitação (em inglês, *Standardized Precipitation Index*, SPI), utilizado pela Organização Mundial Meteorológica (OMM) e proposto por McKee, Doesken e Kleist (1993). Este índice permite a identificação de extremos climáticos apenas com valores de precipitação, que podem ser acumulados em diferentes escalas de tempo (Santos et al., 2017; WMO, 2012).

Como um exemplo de aplicação na RMSP, De Faro et al. (2019) utilizaram o SPI para avaliar o estresse hídrico do sistema Cantareira e assegurar o uso da bacia para abastecimento da região durante 1983-2018. Contudo, para a represa Billings, se desconhecem estudos sobre a utilização do SPI como uma ferramenta de monitoramento do nível dos seus reservatórios diante de eventos climáticos extremos.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar as variações do nível do reservatório Rio Grande diante dos eventos climáticos extremos identificados através do SPI-12 (escala anual de acumulação da precipitação) na região do ABC Paulista no período de 2000-2020. Consiste em um estudo de caso da aplicação

do índice SPI referente ao ABC Paulista para o monitoramento do nível do reservatório Rio Grande.

**Descrição da Área de Estudo:** A região do ABC Paulista é composta por 7 municípios: Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra (Figura 1a). Localizada na sub-região sudeste da RMSP, possui uma população de 2,5 milhões de habitantes e uma área de 828,7 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010)<sup>40</sup>, sendo 56% do território dentro de áreas de proteção de mananciais ou com restrições ambientais (Valverde, Cardoso e Brambila, 2018). Possui um relevo acentuado devido à proximidade com a Serra do Mar (Marques et al., 2013). As áreas expostas a maiores riscos são aquelas que ocupam áreas de várzea próximas a mananciais e encostas.

De modo geral, os municípios possuem condições socioeconômicas distintas, e um desenvolvimento industrial acelerado contribuindo para a ocupação urbana na região. Contudo, parte importante da população vive em condição de vulnerabilidade social e ambiental (Valverde, 2017). O aumento da frequência e intensidade de eventos extremos climáticos coloca em foco o aumento do risco de desastres ambientais, na frequência de inundações e de deslizamentos de terra (Araújo, Dunder e Zanirato, 2018; Valverde, Cardoso e Brambila, 2018). A sensibilidade dessa região aos extremos climáticos pode aumentar os problemas sociais, demográficos, de saneamento e no âmbito de abastecimento hídrico (Valverde, Cardoso e Brambila, 2018; Valverde e Santos, 2014).

A represa Billings (23°47'S e 46°40'W) (Figura 1a) possui uma área de drenagem de 582,8 km<sup>2</sup> e abrange integralmente o município de Rio Grande da Serra e parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e também São Paulo (PDPA, 2010; Lamparelli, 2014). À leste da Represa Guarapiranga, é considerada uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (UGRHI 6), importante reservatório de abastecimento hídrico na RMSP

---

<sup>40</sup> IBGE, 2010; 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 24 Jul. 2021. Busca realizada para cada município para os anos de 2010.

(Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, 2021). A represa é dividida em 8 unidades (braços): do Rio Grande (ou Jurubatuba, separado pela barragem da rodovia Anchieta); do Rio Pequeno; do Rio Capivari; do Rio Pedra Branca; do Taquacetuba; do Bororé; do Cocaia e do Alvarenga..

O reservatório Rio Grande, um dos braços utilizados para abastecimento, (23° 46' S e 46° 32' W) possui área de 7,4 km<sup>2</sup> de área e 10 km de extensão. Possui uma altitude de 746 m (a nível do mar), volume de 116 milhões de m<sup>3</sup> e profundidade média de 5,5 m (Lamparelli, 2014). O reservatório abastece cerca de 1,6 milhões de pessoas (4,7 m<sup>3</sup>/s de água) entre os municípios de Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André e o tratamento é feito na Estação de Tratamento de Água Rio Grande (ETA-Rio Grande) (PDPA, 2010). Além do abastecimento, o reservatório possui usos diversos, tais como recreação, atividades de pesca e a presença de parques como o Parque Estoril em SBC (PDPA, 2010; Gargiulo, 2020).

**Dados e Metodologia:** Foram utilizados dados mensais de precipitação do projeto *Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurements* (GPM-IMERG) (Huffman, Bolvin e Nelkin, 2015) para o cálculo do SPI para a região do ABC Paulista. Este projeto utiliza as informações de satélites da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) para a medição de precipitação global, e os dados possuem resolução espacial original de 0.1° x 0.1° e são disponibilizados a cada 30 minutos. A versão “GPM\_3IMERGM V6” foi utilizada, que disponibiliza dados mensais de precipitação em: <[https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/GPM\\_3IMERGM\\_06/summary?keywords=IMERG](https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/GPM_3IMERGM_06/summary?keywords=IMERG)>. Calculou-se a série temporal dos valores mensais de precipitação médios sobre o domínio do ABC Paulista, e o período de análise se estende desde Junho/2000 até Maio/2020.

Segundo McKee, Doesken e Kleist (1993), os valores mensais de SPI podem ser obtidos em diferentes escalas de acumulação temporal de precipitação (1, 3, 6, 12 meses, etc), que, por sua vez, são usadas para o monitoramento de diferentes tipos de seca. Neste estudo foi utilizada a escala de SPI anual (SPI-12)

para representar o período de acumulação de precipitação nos 12 meses anteriores. Esta escala é comumente utilizada para o monitoramento de secas hidrológicas (WMO, 2012). A série temporal do SPI-12 foi calculada a partir dos dados de precipitação e através do pacote SPEI disponibilizado pelo Studio R. Os valores de SPI positivos (negativos) indicam maior (menor) precipitação que a climatologia, e a magnitude pode ser classificada de acordo com a Tabela 1. Define-se um evento climático úmido (seco) como uma sequência de valores positivos (negativos) de SPI dentro da qual pelo menos um valor do SPI é igual ou maior que 1 (é igual ou menor que -1), e o evento termina quando o sinal é invertido. Assim, segundo McKee, Doesken e Kleist (1993), é possível calcular diferentes parâmetros para a caracterização destes eventos: Severidade (soma dos valores absolutos do SPI durante o evento), duração (número de meses do evento), intensidade (fração entre severidade e duração) e pico (valor absoluto máximo do SPI no evento).

Tabela 1: Classificação dos valores do SPI de acordo com a sua magnitude.

SPI	Categorias
2,0 ou mais	Extremamente úmido
1,5 à 1,99	Severamente úmido
1,0 à 1,49	Moderadamente úmido
0 a 0,99	Levemente úmido
-0,99 à -1,0	Levemente seco
-1,0 à -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Severamente seco
-2,0 ou menos	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de McKee et al. (1993).

Os dados do reservatório Rio Grande provêm do Posto Telemétrico da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp, que representa o reservatório Rio Grande após a Barragem Anchieta (localização disponível em: <<https://mananciais.sabesp.com.br/HidroMapas>>). Foram extraídos os valores diários do nível (m) do reservatório Rio Grande do Portal de Mananciais da Sabesp (disponíveis em: <<https://mananciais.sabesp.com.br/HistoricoSistemas?Sistemald=4>>). Foram calculadas as médias mensais a partir dos dados diários.

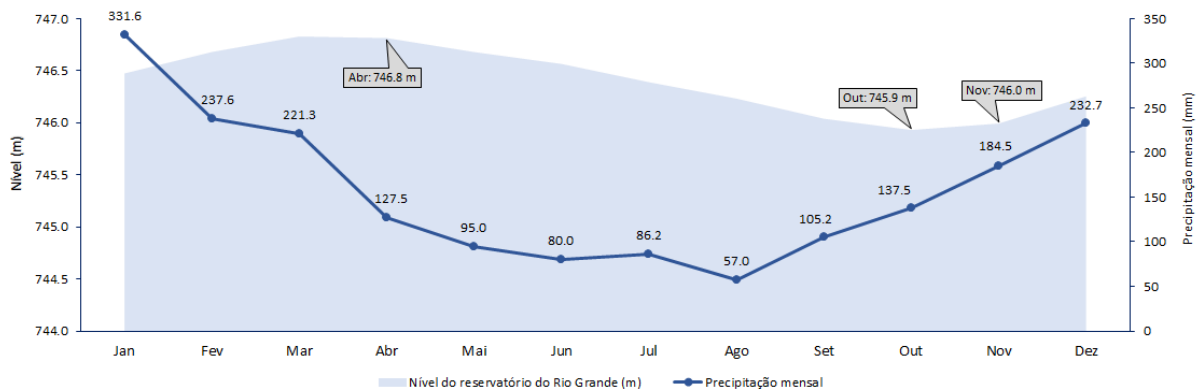
Buscando avaliar a relação linear entre o SPI e o nível do reservatório, foi feita análise de correlação de Pearson. Segundo Figueiredo Filho et al. (2014), a correlação de Pearson é uma medida de associação entre variáveis lineares quantitativas, representadas pelos valores entre 1 e -1 para indicar a direção da correlação (positiva e negativa, respectivamente). Quanto mais próximo desses valores, mais forte é a associação linear das variáveis. Quando o valor é zero (nulo), significa que não há correlação entre as séries. Para validar a significância da correlação, foi aplicado o teste estatístico T (*Student*) considerando o nível de confiança de 95%.

**Resultados e Discussão:** A Figura 2 apresenta o ciclo anual do nível do reservatório Rio Grande para o período 2000-2020, com máximo em Abril (746,8m) e mínimo em Outubro (745,9m) e Novembro (746m). Comparando com o ciclo anual da precipitação para o ABC Paulista apresentado na mesma figura (com máximo em Janeiro de 331,6 mm, e mínimo em Agosto de 57 mm), os resultados mostram que o nível do reservatório atinge o valor máximo após a estação chuvosa, durante o outono. Ou seja, observa-se uma defasagem temporal entre ambos, com o máximo/mínimo na precipitação, antecipando o máximo/mínimo no nível do reservatório em três meses. É interessante observar que os valores mais altos de desvio padrão mensal do nível ocorrem no fim da primavera e início do verão (Out: 0,62m, Nov: 0,61m e Dez: 0,66m), durante meses com níveis mínimos. Os menores desvios padrões ocorreram em Março (0,25m) e Abril (0,24m), sugerindo pouca variabilidade interanual durante os meses de nível mais alto.

A defasagem temporal entre o pico da precipitação e o nível da represa apresenta uma importância para o entendimento do abastecimento da água do reservatório Rio Grande. Apesar da precipitação contribuir para o aumento do nível, seria preciso entender os fatores de perda tais como evapotranspiração, uso e abastecimento, que não foram considerados neste trabalho (Governo do Estado de São Paulo, 2017; disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/2017/10/estudo-tecnico->

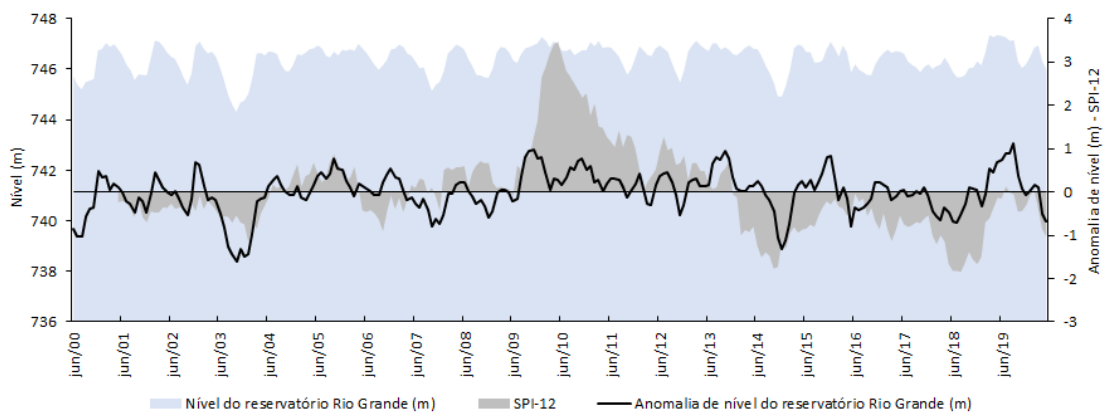
nova-uc-billings\_final\_siteeff.pdf>). É importante ressaltar que condições de aumento de volume, água superficial, recarga de aquíferos e águas subterrâneas associadas à variabilidade temporal da precipitação ocorrem a médio/longo prazo, quando o aumento na precipitação é registrado numa escala temporal de acumulação de, pelo menos, seis meses, segundo a WMO (2012).

Figura 2 - Ciclo anual médio do nível (m) do reservatório Rio Grande (área azulada) e da precipitação (linha azul escura) durante 2000-2020. Os balões apresentam os meses de maior (Abril) e menores (Outubro e Novembro) valores de nível. Dados: precipitação do IMERG e nível da SABESP.



A Figura 3 apresenta a série temporal do SPI-12, do nível (m) e da anomalia do nível (m) do reservatório Rio Grande durante 2000-2020. Apesar da análise iniciar em Junho/2000, a série do SPI-12 tem início em Maio/2001, pois o índice é calculado a partir da precipitação acumulada nos 12 meses anteriores. A correlação entre as séries do SPI-12 e da anomalia de nível (0,44) é razoável e significativa para o tamanho da amostra utilizando o Teste-T (95% de confiança).

Figura 3 - Série temporal de nível do reservatório Rio Grande (m, área azulada), das anomalias de nível (m, linha preta) e do SPI-12 (linha preta) para o período de 2000-2020.



Dados: SPI-12 calculado a partir da precipitação do IMERG; nível da Sabesp, 2021.



Seguindo a metodologia de McKee, Doesken e Kleist (1993), a persistência de condições climáticas anômalas pode acarretar em eventos secos e úmidos. A partir da série temporal do SPI-12 apresentada na Figura 3, foram encontrados dois eventos úmidos: Jul/2009-Jan/2012 e Mar/2012-Nov/2013. Foi encontrado apenas um evento seco (Dez/2013-Jun/2019), com um pico principal (II) e outro secundário (I). Todos os eventos ocorreram majoritariamente na segunda década analisada (2010-2020). A Tabela 2 apresenta os eventos identificados e os parâmetros associados.

Tabela 2 - Eventos climáticos úmidos e secos encontrados a partir do SPI-12 para o período de 2000-2020, e os respectivos parâmetros.

Eventos	Data inicial	Data final	Duração	Severidade	Intensidade	Pico	Mês de pico
Úmido	Julho/2009	Jan/2012	31	56,04	1,81	3,47	Mai/2010
Úmido	Março/2012	Nov/2013	21	11,99	0,57	1,27	Julho/2012
Seco	Dez/2013	Jun/2019	67	57,53	0,86	(I) -1,77	Out/2014
						(II) -1,84	Ago/2018

É possível identificar relações entre as variações do nível do reservatório Rio Grande e a ocorrência de eventos climáticos úmidos e secos no ABC Paulista através da análise conjunta da Figura 3 e da Tabela 2. A série temporal inicia com valores negativos no nível do reservatório Rio Grande, atingindo anomalias de -1,0m nos meses de inverno em 2000. Em 2000-2004, foram registradas as anomalias negativas de nível de maior magnitude da série. Os valores mínimos foram encontrados no fim do inverno e início da primavera, com pico em Out/2003 (-1,62m). O SPI-12 apresentou condições secas (valores negativos) neste período, com pico em Jan/2004 (-1,18). Neste ano, a RMSP passou por um estresse hídrico, incluindo o ABC Paulista com diversas consequências energéticas e econômicas (Rodrigues, Martini e Serni, 2002; Tolmasquim, 2000).

Durante o período de 2009-2013, predominaram os valores positivos (condições úmidas) para o SPI-12, com pico em Mai/2010 (3,47). Em 2010, foram

registradas as maiores precipitações mensais no ABC Paulista durante os vinte anos estudados. Inclusive, o valor de 732 mm foi registrado em Jan/2010, sendo o dobro da média mensal (331,6 mm). A persistência e os altos valores da precipitação mensal se refletem nos dois eventos climáticos úmidos identificados neste período, segundo a Tabela 2. Inclusive, o evento Jul/2009-Jan/2012 foi o mais severo e com maior duração quando comparado com o segundo evento úmido (Mar/2012-Nov/2013). E entre os três eventos apresentados na Tabela 2, Jul/2009-Jan/2012 foi o mais intenso.

Neste período, a anomalia de nível da represa se manteve majoritariamente positiva, principalmente durante a primavera (Out/2009 e 2013: 0,95m; Nov/2010: 0,96m). A RMSP sofreu com os impactos causados pelo aumento da precipitação, como alagamentos e inundações (G1, 2010). No ABC Paulista, os impactos ambientais foram sentidos pela população pelo alto número de registros de deslizamentos e inundações, principalmente nas periferias, provocados pelo transbordamento dos córregos (Diário do Grande ABC, 2010). A represa Billings também apresentou impactos desse evento. Segundo a reportagem de 07/01/2010 do Diário do Grande ABC, o reservatório Rio Grande atingiu 97,5% da sua capacidade total de armazenamento em 2010 (e que também pode ser observado na Figura 3). O alto volume desse sistema trouxe grande preocupação para as prefeituras quanto ao risco de deslizamento, e uma das soluções propostas foi fazer o escape do excedente para a represa Guarapiranga (Dantas, 2010).

Contrária a essa situação, em 2014 foram registradas anomalias de nível negativas durante o fim da primavera e início do verão austral (-1,33m em Dez/2014), concomitante com valores negativos de SPI-12 (-1,77 em Out/2014 e -1,73 em Nov/2014). Comparando com os eventos úmidos, o evento seco de Dez/2013-Junho/2019 foi o mais severo e o mais longo, com duração de 67 meses e severidade de 57,53. O ano de 2014 foi marcado por uma crise hídrica de abastecimento de água nos principais reservatórios que abastecem a RMSP, incluindo o reservatório do Rio Grande (Nobre et al., 2016). Diante do cenário de crise hídrica na RMSP, em caráter de urgência, diversas ações de planejamento, incluindo aproveitamento e transposição dos mananciais que abastecem regiões

vizinhas, foram utilizadas para a garantir a segurança hídrica da região (Sabesp, 2015). A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp, em seu relatório de enfrentamento da crise hídrica divulgado em 2015, relatou a necessidade de aumento da disponibilidade de água para abastecimento e uma das propostas de enfrentamento foi o bombeamento do Sistema Rio Grande (reservatório isolado por barragem na Represa Billings) para o reservatório Alto Tietê. O Sistema Cantareira, por exemplo, registrou nesse período a diminuição de 75% da vazão de seus afluentes, a menor em 85 anos (Sabesp, 2015).

**Conclusão:** O presente trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar os eventos climáticos secos e úmidos na região do ABC Paulista no período de 2000-2020 utilizando o SPI-12, e analisar as variações associadas no nível do reservatório Rio Grande, pertencente à represa Billings. Os resultados sugerem uma defasagem temporal entre os ciclos anuais da precipitação mensal do ABC Paulista e do nível do reservatório, com a precipitação antecipando anomalias de nível em três meses. Além disso, foram identificados no SPI-12: dois eventos úmidos (Jul/2009-Jan/2012 e Mar/2012-Nov/2013), e um seco com dois picos importantes (Dez/2013-Jun/2019). As anomalias positivas de nível do reservatório Rio Grande dominaram durante os eventos úmidos, enquanto no evento seco (em ambos os picos) houve um domínio de anomalias negativas. Também foi encontrada uma correlação razoável de 0,44 entre o SPI-12 e a anomalia de nível.

Os resultados são favoráveis para o uso do índice do SPI-12 do ABC Paulista para o monitoramento do nível do reservatório Rio Grande. Ou seja, pode-se indicar o SPI-12 para identificar períodos secos a favor do planejamento hídrico e sistemas de alerta de abastecimento.

**Agradecimentos:** Ao suporte parcial do PIBIC/CNPq (nº processo 139943/2020-0 em Setembro de 2020) e ao suporte da FAPESP (nº processo 2020/09548-2 de Outubro de 2020 a Julho de 2021) recebidos pela Marina de Oliveira durante a

realização de sua Iniciação Científica. E também à disponibilidade de dados pelo IMERG e SABESP.

### Referências:

ARAÚJO, G. P.; DUNDER, B. D.; ZANIRATO, S. H. Ações do Consórcio Intermunicipal do ABC que Convergem com as Adaptações às Mudanças Climáticas Globais em Grandes Centros Urbanos: uma Análise do 1º Plano Plurianual Regional Participativo do Grande ABC. In: 1º ANNAPAS SUDESTE: **Sustentabilidade e interdisciplinaridade: Avanços e desafios para o desenvolvimento**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. 26-28 set, 2018.

COELHO, C.A.S. et al. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: Regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate. Dynamics**. 2016, 46, 3737-3752.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. A bacia: caracterização geral. Disponível em: <<https://comiteat.sp.gov.br/a-bacia/caracterizacao-geral/>>. Acesso em 23 jul. 2021.

DANTAS, T. Represa Billings está no limite. Diário do Grande ABC. 2010. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/254562/represa-billings-esta-no-limite>>. Acesso em 16 Jul. 2021.

DE FARO, G. T. C. et al. Application of indices for water resource systems stress assessment. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 24, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.241920180106>.

DIÁRIO DO GRANDE ABC. Temporal castiga e para o Grande ABC. 2010. Disponível em: <<https://www.dgabc.com.br/Noticia/282879/temporal-castiga-e-para-o-grande-abc>>. Acesso em: 16 Jul. 2021.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. et al. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson: o retorno. **Leviathan – Caderno de Pesquisa Política**, n.8, 2014, p.66-95.

GARGIULO, J. R. B. C.. O reservatório Billings. In: Reservatórios que abastecem São Paulo: problemas e Perspectivas / organizadores: Marcelo Pompêo, Viviane Moschini-Carlos. -- São Paulo : Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2020.

G1. Chuva provoca alagamentos na Grande São Paulo: CGE colocou a cidade de SP em estado de atenção às 18h10. CET registrava 121 km de lentidão; havia mais de dez pontos alagados. 2010. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2010/12/com-pontos-de-alagamento-toda-cidade-de-sp-e-colocada-em-atencao.html> >. Acesso em 16 Jul. 2021.

HAYES, M. et al. The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal meteorological drought index recommended. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, v. 92, 2011, p. 485–488. Disponível em: <<https://doi.org/10.1175/2010BAMS3103.1>>. Acesso em 19 Jul. 2021.

HUFFMAN, G. J.; BOLVIN, D. T.; NELKIN, E. J. **Day 1 IMERG Final Run Release Notes**, 2015, p. 1-9. Disponível em: <[https://gpm.nasa.gov/sites/default/files/document\\_files/IMERG\\_FinalRun\\_Day1\\_release\\_notes.pdf](https://gpm.nasa.gov/sites/default/files/document_files/IMERG_FinalRun_Day1_release_notes.pdf)>. Acesso em: 24 Jun. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Global Warming of 1.5°C: Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems**. c. 3, 2018

LAMPARELLI, M. et al. **Atlas de cianobactérias da Bacia do Alto Tietê**. São Paulo: CETESB, 2014. Recurso Eletrônico. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2015/01/atlas-ciano-mar-2014.pdf>>. Acesso em 20 Jul. 2021.

MARENGO, J.A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts. **International Journal of Climatology**, v. 36, 2016, p.1033–1050.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C.; OBREGON, G. O. Observed and projected changes in rainfall extremes in the Metropolitan Area of São Paulo. **Climate Research**, v. 57, p. 61-72, doi:10.3354/cr01160z, 2013.

MARQUES, E. et al. Diagnóstico dos assentamentos precários nos municípios da Macrometrópole Paulista Primeiro Relatório. Centro de Estudos da Metrópole – CEM/ Cebrap Fundação de Desenvolvimento Administrativo – FUNDAP. 2013. Disponível em: <[https://centrodametropole.fflch.usp.br/sites/centrodametropole.fflch.usp.br/files/user\\_files/ckeditor/654-Relatorio%20II\\_Assentamentos\\_Fundap\\_final\\_logo.pdf](https://centrodametropole.fflch.usp.br/sites/centrodametropole.fflch.usp.br/files/user_files/ckeditor/654-Relatorio%20II_Assentamentos_Fundap_final_logo.pdf)>. Acesso em 10 Jun. 2021.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: *Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology*, Boston, MA, USA, 17–22 Jan, 1993; p. 179–184. Disponível em: <[https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS\\_Relationship\\_Drought\\_Frequency\\_Duration\\_Time\\_Scales\\_1993.pdf](https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf)>. Acesso em: 20 Jun. 2021.

NOBRE, C.A.; et al.. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resources**. 2016, 8, 252–262.

PDPA. *Elaboração do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings. Relatório Final*. Secretaria de Estado do Meio Ambiente Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 2010.

RISSO, S. S. O. et al. Análise do desempenho de reservatório de uso múltiplo: estudo de caso na sub-bacia Billings. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 46, 2018. DOI:10.5380/dma.v46i0.54521.

RODRIGUES, J. F., MARTINI, R.R.; SERNI, P.J.A. Hidreletricidade no Brasil: o que aconteceu com o nosso modelo?.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, Campinas, 2002. **Proceedings online**. Disponível em: <<http://seeds.usp.br/pir/arquivos/congressos/AGRENER2002/pdf/0020.pdf> >. Acesso em 15 Jul. 2021.

SABESP - CHESS. Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da Sabesp. 2015. Disponível em:< [chess\\_crise\\_hidrica.pdf](http://sabesp.com.br/chess_crise_hidrica.pdf) (sabesp.com.br)>. Acesso em 24 Jun 2021.

SANTOS, S. R. Q. et al. Determinação de Regiões Homogêneas do Índice de Precipitação Normalizada (SPI) na Amazônia Oriental Determinação de Regiões Homogêneas do Índice de Precipitação Normalizada (SPI) na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 1, 2017. DOI:<https://doi.org/10.1590/0102-778632120160013>.

SEMASA. 90 Anos da represa Billings. 2015. Disponível em: <<http://www.semasa.sp.gov.br/campanhas/infografico-90-anos-da-represa-billings/>>. Acesso em 20 Jul. 2021.

SOUSA, J. R.; ALMEIDA, R. A. Vazante e enchente na Amazônia brasileira: impactos ambientais, sociais e econômicos. In: VI SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2010, Coimbra – Portugal. Anais eletrônicos. Disponível em: <[http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/jose\\_camilo.pdf](http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/jose_camilo.pdf)>. Acesso em 10 Jul. 2021.

TOLMASQUIM, M. As Origens da Crise Energética Brasileira. **Revista Ambiente & Sociedade**. Ano III. n. 6/7, 2000, p. 179-183.

VALVERDE, M. C. **The interdependence of climate and socioeconomic vulnerability in the ABC Paulista Region**. *Ambiente e Sociedade*, 20(3), 39–60. 2017. doi: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC66R2V2032017>.

VALVERDE, M. C.; CARDOSO, A. O.; BRAMBILA, R. O Padrão de chuvas na região do ABC Paulista: os extremos e seus impactos. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.l.], v. 22, abr. 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/45929/35032>>. Acesso em: 24 Jun. 2021.

VALVERDE, M. C.; SANTOS, C. L. Pluvial Flooding in Santo André City - São Paulo: observation and prediction. In: The 6th International Conference on Flood Management - ICFM6, São Paulo, 2014.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Standardized Precipitation Index User Guide. Org.: SVOBODA, M.; HAYES, M.; WOOD, D. (WMO-No. 1090), Geneva, 2012.

## INFRAESTRUTURA VERDE E GENTRIFICAÇÃO ECOLÓGICA: UM ESTUDO DE CASO DO PARQUE LINEAR RIO VERDE

Ludmilla Francisca Duarte<sup>1</sup>; Mayara dos Santos Costa<sup>2</sup>; Gabriela Maria Melo Carvalho<sup>3</sup>; Julia Conti Barbosa<sup>4</sup>; Guilherme Dias Pereira<sup>5</sup>; Jaqueline Lopes Polvani<sup>6</sup>;

Talita Daniela da Silva<sup>7</sup>

1 - Ludmilla Francisca Duarte. Universidade de São Paulo. [ludmilla@usp.br](mailto:ludmilla@usp.br)

2 - Mayara dos Santos Costa. Universidade de São Paulo. [maycosta@usp.br](mailto:maycosta@usp.br)

3 - Gabriela Maria Melo Carvalho. Universidade de São Paulo. [gabrielammelo@usp.br](mailto:gabrielammelo@usp.br)

4 - Julia Conti Barbosa. Universidade de São Paulo. [juliacontibarbosa@usp.br](mailto:juliacontibarbosa@usp.br)

5 - Guilherme Dias Pereira. Universidade de São Paulo. [gui.dias@usp.br](mailto:gui.dias@usp.br)

6 - Jaqueline Lopes Polvani. Universidade de São Paulo. [jaqueline.polvani@usp.br](mailto:jaqueline.polvani@usp.br)

7 - Talita Daniela da Silva. Universidade de São Paulo. [talita.daniela@usp.br](mailto:talita.daniela@usp.br)

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a relação entre o conceito de gentrificação ecológica e a implantação do Parque Linear Rio Verde (PLRV), localizado no distrito de Itaquera, São Paulo, por meio da análise de documentos, artigos acadêmicos disponíveis no Scopus, Google Scholar e Web of Science acerca do tema, relatos dos moradores, imagens georreferenciadas do Google Earth e o histórico do valor do IPTU. As infraestruturas verdes tem como intuito a revitalização ambiental integrada à espaços de lazer, atendendo urgência em minimizar os distúrbios ecológicos em contextos urbanos, tentando adequar as cidades às agendas ambientais. Entretanto, quando sua implantação não é bem articulada, tal infraestrutura verde pode levar a gentrificação. No caso do PLRV, o foco principal era mitigar os efeitos das enchentes do Córrego Rio Verde. Tais eventos afetam diretamente as populações mais pobres que, devido à falta de planejamento urbano adequado ao longo do processo histórico de ocupação, tiveram que se instalar em fundos de vale. Contudo, percebe-se que a implementação deste parque na região periférica de São Paulo, levou a remoção de moradores da Favela da Paz e realocou-os em um complexo habitacional distante do parque, de forma a privá-los de usufruir dos benefícios trazidos pelo PLRV, o que já seria suficiente para inferir a ocorrência de gentrificação ecológica. Além disso, também houve valorização do solo urbano do entorno, verificado por meio do aumento no IPTU além da inflação. Porém, um estudo comparativo precisa ser feito para verificar se esta valorização foi decorrente da implementação do PLRV.

**Palavras-Chave:** Gentrificação ecológica; Parque Linear Rio Verde; Infraestruturas verdes; Remoção; Valorização do solo urbano

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16711486>



**ABSTRACT:** This paper presents the relation between the concept of ecological gentrification and the implementation of the Rio Verde Linear Park (PLRV from Portuguese) located in Itaquera district, São Paulo, by the analysis of documents, scientific articles that could be found on Scopus, Google Scholar and Web of Science about the theme, residents reports, georeferenced images from Google Earth and IPTU history. Green Infrastructures aim for environmental revitalization integrated with leisure areas, responding to the urgency of minimizing ecological disturbances within the urban context, trying to adjust the cities towards environmental agendas. However, when its implementation is not well articulated, the green infrastructure may lead to gentrification. When it comes to the PLRV case, the main focus was mitigating the effects of Rio Verde stream's floods. Those events directly affect the low-income population who had to settle in valley floors given the lack of appropriate urban planning throughout the history of the occupation. Nevertheless, it is noticeable that the implementation of this park in the peripheral region of São Paulo led to the displacement of the Favela da Paz residents and relocated them in a housing complex located far from the park, impeding those residents to enjoy the benefits from the PLRV, what is enough to infer the occurrence of ecological gentrification. Additionally, the soil value of the surroundings increased, fact verified by the rise of IPTU over the inflation. However, a comparative study should be done to verify whether this appreciation is truly a by-product of the implementation of PLRV.

**Keywords:** Ecological gentrification; Rio Verde Linear Park; Green infrastructure; Displacement; Urban soil appreciation

**Introdução:** A implementação de infraestruturas verdes urbanas geralmente não vem acompanhada de mecanismos que garantam a justiça ambiental (HAASE, 2017). Mesmo quando são voltadas para atender a uma necessidade de populações vulneráveis, estas estruturas tendem a impossibilitar a sua permanência devido ao aumento no valor do solo em suas proximidades

(DOOLING, 2009; GUIMARÃES, 2010; CUCCA, 2012; ANGUELOVSKI, et al., 2017; CROCHIK, 2018 ; GOULD e LEWIS apud TORRES et al, 2019).

Entre as décadas de 1960 e 1970, o município de São Paulo, em razão do processo de industrialização e crescimento do mercado de trabalho, recebeu um intenso fluxo migratório, sendo que grande parte dele teve como destino as regiões periféricas da cidade. Devido ao grande número de cidadãos migrando para estas regiões, a gestão pública da cidade teve dificuldades em planejar e alocar adequadamente esta população, o que levou a um aumento da ocupação irregular em áreas de fundo de vale, no entorno de recursos hídricos, mananciais e áreas de várzea, processo que ocorreu, também, no distrito de Itaquera (OLIVEIRA, 2015).

A criação de novas regiões metropolitanas sem os devidos serviços urbanos necessários à instalação adequada da população resultou em problemas de infraestrutura urbana. A impermeabilização do solo, por exemplo, principalmente nas áreas de várzea, ocasiona alagamentos frequentes, gerando um problema socioeconômico e ambiental que requer cuidados no planejamento urbano da gestão pública do município de São Paulo (OLIVEIRA, 2015).

Um exemplo de infraestrutura verde urbana que vem ganhando destaque nas últimas décadas são os parques lineares (MACHADO, 2017). Isso se deve ao fato de ser um tipo de estrutura que vai ao encontro das necessidades de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, sobretudo sobre o controle de enchentes, e que pode ser inserida no meio urbano (FRIEDRICH, 2007). De acordo com Friedrich (2007), os parques lineares possuem a função não só de revitalizar a área de forma paisagística, mas também de auxiliar na drenagem, diminuindo a possibilidade de enchentes.

A escolha do tema proposto se deu em função desta ambivalência gerada a partir da instalação de infraestruturas verdes em meio urbano. Apesar de serem implantadas com o propósito de gerar melhoria na infraestrutura urbana, elas podem, ao mesmo tempo, ser um possível fator de gentrificação ecológica, uma vez que levam à valorização do solo em suas proximidades.

O tema demonstra caráter interdisciplinar ao integrar questões sociais, ambientais e econômicas (TORRES, et. al, 2019). Sociais, por discutir a problemática do direito à cidade, dando ênfase a se todos indivíduos são tratados de forma igualitária; ambientais, por ter como foco central a proposta ecológica no ambiente antropizado, de modo a minimizar os efeitos danosos da urbanização; e econômicos, pode ser citado como uma sombra que permeia a real motivação destes tipos de projetos.

Além disso, observou-se que, no Brasil, ainda são escassas as pesquisas que discutem questões sociais negativas vinculadas à implementação de infraestruturas verdes urbanas. As principais fontes literárias existentes sobre o tema são internacionais e, segundo Dagmar Haase (2017), em sua maioria, se tratam de estudos de caso. Segundo a autora, esse tipo de estudo é de extrema importância para a compreensão de que, em muitos casos, a implantação desse tipo de infraestrutura, a considerar o modo como são implementadas, cumpre com seu papel ecológico, mas não com o social, evidenciando a necessidade de pesquisas mais integradas (HAASE, 2017).

**Material e Métodos:** Sobre os materiais, foram utilizados o Plano Diretor de São Paulo (SÃO PAULO (Município), 2014), o Decreto municipal nº 53.387 (SÃO PAULO (Município), 2012), buscando compreender a gestão urbana distrital de Itaquera, a plataforma Google Earth para a captura de registros em imagens de satélite de antes e depois da implementação no Parque Linear do Rio Verde no distrito de Itaquera, na zona Leste de São Paulo, visando o estudo de uma hipotética mudança do padrão de uso e ocupação do solo, que pode estar associada a uma possível mudança no perfil do morador da região.

A respeito do método, buscou-se palavras-chave tais como: Gentrificação verde; Gentrificação ecológica; Green gentrification; Direito à cidade; Justiça ambiental; Parques lineares; Parques lineares na Zona Leste; Parque Linear do Rio Verde. Para isto, as buscas foram realizadas nas bases de dados "Web of science", "Scielo" e "Google scholar".

Além disso, foi realizado o levantamento do IPTU, com dados extraídos da plataforma Geosampa, nas ruas ao entorno do parque, de modo a verificar se houve alguma alteração no valor do mesmo no período anterior e posterior à implantação do Parque Linear Rio Verde. O mesmo foi registrado em planilha para compor a análise.

**Resultados:** Apesar dos benefícios proporcionados pela recuperação ambiental, o projeto do PLRV não incluiu uma discussão com a população que, supostamente, seria beneficiada com o parque, considerando que em sua elaboração não houve audiências públicas e participação popular. Isso evidenciou uma falta de democratização dentro do planejamento urbano, considerando que o projeto em si já previa remoções e desapropriações.

Através de imagens de georreferenciamento (figura 1), extraídas da ferramenta Google Earth, foi possível notar as localidades em que já houve remoções. Para comparação, tomou-se como base três anos de referência: 2010, ano antecedente à implantação do parque; 2012, ano de estabelecimento do Decreto de implementação do mesmo; e 2017, com uma diferença de dois anos após a remoção dos moradores da Favela da Paz, ocorrida em 2015. Esta última data não apresentou uma significativa diferença se comparado ao ano atual, além de possibilitar a verificação da ocorrência esperada.

Figura 1 - Mapas da área do Parque, nos anos de 2010, 2012 e 2017, evidenciando as localidades que houveram remoções de população.



Fonte: Google Earth - Adaptado pelo grupo em jul. 2021.

Até julho de 2021 as remoções se deram em uma parte localizada na área do parque que fora implantada, e em uma faixa da Favela da Paz que se estendia instalada diretamente nas proximidades do leito do rio. As famílias removidas da

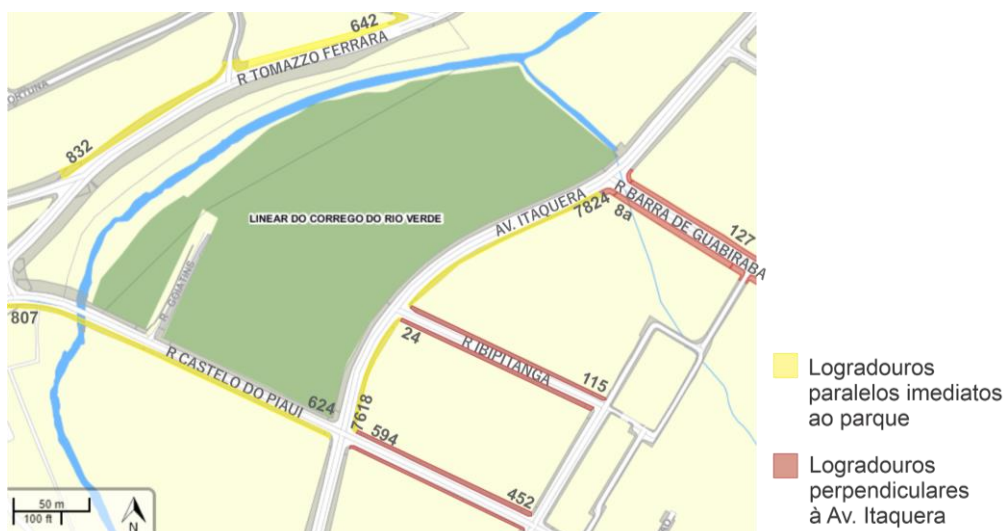
Favela da Paz foram realocadas para o Condomínio São Sebastião, situado a uma distância de 4,1 km do antigo lugar de moradia, o que acabou demonstrando ser um meio de restrição, por parte do poder público, do usufruto destes antigos usuários aos benefícios de implementação da infraestrutura verde no local.

Ademais, o terreno ocupado pela Favela da Paz, desde 1991, pertence à COHAB, sendo de posse, portanto, do Estado (GONSALES, 2015). Assim, a remoção das famílias da comunidade acaba violando o princípio da função social da propriedade, de acordo com o art. 5º, incisos I e XV do Estatuto social da COHAB-SP (COHAB, 2019), uma vez que a área, por pertencer à COHAB, deveria estar objetivada à resolução de seus problemas habitacionais. Gonsales (2015) afirma que, com a atribuição de um uso diferente à área, que não o de habitação de interesse social, o próprio poder público está em desacordo com o Estatuto social da COHAB.

Segundo os indícios expressados, estas remoções se consolidaram com uma ação no sentido de "higienização" da área, eliminando usos indesejáveis, de forma a transformá-la em uma região mais atrativa para o recebimento dos equipamentos urbanos planejados neste projeto. Sendo, portanto, um meio de valorizar a área de interesse, sob a proposta de requalificação urbana. Isso fica evidente quando é levado em consideração que o local já estava sendo alvo de projetos urbanísticos que previam desapropriações, como é o caso do Shopping Metrô Itaquera, da Faculdade de Tecnologia/Escola Técnica - FATEC/ETEC e da Arena do Corinthians, inaugurados em 2007, 2012 e 2014, respectivamente. (MIGLIACCI, 2016)

A valorização da área pode ser confirmada com a análise dos valores de IPTU, extraídos da plataforma Geosampa, dos imóveis nas proximidades ao segmento de parque implantado até o dado momento (figura 2). Foram observados estes valores também dos anos 2010, 2012 e 2017.

Figura 2 - Mapa com os logradouros e números dos imóveis que tiveram os valores de IPTU verificados.



Fonte: Geosampa e Google Maps - Adaptado pelo grupo em jul. 2021.

Como resultado, conforme explicitado na Tabela 1, notou-se um aumento significativo dos valores de IPTU de todos os imóveis da localidade, tanto naqueles situados nos logradouros diretamente paralelos ao parque, quanto nos imóveis das ruas perpendiculares ao lado de maior extensão deste. Esta valorização foi observada, inclusive, nos imóveis situados na via paralela à lateral do rio, cujo Parque ainda não fora implantado, estando apenas em projeto.

Tabela 1 - Variação percentual de IPTU entre 2010 e 2017.

Logradouro	ANO	Valor médio do m <sup>2</sup> total (R\$)	Variação percentual entre 2010 e 2012	Variação percentual entre 2012 e 2017
<b>Logradouros paralelos imediatos ao parque</b>				
Av. Itaquera (nº 7618 a 7824)	2010	725.4	12.00%	51.55%
	2012	812.47		
	2017	1231.33		
R. Tomazzo Ferreira (nº 642 a 832)	2010	609.14	11.87%	27.04%
	2012	681.43		
	2017	865.71		
R. Castelo do Piauí (nº 624 a 807)	2010	658.75	11.88%	39.82%
	2012	737.00		
	2017	1030.50		
<b>Logradouros perpendiculares à Av. Itaquera</b>				
R. Castelo do Piauí (nº 594 a 452)	2010	824.00	12.01%	55.33%
	2012	923.00		
	2017	1433.67		
R. Ibitipanga (nº 155 a 146)	2010	748.5	12.02%	46.09%
	2012	838.5		
	2017	1225		
R. Barra de Guabiraba (nº 8a a 127)	2010	719.5	11.95%	47.80%
	2012	805.5		
	2017	1190.5		

Fonte: Geosampa - Adaptado pelo grupo em jul. 2021.

O aumento percebido nos valores de IPTU não foi possível de ser justificado por outra maneira que não a da implementação do Parque, a vista que o IPCA (Índice de Preços ao Consumidor Amplo) acumulado no ano de 2010 foi de 5,91%, em 2012 foi de 5,84% e em 2017, 2,95% (IBGE, 2021), de tal forma que pode-se descartar a inflação como causadora deste aumento. Contudo, este trabalho não incluiu um estudo comparativo com a média de variação de todos os imóveis da cidade de São Paulo, a fim de confirmar se esta valorização foi decorrente apenas da implementação do Parque Linear Rio Verde.

**Discussão:** As infraestruturas verdes surgem como uma ferramenta de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas em ambientes urbanos (PAULEIT et al., 2017) e de reparação a danos como erosão e sedimentação, ilhas de calor, inundações e/ou alagamentos (MIRANDA; DECESARO, 2018) causados pelo histórico de ocupação desordenada das áreas urbanas periféricas. Segundo Zanirato (2021) a irrefutável relevância de tais estruturas, como parques lineares, não exime a necessidade de se considerar os contextos histórico e social da ocupação de fundos de vale, para que os moradores dessas áreas, além das pressões ambientais, não sofram também com mais uma pressão social, a gentrificação.

A gentrificação clássica, atrelada ao neoliberalismo, leva em conta as produções capitalistas do espaço, focando em áreas centrais de cidades e estudando a expulsão de antigos moradores, geralmente de baixa renda, seja pela força do estado ou do mercado. Já a gentrificação verde ocorre quando este processo se inverte, fazendo com que a criação de infraestruturas verdes resulte na valorização do espaço e consequente substituição do perfil de moradores. Há ainda o termo gentrificação ecológica que, segundo Dooling (2009), denuncia que as infraestruturas verdes cumprem com seu papel de serviço ecossistêmico em detrimento de sua função social.

Sob o escopo da Gentrificação Ecológica, se analisa o processo de implantação do objeto de estudo, o Parque Linear Rio Verde, considerando sua circunscrição no distrito de Itaquera, cuja própria expansão se deu de forma a ocupar áreas de várzea. O projeto urbanístico de implementação deste Parque é



uma parte integrante do Polo Institucional de Itaquera, com um plano geral que contempla a instalação de vários equipamentos urbanos além do próprio parque linear, conforme a “figura 3”, a seguir.

Figura 3 - Implantação geral do Polo Institucional Itaquera



Fonte: PREFEITURA (São Paulo), 2012.

Este parque foi criado em 2012 pelo Decreto nº 53.387 (SÃO PAULO (Município), 2012), cujo planejamento partiu da Secretaria Verde do Meio ambiente, com o objetivo de mitigar danos no âmbito hidráulico hidrológico da sub-bacia do Rio Verde (MIGLIACCI, 2016). O projeto traz consigo a recuperação da mata ciliar, a melhoria no sistema de drenagem, controlando problemas relacionados a enchentes, além do oferecimento de espaços verdes, atrelados à qualidade do ar e acesso à lazer.

Porém, o projeto previa cinco etapas de desapropriações, uma vez que a maior porcentagem da área que o parque ocuparia se tratava de propriedade particular (MIGLIACCI, 2016). Destas etapas, apenas a primeira foi cumprida, uma vez que o parque ainda está em processo de construção. Até o presente momento houve desapropriação de mais de 125 famílias, correspondente a uma faixa da Favela da Paz que se estendia instalada diretamente nas proximidades do leito do rio (GONSALES, 2015). Dentro desse contexto, o processo de elaboração e implantação da primeira parte do Parque não se deu de maneira participativa e não foram encontradas informações a respeito de indenizações ou auxílios financeiros prestados às residências regularizadas e às áreas comerciais que foram e serão removidas. No que tange às futuras remoções, está previsto a

remoção parcial de três favelas que ocupam áreas nos efluentes do Rio Verde e a remoção total de seis favelas que se encontram dentro do perímetro proposto para o parque.

**Conclusão:** O Parque Linear Rio Verde, localizado na Zona Leste, é um dos tantos parques lineares que surgem com as promessas das infraestruturas verdes, conforme previsto pelo Plano Diretor de São Paulo (SÃO PAULO (Município), 2014). No entanto, as favelas e as moradias irregulares são vistas como uma barreira aos investimentos e à valorização imobiliária que poderiam ocorrer com esses investimentos urbanísticos, sendo assim, há grandes indícios que sua retirada faz parte também do objetivo da implementação do parque, e não somente da consequência.

Evidentemente, isso não anula todos os benefícios no que tange à recuperação ambiental que o parque propõe, contudo, é preciso ter um olhar crítico para esses projetos, principalmente pelo fato de se tratar de um investimento feito com recursos públicos em uma área onde existe uma vulnerabilidade habitacional que, anteriormente à elaboração dos projetos, não era notada pela prefeitura da cidade.

O processo de implantação do parque, desde o projeto, apresenta fortes indícios de que houve gentrificação ecológica. Tais aspectos se materializam na remoção dos moradores da Favela da Paz, que foram realocados a 3 km de distância do parque, no aumento do IPTU muito acima da inflação e no atual planejamento para a remoção de inúmeras famílias de baixa renda para a ampliação do parque linear.

Sendo assim, ao analisar todo o contexto em que o parque foi elaborado, reflete-se sobre quais são as reais intenções para a plena implantação do Parque Linear Rio Verde, abrindo espaço para o questionamento acerca de quais atores serão os reais beneficiados com tal infraestrutura verde.

**Agradecimentos:** Agradecemos à Prof<sup>a</sup>. Dra. Silvia Helena Zanirato, que nos orientou e apoiou de forma conceitual e organizacional, à Prof<sup>a</sup>. Dra. Flávia N. D. Ribeiro e ao Prof. Dr. Gerardo Kuntschik, que avaliaram o trabalho para a disciplina ACH1094 - Resolução de Problema IV do curso de Bacharelado em Gestão Ambiental da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH- USP), e fizeram valiosas considerações.

#### Referências:

ANGUELOVSKI, I. et al. Assessing green gentrification in historically disenfranchised neighborhoods: a longitudinal and spatial analysis of Barcelona. *Urban Geography*, v. 39, n. 3, p. 458-491, 26 jul. 2017.

COHAB - Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo. **Estatuto social da COHAB-SP**. São Paulo. ago. 2019. Disponível em: <<http://transparencia.prefeitura.sp.gov.br//wp-content/uploads/2020/11/Estatuto-Social-.PDF-1.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

CROCHIK, M. M. **Gentrificação verde: O urbanismo sustentável como instrumento da reestruturação imobiliária de Perus - São Paulo**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CUCCA, R. The unexpected consequences of sustainability: Green cities between innovation and ecogentrification. *Sociologica*, Bologna, 2012.

DOOLING, S. Ecological Gentrification: A Research Agenda Exploring Justice in the City. *International Journal of Urban and Regional Research*, UK, v. 33, p. 621-639, 2009. DOI:10.1111/j.1468-2427.2009.00860.x

FRIEDRICH, D. **O parque linear como instrumento de planejamento e gestão das áreas de fundo de vale**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GONSALES, T. **Os conflitos da (favela da) paz: Uma mega experiência de planejamento conflitual no contexto dos megaeventos em São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão do Território. Santo André. 2015. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4578944/mod\\_resource/content/1/O\\_B\\_GONSALES%20-%202015%20-%20Os%20conflitos%20da%20favela%20da%20Paz.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4578944/mod_resource/content/1/O_B_GONSALES%20-%202015%20-%20Os%20conflitos%20da%20favela%20da%20Paz.pdf)>. Acesso em: 03 Jul. 2021.

GUIMARÃES, D. M. **Parque Linear: perspectivas e realidades - o estudo de caso do Parque Linear Rio Verde, Itaquera , São Paulo, SP**. Mestrado em geografia. 2010.

HAASE, D. et al. Greening cities - To be socially inclusive?: About the alleged paradox of society and ecology in cities. **Habitat International**, n. 64, p. 41-48, 18 abr. 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.04.005>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1737#resultado>>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MACHADO, H. A. **Parques lineares na cidade de São Paulo: Inserção na agenda pública e implementação**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2017.

MIGLIACCI, M.C.W.R. **Os parques lineares na dinâmica da produção do espaço urbano na periferia – O caso do parque linear do córrego do Rio Verde em Itaquera - São Paulo**. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-21112016-153148/publico/2016\\_MarcellaCarmonaWahlRontaniMigliacci\\_VCorr.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-21112016-153148/publico/2016_MarcellaCarmonaWahlRontaniMigliacci_VCorr.pdf)>. Acesso em: 12 Jul. 2021.

MIRANDA, D. T; DECESARO, G. D. Os impactos e as consequências gerados pela urbanização acelerada às águas urbanas. **Revista Técnico-Científica do Crea-Pr**. Paraná, p. 1-9. set. 2018. Disponível em: < <http://creapr16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/404/274>.> Acesso em: 23 jul. 2021.

OLIVEIRA, F. V. de. **“Itaquera para quem?”** Projetos urbanos e mudanças socioespaciais na periferia de São Paulo. 2015. 193 páginas. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, São Paulo, Universidade de São Paulo, 2015. Versão corrigida. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100134/tde-18112015-152039/publico/Filipe\\_Vieira\\_de\\_Oliveira\\_dissertacao\\_corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100134/tde-18112015-152039/publico/Filipe_Vieira_de_Oliveira_dissertacao_corrigida.pdf)>. Acesso em: 10 Jul. 2021.

PAULEIT, S; HANSEN, R; RALL, E; ZÖLCH, T; ANDERSSON, E; LUZ, A; SZARAZ, L; TOSICS, I; VIERIKKO, K. Urban landscapes and green infrastructure. **Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science**, 2017. DOI:10.1093/acrefore/9780199389414.013.23.

PREFEITURA, São Paulo. **Diretrizes de projeto urbanístico do Pólo Institucional Itaquera**. Set. 2012. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/arquivos/pue\\_itaquera\\_cades\\_este\\_set\\_2012.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/pue_itaquera_cades_este_set_2012.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SÃO PAULO [Município]. Decreto nº 53.387, de 29 de agosto de 2012. **Cria e denomina o Parque Linear do Córrego do Rio Verde**. São Paulo, 2012.

SÃO PAULO [Município]. Lei nº 16.050, de 31 de jul. de 2014. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo**. São Paulo, 2014.

TORRES, P. H. C; VIVIAN, M. M; SANCHES, T. de O. A. Produção capitalista do espaço e meio ambiente: ativismo urbano-ambiental e gentrificação verde no Brasil. *Cad. Metrop.* [online]. 2019, vol.21, n.46, pp.689-714. Epub Aug 15, 2019. ISSN 2236-9996. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2019-4601>.

ZANIRATO, S. H. **Parques lineares em São Paulo**: expressões de injustiça ambiental e de gentrificação ecológica. 2021. Monografia, 2021.

# UMA REFLEXÃO CONCEITUAL DAS CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA PÓS-NORMAL E DE SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS NA GESTÃO AMBIENTAL

Rodrigo Ramirez Frederico<sup>1</sup>; Lucas Teixeira Leite de Souza<sup>2</sup>; Luiza Vigne

Benedetti<sup>3</sup>; Luis Fernando do Rego<sup>4</sup>

1 – Rodrigo Ramirez Frederico. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. [rodrigo.frederico@usp.br](mailto:rodrigo.frederico@usp.br)

2 – Lucas Teixeira Leite de Souza. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. [lucas.teixeira.souza@usp.br](mailto:lucas.teixeira.souza@usp.br)

3 – Luiza Vigne Benedetti. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo. [lvbenedetti@usp.br](mailto:lvbenedetti@usp.br)

4 – Luis Fernando do Rego. Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo [luisfrego@usp.br](mailto:luisfrego@usp.br)

**RESUMO:** A partir do reconhecimento da emergência ambiental em que a sociedade se encontra, evidenciada pela intensa modificação dos sistemas naturais e pelo avanço dos limites planetários seguros ao bem-estar global, se faz necessária uma mudança no entendimento da relação ser humano-natureza, refletida na incorporação de uma abordagem sistêmica no processo de produção do conhecimento, compatível com a complexidade dos sistemas socioecológicos e suas implicações na gestão ambiental. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é refletir sobre os conceitos da ciência pós-normal e de sistemas socioecológicos como importantes contribuições na gestão ambiental, fornecendo um arcabouço teórico-metodológico para o desenvolvimento de pesquisas científicas e estratégias de gerenciamento em concordância com a totalidade da realidade, pautada pela busca da resiliência em sistemas complexos. O presente trabalho evidenciou que a influência dos pressupostos da ciência pós-normal, relacionados à ampliação da comunidade de pares e à multiplicidade de saberes em sistemas socioecológicos é fundamental para o desenvolvimento de uma visão sistêmica sobre a integração entre o meio biofísico e social, além de proporcionar o desenvolvimento de governança adaptativa e participativa, como é o caso da Gestão de Base Ecosistêmica (GBE). Desta forma, conclui-se que o diálogo entre ciência pós-normal e sistemas socioecológicos são importantes catalisadores de um processo de ampliação do arcabouço teórico-metodológico na gestão ambiental, contribuindo para o aumento da resiliência e, conseqüentemente, do direcionamento a um futuro justo e sustentável.

**Palavras-Chave:** Sistemas socioecológicos; Ciência pós-normal; Gestão ambiental; Complexidade; Resiliência

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16734646>

**ABSTRACT:** Since the recognition of the environmental emergency, in which society finds itself, pointed by the intense modification of natural systems and by the advance of safe planetary boundaries to global well-being, a change in the understanding of the human-nature relationship is necessary, reflected in the incorporation of a systemic approach to the knowledge production process compatible with the complexity of socio-ecological systems and their implications for environmental management. In this sense, the aim of this work is to reflect about the concepts of post-normal science and socio-ecological systems as important contributions to environmental management, providing a theoretical-methodological framework for the development of scientific research and management strategies in accordance with the totality of reality, guided by the search for resilience in complex systems. The present work pointed that the influence of post-normal science inferences related to the expansion of the peer community and the multiplicity of knowledge in socio-ecological systems is fundamental for the development of a systemic view on the integration between the biophysical and social environment, as well as to provide the development of adaptive and participatory governance, as the case of Ecosystem-based Management (EBM). Thus, it is concluded that the dialogue between post-normal science and socio-ecological systems are important catalysts for an extension progress of the theoretical-methodological framework in environmental management, contributing to increased resilience and, consequently, towards a fair and sustainable future.

**Keywords:** Socio-ecological systems; Post-normal Science; Environmental management; Complexity; Resilience

**Introdução:** As problemáticas ambientais contemporâneas enfrentadas pela humanidade são caracterizadas por uma série de complexidades, associadas ao alto risco e à imprevisibilidade dos acontecimentos (BECK, 2011), cujo cenário exige a produção de um conhecimento científico desenvolvido sob uma abordagem integrada, participativa e colaborativa que considere novas formas de pensar e agir.

Atualmente não restam dúvidas de que a intensa atividade humana na Terra, principalmente pós-revolução industrial (SKINNER e PORTER, 2000), têm impactado a qualidade ambiental global de forma negativa. A extensiva degradação ecológica, decorrente da grande aceleração no uso dos recursos naturais, está alterando a dinâmica dos ecossistemas e comprometendo a estabilidade climática herdada do Holoceno, direcionando o planeta à uma nova era geológica - o Antropoceno, período no qual a influência humana na biosfera é tão significativa quanto a influência dos processos geológicos, ao ponto de nos aproximar dos limites planetários que garantem a segurança de nossa sobrevivência (ARTAXO, 2014).

A abordagem de limites planetários é de grande valia como um conceito de sustentabilidade global, pois, ao combinar a compreensão científica sobre o funcionamento do sistema terrestre com o princípio da precaução, nos permite identificar os níveis seguros de perturbação humana na natureza que nos mantenham em um regime ecológico semelhante ao do Holoceno (STEFFEN et al, 2015). O reconhecimento desses níveis, bem como a identificação dos pontos de inflexão do sistema, além de explicitar um estado de alerta em relação à gestão de riscos (RUSSILL, 2015), é fundamental para orientar as ações de governança ambiental global que objetivem o aumento da resiliência dos sistemas socioecológicos (STEFFEN et al, 2015).

A percepção social da magnitude da crise ecológica como crise civilizatória, traduzida pela aceleração da degradação ambiental global e sistêmica, induziu um movimento de revisão dos processos e condições que produziram tal contexto, tanto do ponto de vista de revisão epistemológica da ciência, quanto da dimensão ética, política, tecnológica, filosófica e econômica (GARRIDO, 2007). Neste sentido, Beck (2011) afirma que a ciência passa a ser confrontada também como produtora da realidade e de uma sociedade de risco, fruto da evolução tecnocientífica, em um movimento de crítica da própria ciência.

Apesar da ciência moderna ter sido capaz de produzir conhecimento técnico e progresso científico acerca das mais diversas áreas das ciências naturais, baseando-se na observação, experimentação e reprodução de fenômenos



naturais isolados e controlados artificialmente (FUNTOWICZ E RAVETZ, 1997), o modelo reducionista tem se mostrado, ao mesmo tempo, um fator limitante do próprio avanço do conhecimento (MORIN, 2007). Como consequência, o posicionamento científico demanda uma postura humilde, que reconheça suas limitações e fragilidades, assumindo o caráter humano da ciência.

Nesta conjuntura, para a compreensão das interações entre os sistemas que constituem a totalidade da realidade, se torna necessário o desenvolvimento de abordagens sistêmicas e holísticas capazes de gerenciar a complexidade, como é o caso da perspectiva de sistemas socioecológicos (SSE), os quais incorporam a conexão entre natureza e seres humanos, e reconhecem a sociedade e a economia como subsistemas abertos, que dependem e alteram o sistema natural em múltiplas escalas e níveis de organização (BUSCHBACHER, 2014).

Portanto, face à problemática exposta, o presente trabalho tem como objetivo discutir como a ciência pós-normal e a perspectiva de sistemas socioecológicos podem contribuir, enquanto arcabouço teórico-metodológico, para a resolução dos desafios contemporâneos e para o desenvolvimento de abordagens e estratégias de gestão ambiental.

**Material e Métodos:** Este trabalho consiste em uma revisão bibliográfica narrativa, realizada através da seleção das principais contribuições da ciência pós-normal e do conceito de sistemas socioecológicos como uma estrutura teórico-metodológico emergente na perspectiva da gestão ambiental. É importante ressaltar que o trabalho não tem a pretensão de realizar uma revisão sistemática e aprofundada da literatura, mas de fornecer um panorama geral sobre a fundamentação básica dos pressupostos da ciência pós-normal e de sistemas socioecológicos, tendo em vista a complexidade das problemáticas socioambientais contemporâneas.

**Resultados e Discussão:** Considerando o contexto de mudança paradigmática face à emergência de novas problemáticas socioambientais, a

sociedade passou a reconhecer a importância dos ecossistemas e de seus componentes para sua própria sobrevivência, entendendo a necessidade de manejá-los em harmonia e de forma integrada com as atividades humanas. Neste sentido, a gestão e a tomada de decisão devem abandonar a orientação com base em mercado e produção (“business as usual”), cuja dinâmica contribuiu para o desenvolvimento da crise ecológica global e passar a discutir alternativas que considerem simultaneamente o meio natural, social e econômico (SCHLAEPFER, 1997).

A quebra da lógica reducionista da ciência moderna, dentro de um contexto amplo de crítica da própria ciência, denominado por Beck (2011) de “cientifização reflexiva”, permitiu o avanço de novas práticas científicas e o desenvolvimento da ciência pós-normal, estruturada tanto no princípio da precaução, associado à ética e à responsabilidade (GARRIDO, 2007), como no reconhecimento da alta complexidade, dos riscos e incertezas inerentes aos problemas socioambientais atuais, que demandam uma abordagem interdisciplinar, intersetorial e participativa (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997; JACOBI, TOLEDO e GIATTI, 2019).

A ciência pós-normal não se ocupa em romper com o modelo científico tradicional, mas se refere a uma proposta de produção de novas formas de organização do conhecimento, visando estabelecer uma relação mais justa e inclusiva entre ciência, sociedade e política (JACOBI, TOLEDO e GIATTI, 2019). A abordagem pode ser entendida como uma estratégia para a resolução de problemas caracterizados pelo elevado grau de “incertezas dos sistemas”, a respeito dos aspectos metodológicos, técnicos e éticos, e elevado grau de “decisões em jogo”, relacionado à dimensão política dos processos decisórios (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997). Nas situações em que os atributos mencionados são baixos, as estratégias da ciência aplicada e da consultoria profissional são cabíveis, porém, à medida que tais atributos aumentam, se faz necessário a utilização de abordagens que prezam pela prudência e pela precaução em detrimento de escolhas dotadas de alto nível de incertezas, conforme demonstrado na Figura 1 (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997; JACOBI, TOLEDO e GIATTI, 2019).



Figura 1 - “Incertezas do sistema” x “Decisões em jogo” (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997).

A ótica pós-normal defende que, para o gerenciamento efetivo dos riscos contemporâneos, da escala local à global, é imprescindível o diálogo e a participação de todos os atores envolvidos nas questões que os atingem, seja em relação aos processos de controle da qualidade da produção científica, como em relação aos processos políticos e de tomada de decisão (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997). O caráter participativo das partes envolvidas na resolução dos problemas define o que Funtowicz e Ravetz (1997) chamam de “comunidade ampliada de pares”, cuja abordagem tem como objetivo enriquecer os processos de reflexão crítica e investigação científica, permeando a discussão de forma interdisciplinar, integrada e inclusiva, visando a proposição de soluções para o bem comum, além de fornecer ferramentas que permitem a interpretação dinâmica da realidade e da complexidade que a sustenta (JACOBI, TOLEDO e GIATTI, 2019). De forma complementar, Virapongse et al. (2016) afirma que os esforços para conectar o conhecimento local com o conhecimento científico podem resultar em melhorias na resolução de problemas e no aumento da resiliência dos sistemas naturais.

Nesta linha de raciocínio, o paradigma ecológico reforça a valorização do pluralismo no debate, o qual é conduzido por uma simbiose entre a epistemologia, a ética e o princípio da precaução (GARRIDO, 2007). Além disso, a ciência também passa a aceitar as suas próprias incertezas, bem como a visão não-linear e o caráter não-mercantil da natureza. Deste modo, o paradigma em questão abre mão do exclusivismo e do pensamento hegemônico no meio científico, dialogando com a comunidade ampliada de pares no sentido de promover o aspecto democrático da ciência e de obter legitimidade sobre a definição das

problemáticas e dos possíveis caminhos para sua resolução (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997). Sendo assim, a ciência pós-normal busca aprimorar a noção tradicional de “explicação científica” para “compreensão societária” (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997), corroborando com a consideração de Santos (2008) que determina que o conhecimento científico só se realiza como tal na medida em que se converte em senso comum.

Diante da insuficiência das estratégias científicas tradicionais para lidar com problemas complexos (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997), pressupõe-se a necessidade de uma pluralidade metodológica (FOUREZ, 1995). Nesse contexto, a interdisciplinaridade se apresenta como uma abordagem alternativa e complementar ao reducionismo da ciência moderna, na medida em que busca restituir o caráter de totalidade e de complexidade do mundo real, constituído tanto pela grande diversidade de processos e dinâmicas que podem compor uma mesma problemática, assim como pela hibridação dos objetos científicos, que resultam da interligação entre a materialidade, relacionada ao campo disciplinar da física, química e biologia, e a imaterialidade, associada às dimensões das ciências sociais e da cultura (RAYNAUT, 2010).

A abordagem interdisciplinar não se trata, inicialmente, da exclusão da disciplinaridade, mas sim de tornar possível o diálogo e a colaboração entre as disciplinas já existentes, em um processo de investigação baseado em objetos científicos “híbridos”, cuja colaboração deve conduzir à evolução dos procedimentos e formas de produção de conhecimento. Tal evolução, exige um esforço contínuo de reflexão, intercâmbio epistemológico e conceitual, de forma com que cada especialidade, ao se debruçar nas suas particularidades, contribua para o desenvolvimento efetivo de uma compreensão mútua e coletiva (RAYNAUT, 2010).

De modo contrário ao pensamento científico dominante, a realidade híbrida compreende a integração entre a complexidade dos sistemas biofísicos e sociais e, portanto, a totalidade (RAYNAUT, 2010). Segundo Mitchell (2009), sistemas complexos constituem-se de diversos componentes individuais simples, sem comando central, que quando organizados em conjunto produzem um

comportamento coletivo complexo e de difícil previsão, ou seja, um comportamento que difere da resposta individual e isolada de cada componente. Além disso, os sistemas complexos são influenciados por cadeias de informação e sinalização, que coordenam uma resposta coletiva conjunta e permitem a adaptação a diferentes condições para aumentar a sobrevivência através de processos de aprendizagem e evolução.

A interligação entre as esferas sociais e naturais, dotada de intrínseca complexidade, define o conceito de sistemas socioecológicos. Conforme demonstrado na Figura 2, os componentes e dinâmicas dos processos de cada sistema determinam as formas de utilização dos recursos pela sociedade, as práticas de gestão ambiental e a capacidade de adaptação do SSE, no qual a totalidade do sistema é influenciada tanto por condições econômicas e políticas, quanto por fatores biogeoquímicos em larga escala (BUSCHBACHER, 2014; VIRAPONGSE, 2016). A capacidade de um SSE em lidar com incertezas, mudanças e surpresas por meio de aprendizagem, auto-organização e adaptação, que definem o conceito de resiliência geral, pode ser potencializada pelo aumento da flexibilidade estrutural e institucional integrada, a fim de possibilitar um sistema de governança policêntrico (BUSCHBACHER, 2014). Além disso, a resiliência dos sistemas também se relaciona com diversidade e redundância associadas aos processos de *feedback* e pontos de inflexão, conforme ressalta Buschbacher (2014) a partir de uma síntese de diversos autores.

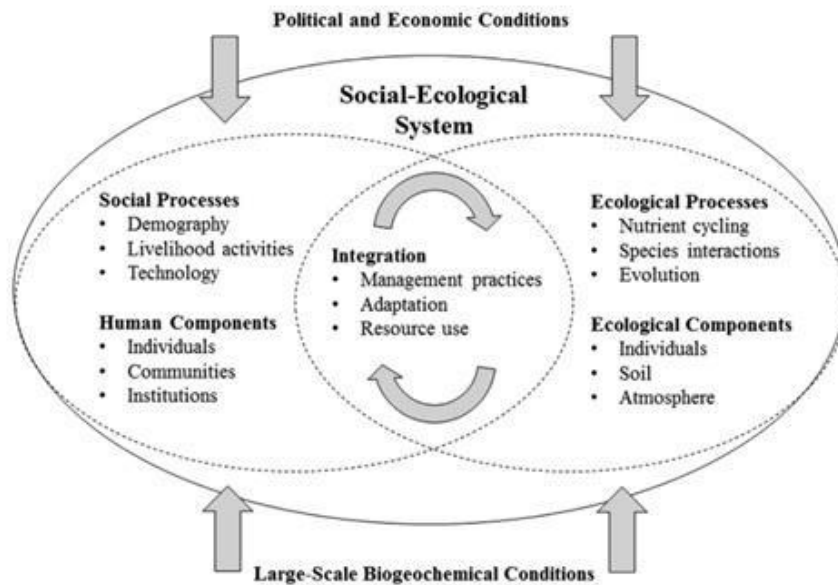


Figura 2: Descrição de sistemas socioecológicos (VIRAPONGSE, 2016)

A identificação e seleção dos indicadores que melhor traduzem as dinâmicas e processos de *feedback* no contexto de mudanças sistêmicas são essenciais para o desenvolvimento de mecanismos de monitoramento e adaptação, pelo fato de aumentarem a capacidade de prever e manejar mudanças abruptas nos SSE (GUNDERSON e HOLLING, 2002, CUMMING, 2005; VIRAPONGSE et al., 2016). De acordo com Cumming et al. (2005), entender potenciais transformações nos sistemas, através da variação na trajetória de indicadores em resposta a possíveis cenários futuros, contribui para identificar os fatores (“*drivers*”) que provocam mudanças na estabilidade do sistema, permitindo a identificação de possíveis limiares e pontos de inflexão, para assim estabelecer estados desejáveis de resiliência e adaptação (VIRAPONGSE et al., 2016).

Com o crescimento populacional, o desenvolvimento de atividades agrícolas e industriais em larga escala, somado ao uso intensivo de recursos naturais e combustíveis fósseis para geração de energia e, mais recentemente, com o fenômeno da globalização, as relações socioecológicas se tornaram cada vez mais complexas e indissociáveis, afetando suas dinâmicas, desde a escala local até em âmbito global (YOUNG et al., 2006).

Diante do reconhecimento da complexidade dos sistemas socioecológicos é importante que as abordagens de gestão ambiental se apoiem em estratégias adaptativas, que considerem as incertezas inerentes ao funcionamento dos ecossistemas (SCHLAEPFER, 1997) e desenvolvam a capacidade de lidar com mudanças nas trajetórias do sistema (BUSCHBACHER, 2014), potencializando, assim, a prevenção e intervenção contra mudanças indesejáveis no sentido de aumentar a resiliência dos SSE (VIRAPONGSE et al., 2016).

A incorporação de princípios da ciência pós-normal inseridos na abordagem de sistemas socioecológicos tem se manifestado como novo campo para resolução de problemas dentro da perspectiva da gestão ambiental, ampliando seu arcabouço teórico-metodológico relacionados à comunidade ampliada de pares e à transdisciplinaridade.

No sentido de fornecer um panorama geral sobre as possíveis contribuições da abordagem de sistemas socioecológicos para obtenção de um entendimento integrado das esferas biofísicas e sociais, e produzir melhores intervenções aplicadas à gestão ambiental, Virapongse et al. (2016) apresenta uma estrutura conceitual da relação entre conceitos chave em SSE e os desafios atuais enfrentados por gestores ambientais e tomadores de decisão, conforme demonstrado na Tabela 1. Os conceitos em SSE, por traduzirem uma tentativa de lidar com sistemas complexos de forma flexível e adaptativa, em conjunto com uma multiplicidade de atores e escalas, pode ser utilizado para gerir e propor soluções aos problemas socioambientais contemporâneos.

Tabela 1: Conexão entre conceitos em sistemas socioecológicos e desafios de gestão ambiental, na qual a relação direta entre conceito e desafio é representado por “X”.

Conceitos em SSE	Desafios de gestão ambiental					
	Atingir escalas mais amplas	Pontos de vista conflitantes entre os interessados	Gestão de mudanças abruptas e adaptabilidade	Incompatibilidade de escalas	Limitações institucionais	Falta de evidência empírica
Visão sistêmica	X	X	X	X		
Transdisciplinaridade		X	X			

Governança adaptativa		X	X		X	
Monitoramento	X		X	X		X
Educação e treinamento		X			X	

Fonte: Adaptado de Virapongse et al. (2016)

Seguindo nesta linha, um exemplo de gestão que se utiliza de sistemas socioecológicos dentro do panorama de resolução de problemas da ciência pós-normal é a Gestão de Base Ecosistêmica (GBE), cuja proposta pode ser entendida como um sistema de planejamento integrado entre aspectos econômicos, sociais e ecológicos de um ambiente, com enfoque na resiliência dos ecossistemas e na sua interdependência com a sociedade (SCHLAEPFER, 1997). É importante ressaltar que os conceitos de SSE que podem contribuir para a solução dos desafios enfrentados pela gestão ambiental, listados na Tabela 1 (VIRAPONGSE et al, 2016), correspondem aos instrumentos de GBE descritos por Schlaepfer (1997), no que se refere à abordagem integrada, à participação social, à gestão adaptativa e ao monitoramento, corroborando com a proposta de sua utilização em um contexto de problemáticas socioambientais marcadas pela complexidade e incertezas (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997).

O desenvolvimento de estudos em SSE e sua apropriação pela gestão ambiental, considerando a capacidade de proposição de soluções integradas e sustentáveis perante aos desafios atuais (SCHLAEPFER, 1997; VIRAPONGSE, 2016), pode ser entendida como resultado de uma longa discussão que perpassa a crise do paradigma científico hegemônico (GARRIDO, 2007; SANTOS, 2008) e avança no sentido de direcionar pesquisas socioambientais para além da fronteira do conhecimento existente na interface entre a dimensão social e natural. Esse movimento apela para a expansão da pluralidade de perspectivas sobre a mesma temática através da incorporação de uma diversidade de saberes, produzidos pela comunidade ampliada de pares, seguindo os pressupostos da ciência pós-normal (JACOBI, TOLEDO e GIATTI 2019).



**Conclusão:** Dado o contexto de crise ecológica decorrente da intensa perturbação humana no ambiente, caracterizado por problemas complexos e imprevisíveis, manifesta-se a necessidade de uma reformulação estrutural de princípios e valores em todas as escalas e domínios da sociedade, incluindo a dinâmica que determina as vias e regras para a produção e validação do conhecimento científico-social, superando a lógica reducionista e dualista da ciência moderna (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997; SANTOS, 2008).

Enquanto a ciência tradicional tende a desconsiderar as incertezas, a pluralidade de perspectivas legítimas na tomada de decisão e a interconexão entre sociedade e natureza, a incorporação das estratégias da ciência pós-normal em conjunto com a abordagem de sistemas socioecológicos pode contribuir com as atividades de gestão ambiental, expandindo o arcabouço teórico-metodológico para o gerenciamento de temas complexos (JACOBI, 2014, VIRAPONGSE, 2016).

Sob a perspectiva da ciência pós-normal, a ampliação da comunidade de pares se apresenta como um caminho natural para garantir o envolvimento de todos os interessados, por meio da diversificação de atores e da qualidade do diálogo (FUNTOWICZ e RAVETZ, 1997). A conjuntura pós-moderna, de inclusão e tolerância, pode contribuir para que haja um amplo controle crítico e para que decisões consensuais sejam tomadas por parte de diferentes atores sociais, promovendo, por um lado, a democratização da ciência e, por outro, a corresponsabilização da sociedade (JACOBI, 2014).

Assim, após a exposição e discussão dos conceitos abordados, podemos concluir que, ao ultrapassarmos a visão limitada e disciplinar da ciência moderna (GARRIDO, 2007; SANTOS, 2008), e considerarmos a abordagem discutida pela ciência pós-normal, na qual, segundo Funtowicz e Ravetz (1997), a problemática socioambiental global é caracterizada por fatos incertos, valores controversos, apostas elevadas e decisões urgentes, torna-se essencial que as práticas de gestão e de pesquisa científica desenvolvam técnicas e perspectivas que considerem a temática como um campo invariavelmente complexo e interdisciplinar. A partir dessa concepção, o entendimento da proposta de Gestão de Base Ecosistêmica como um exemplo de estratégia de gestão adaptativa e participativa, com foco na

resiliência de sistemas socioecológicos (SCHLAEPFER, 1997), pode direcionar a sociedade para um caminho inovador e transparente, em que a intrínseca relação ser humano-natureza seja compreendida sob toda sua complexidade e nos possibilite buscar alternativas para um futuro socialmente justo, equitativo e ambientalmente sustentável.

**Agradecimentos:** Gostaríamos de agradecer aos docentes da disciplina de Pós - Graduação do PROCAM - Pesquisa Interdisciplinar Ambiental (PCA 5001) - ministrada no primeiro semestre de 2021, por proporcionarem a discussão dos conteúdos, motivando a reflexão apresentada neste trabalho.

#### **REFERÊNCIAS:**

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno?. Revista USP, n. 103, p. 13-24, 2014.

BECK, U. Sociedade de risco - Rumo a uma outra modernidade. 2. ed. São Paulo: Editora 34 Ltda., 2011.

BUSCHBACHER, R. A teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível? IPEA - boletim regional, urbano e ambiental, v. 9, p. 11-24, 2014.

CUMMING, G. S., et al. An exploratory framework for the empirical measurement of resilience. *Ecosystems* 8 (8), 975-987, 2005.

FISCHER, J. et al. Advancing sustainability through mainstreaming a social-ecological systems perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 14, p. 144-149, 2015.

FOUREZ, G. O método científico: a ciência como disciplina intelectual. In: *A construção das ciências: Introdução à filosofia e a ética das ciências*. UNESP, 1995.

FUNTOWICZ, S.; RAVETZ, J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. IV(2), p. 219-230, 1997.

GARRIDO, F. P. Sobre la Epistemología Ecológica. In: *El Paradigma Ecológico en las Ciencias Sociales*. 1. ed. [s.l.] Icaria, 2007. p. 31-53.

GUNDERSON, L.H.; HOLLING, C.S. Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. Island Press, Washington D.C., USA, 2002

JACOBI, P. R.; GIATTI, L. L. O que é pós-normal nas relações ambiente e sociedade? Revista Ambiente e Sociedade, São Paulo, n. 17 (2). jun. 2014. Editorial.

JACOBI, P. R.; TOLEDO, R. F. DE; GIATTI, L. L. Ciência Pós-normal: ampliando o diálogo com a sociedade diante das crises ambientais contemporâneas. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo, 2019.

MITCHELL, M. Complexity A Guided Tour. New York: Oxford University Press, Inc., 2009.

MORIN, E. La epistemologia de la complejidade. In: GARRIDO, El paradigma ecológico en

las Ciencias sociales. Espanha, 2007

MORIN, E. Ciência com consciência. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

RAYNAUT, C. Interdisciplinaridade: o mundo contemporâneo, complexidade e desafios à produção e à aplicação de conhecimentos. In: Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia e inovação. 1. ed. Manole, 2010.

RUSSILL, C. Climate change tipping points: origins, precursors, and debates. WIREs Climate Change, volume 6, issue 4, p. 427-434, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wcc.344>. Acesso em: agosto, 2021.

SANTOS, B. DE S. Um discurso sobre as ciências. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SCHLAEPFER, R. Ecosystem-Based Management of Natural Resources: a Step Towards Sustainable Development. International Union of Forestry Research Organizations, 1997.

SKINNER, B.J.; PORTER, S.C. The dynamic Earth. An introduction to physical geology. New York: Wiley, 2000.

STEFFEN, W. et al. Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. Science, v. 347, fev. 2015. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855> . Acesso: agosto, 2021.

VIRAPONGSE, A. et al. A social-ecological systems approach for environmental management. Journal of Environmental Management, v. 178, p. 83–91, 2016.

YOUNG, O. R. et al. The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. Global Environmental Change, v. 16, n. 3, p. 304–316, 2006.

# A (IN) SUSTENTABILIDADE NOSSA DE CADA DIA: SERVIÇOS, COMUNS URBANOS E FERRAMENTAS DIGITAIS VOLTADOS PARA A MOBILIDADE NA CIDADE

Ludmilla Francisca Duarte<sup>1</sup>; Caio Fernandes Matsuoka<sup>2</sup>; Silvia Stuchi Cruz<sup>3</sup>;

Profa. Dra. Sônia Regina Paulino<sup>4</sup>

1 - Ludmilla Francisca Duarte. Universidade de São Paulo. ludmilla@usp.br  
2 - Caio Fernandes Matsuoka. Universidade de São Paulo. caiomatsuoka@usp.br  
3 - Silvia Stuchi Cruz. Universidade de São Paulo. silviastuchi@usp.br  
4 - Sônia Regina Paulino. Universidade de São Paulo. sonia.paulino@usp.br

**RESUMO:** O trabalho tem vínculo ao Programa Aprender na Comunidade da EACH/USP. O objetivo principal é articular conceitos, métodos e ferramentas para abordar a mobilidade urbana sustentável, enfatizando a mobilidade ativa. Para isso, analisou-se as finalidades e modos dos deslocamentos no bairro Vila Cisner, São Paulo - SP, às proximidades da EMEF Profa. Rosângela Rodrigues Vieira. O percurso metodológico contou com a coleta de dados da área, a partir de ferramentas digitais, como Geosampa e Google Earth, e de monitoramento participativo. A partir de mapas e imagens digitais, avaliou-se as características do entorno da EMEF quanto a: localização de pontos de ônibus e cruzamentos semaforizados; linhas de ônibus de acesso ao local; estado de qualidade e largura das calçadas; quantidade e localização da arborização viária; pontos de iluminação. Além de uma análise das principais características das viagens obtidas pelo tratamento dos dados da Pesquisa Origem e Destino (Zonas 174 e 180), intencionando propor melhorias na infraestrutura urbana deste local. Como resultado da análise de imagens digitais e dados, constatou-se que as calçadas passaram por medidas corretivas a partir do Plano Emergencial de Calçadas (PEC), executado em 2020; há iluminação local, conferindo maior segurança e qualidade nos deslocamentos, sobretudo considerando que a maior parte das viagens até o local é realizada por crianças através de meios de transporte ativo. Por fim, apesar dos mapas e imagens digitais permitirem a obtenção e coleta de dados em tempo real, estas carecem de melhor detalhamento e desagregação para compreensão mais efetiva do cenário real local.

**Palavras-Chave:** Mobilidade urbana sustentável; Mobilidade ativa; Finalidade e modos dos deslocamentos; Ferramentas digitais.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16712809>

**ABSTRACT:** This work is linked to the Learning in the Community Program at EACH/USP. The main objective is to articulate concepts, methods and tools to address sustainable urban mobility, emphasizing active mobility. For this, the purposes and modes of displacements in the Vila Cisper neighborhood, São Paulo - SP, near the EMEF Profa. Rosangela Rodrigues Vieira. The methodological path included the collection of data from the area, using digital tools such as Geosampa and Google Earth, and participatory monitoring. From maps and digital images, the characteristics of the surroundings of the EMEF were evaluated in terms of: location of bus stops and traffic lights; bus lines to access the site; state of quality and width of sidewalks; quantity and location of road afforestation; lighting points. In addition to an analysis of the main characteristics of the trips obtained by processing the Origin and Destination Survey data (Zones 174 and 180), intending to propose improvements in the urban infrastructure of this location. As a result of the analysis of digital images and data, it was found that the sidewalks underwent corrective measures from the Emergency Sidewalk Plan (PEC), executed in 2020; there is local lighting, providing greater safety and quality when traveling, especially considering that most trips to the site are made by children using active means of transport. Finally, although maps and digital images allow real-time data collection and collection, they lack better detailing and disaggregation for a more effective understanding of the real local scenario.

**Keywords:** Sustainable urban mobility; Active mobility; Purpose and modes of displacements; Digital tools.

**Introdução:** O termo mobilidade urbana remete, segundo Alves (2014), a um espaço que possibilite que todos realizem seus deslocamentos de forma igualitária, independentemente do meio de transporte, da condição física, motivos e necessidades. Por consequência, a mobilidade urbana não pode ser pensada de um modo excludente e não acessível, pois o resultado seriam “cidades não acessíveis, não inclusivas e insustentáveis”.

Isto posto, confere-se ao termo “mobilidade urbana” um significado mais abrangente que, simplesmente, “facilidade nos deslocamentos na cidade”. Ele

passa a se relacionar ao conceito de acessibilidade, compreendendo os aspectos físicos da infraestrutura viária, bem como os sistemas e os modos de transportes envolvidos nesses deslocamentos.

Sob o enfoque da sustentabilidade, a mobilidade urbana sustentável (BANISTER, 2008) passa a exercer um papel fundamental na minimização e mitigação dos impactos ambientais, no acesso universal de toda população à cidade e às suas oportunidades, e na contribuição para o desenvolvimento econômico e social. Para isso, é priorizado o deslocamento das pessoas e não dos veículos, considerando, de modo especial, os pedestres que venham a possuir mobilidade reduzida (ALVES, 2014), pessoas com deficiência e públicos mais vulneráveis como pessoas idosas, mulheres e crianças.

No âmbito da mobilidade urbana sustentável, o transporte ativo aparece em posição de destaque no cenário internacional. Ele é definido como “qualquer forma de transporte humano, como caminhar, pedalar, cadeira de rodas, com o auxílio de muletas, enfim todos os deslocamentos feitos de forma autônoma pelos cidadãos, mesmo com o uso de dispositivos auxiliares” (SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTE E DA MOBILIDADE URBANA, 2007, p.88).

A importância do transporte ativo é evidenciada quando analisados os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas. Nela, a incorporação da sustentabilidade nas diversas áreas de conhecimento foi definida como o principal desafio para o século XXI e quatro dos seus 17 objetivos (ODS: 3, 6, 11 e 16) apresentam relação direta ou indireta com a temática.

O ODS 11, intitulado como “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, enfatiza a necessidade de “tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”. Um dos modos de se alcançar essa meta é através da mobilidade urbana sustentável, combinando modos de deslocamento ativo (a pé e por bicicleta) com o transporte público coletivo e, assim, possibilitando a redução de poluição atmosférica. Tal medida vai de encontro ao ODS 3, intitulado “saúde e bem-estar”, que prevê “assegurar uma vida saudável e promover o bem estar para todas e todos, em todas as idades”; ao

ODS 13, de “ação contra a mudança global do clima”, que pretende “tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos”; e ao ODS 16, de “paz, justiça e instituições eficazes”, a qual intenciona “promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável” (IPEA, 2018).

Em conformidade com os objetivos estabelecidos na Agenda 2030, o Brasil publicou a Lei Nº12.587 de 3 de janeiro de 2012, mais conhecida como Política Nacional da Mobilidade Urbana (PNMU), que institui as diretrizes para a melhora da acessibilidade e mobilidade das pessoas do âmbito municipal através dos Planos Municipais de Mobilidade (PlanMobs). Conforme o Artº5 da Política que fundamenta os seus princípios, é possível observar no inciso II a sua preocupação com o “desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais”. Para tanto, ficam definidas diretrizes que priorizam os meios de transporte não motorizados, em relação aos motorizados, e os coletivos, em relação aos individuais (BRASIL, 2012).

Corroborando a relevância da Política, segundo dados levantados pelo Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público (ANTP, 2017) das 66,1 bilhões de viagens realizadas, 28 bilhões (42%) foram por mobilidade ativa 19,6 bilhões (30%) por transporte individual motorizado, automóveis e motocicletas, e 18,5 bilhões (28%) por transporte coletivo. No que toca ao consumo de energia, medido em tonelada equivalente de petróleo (TEP), temos que os automóveis consomem cerca de 62% do total de energia consumida na mobilidade urbana, mesmo representando uma menor parte das viagens e percorrendo distâncias menores que o transporte coletivo.

Apesar dos dados e da PNMU, o que se observa atualmente na divisão dos espaços públicos viários destinados à mobilidade no Brasil é a incompatibilidade entre a área designada em proporção ao volume de viagens realizadas por eles. Como postulado por Malatesta (2017, p. 72), “A injustiça é observada na desproporcionalidade do uso segregado dos trechos de espaço destinados aos modais distintos e no conflito existente no decurso dos momentos de utilização

comum. Isso acontece quando parte desses espaços tem seu uso dividido entre formas de mobilidade veicular motorizada e a pé, a exemplo da travessia ou transposição de pedestres entre esses dois espaços – momento responsável pela maioria dos atropelamentos”.

Tendo em vista esse contexto, o presente projeto busca, articular conceitos, métodos e ferramentas para abordar a mobilidade urbana sustentável, enfatizando a mobilidade ativa. Para isso, analisou-se as finalidades e modos dos deslocamentos no bairro Vila Cisneros, São Paulo - SP, às proximidades da EMEF Profa. Rosângela Rodrigues Vieira.

**Material e Métodos:** A metodologia de pesquisa proposta tem como recorte geográfico a cidade de São Paulo, mais precisamente as proximidades da EMEF Profa. Rosângela Rodrigues Vieira, e baseia-se, primordialmente, na coleta de informações pertinentes sobre as temáticas de impactos ambientais, finalidade dos deslocamentos e modos de deslocamento.

Para a coleta de dados da comunidade, intenciona-se fazer uso de ferramentas digitais (quadro 1) e de monitoramento participativo. Estes serviram de base para a elaboração de mapas e imagens digitais, a fim de permitir avaliar algumas características do entorno da escola, considerando a localização de pontos de ônibus e cruzamentos semaforizados; estado de qualidade e largura das calçadas; quantidade e localização da arborização viária; pontos de iluminação.



Quadro 1 - Ferramentas digitais utilizadas neste trabalho, e suas devidas aplicações para este estudo.

Ferramentas digitais	Aplicação
Tableau Ciclocidade	Análise das finalidades dos deslocamentos na Vila Cisper (trabalho, escola, serviços públicos e privados), a partir do estudo de duas zonas (174 - Rui Barbosa; 180 - Ermelino Matarazzo)
Info Siga	Averiguação de sinistros ocorridos em 2020 e 2021
Geosampa	Verificação de classificação viária, arborização, calçadas reformadas pelo PEC (Plano Emergencial de Calçadas)
Largura do Passeio	Verificação da largura total das calçadas, com legenda de classificação quanto ao comprometimento de os pedestres realizarem distanciamento social.
Google Earth	Verificação das dimensões de comprimento das calçadas e de perímetro do quarteirão.
Google Street View	Percepção do estado das calçadas e porte das árvores, em maio de 2019, data de disponibilização das imagens.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 1 - Localização da área estudada na Vila Cisper.



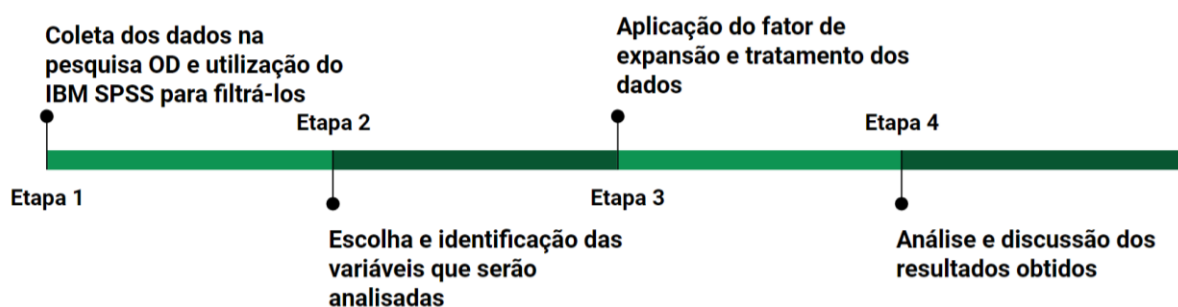
Fonte: Google Earth e Google Maps.

Foi realizada uma análise prévia sobre as dimensões de largura e comprimento total de cada calçada, além de informações referentes à arborização e pontos de acessibilidade da área. Considerando o contexto atual, toda a atividade foi desenvolvida de modo remoto, não tendo acesso presencialmente à área para verificação desses quesitos de modo atualizado. Assim, para a definição dos parâmetros considerados neste Sistema, utilizou-se dados do ano de 2019, tomando como base a pesquisa de Paulino et al. (2019), coincidindo às imagens disponibilizadas pela ferramenta Street View, do Google Maps, de maio de 2019.

Para a elaboração do fluxo de verificação da qualidade das calçadas, como composição da diretriz de embasamento desta atividade, isto é, o Sistema de Gestão de Qualidade de Calçadas (SGQC), tomou-se como partido a Cartilha de Calçadas 2020, elaborada pela Comissão Permanente de Acessibilidade (CPA), em parceria com a Prefeitura da cidade de São Paulo; além das normas NBR 9050:2015 e NBR 16537:2016.

Para a análise de dados e da Pesquisa Origem e Destino (OD), foi necessário a seleção das variáveis que passaram por tratamento, em vista das diversas possibilidades disponíveis pela Pesquisa. Para o presente trabalho foram selecionadas para a composição das análises: o tipo de viagem, além do sexo e idade predominantes. Feito isso, foi aplicado o fator de expansão a cada uma dessas variáveis, com o objetivo de aproximar ao máximo os seus dados da realidade. Por fim, os resultados obtidos foram tratados e discutidos na seção de resultados do presente trabalho, em conjunto com os mapas e imagens digitais produzidas.

Figura 2 - fluxograma das etapas supracitadas



Fonte: Elaboração própria.

**Resultados:** Esta seção apresenta os resultados relativos à coleta em ferramentas digitais, seguido da coleta de dados de dados na pesquisa OD.

#### A) Coleta de dados em ferramentas digitais

Partindo da coleta de dados da comunidade, a fim de buscar uma maior compreensão sobre a área, realizou-se um mapeamento a partir de ferramentas

digitais. Sobre as calçadas, foram coletados dados utilizando-se do Google Earth e da ferramenta Largura do Passeio, objetivando a obtenção das dimensões de comprimento e largura aproximados das calçadas do trecho da Av. Olavo Egídio de Souza Aranha e da quadra da EMEF, conforme demonstrado na tabela 1.

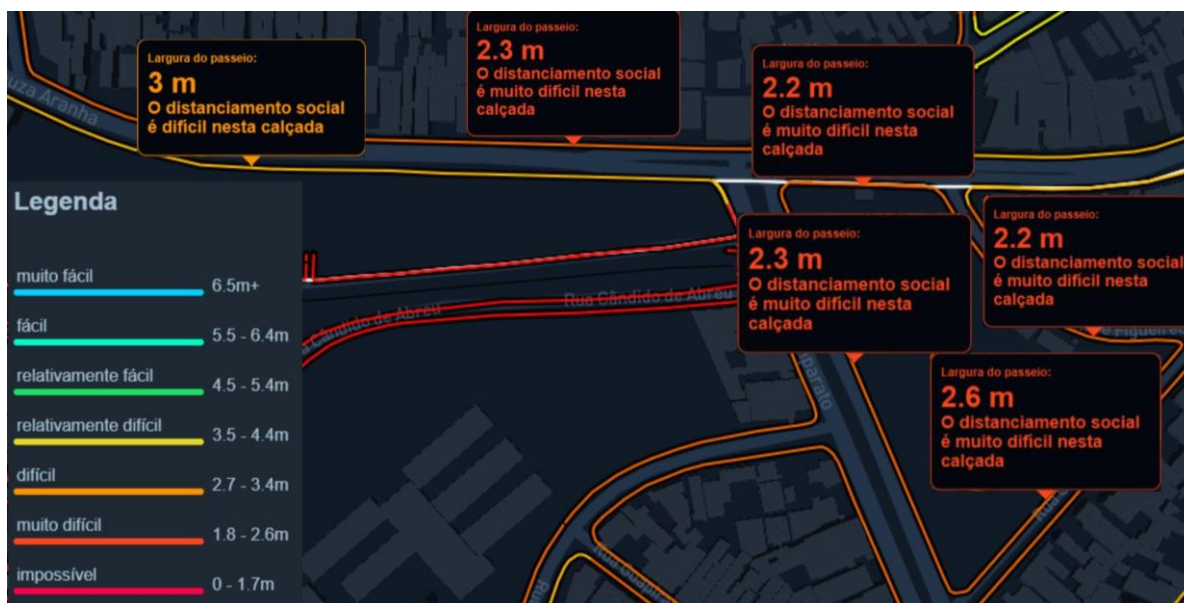
Tabela 1 - Dimensões aproximadas de comprimento e largura das calçadas do trecho da Av. Olavo Egídio de Souza Aranha e da quadra da EMEF (em metros).

	<b>Comprimento</b>	<b>Largura</b>
<b>Trecho da Av. Olavo Egídio de Souza Aranha</b>		
Lado da via de números pares	310 m	2,3 m
Lado da via de números ímpares	270 m	3 m
<b>Quadra da EMEF</b>		
Av. Olavo Egídio de Souza Aranha	65 m	2,2 m
Rua Caetano e Figueiredo	110 m	2,2 m
Rua Otto Cordes	108 m	2,6 m
Av. Luís Imparato	167 m	2,3 m

Fonte: Elaboração própria, com base em Largura do Passeio e Google Earth.

Ressalta-se que as medidas informadas de largura da calçada fazem referência à largura total, e não somente a da faixa livre, justificando a legenda indicada pela ferramenta Largura do Passeio (figura 5), a qual identifica o trecho como muito difícil de se ter distanciamento social em todas as calçadas desta área, o que se faz importante principalmente no momento atual, de pandemia por coronavírus.

Figura 5 - Ilustração de como a largura das calçadas, na área, comprometem a capacidade dos pedestres em praticar o distanciamento físico.



Fonte: Elaboração própria, com base em Largura do passeio. Disponível: <<http://www.larguradopasseio.com/#17.12/-23.49755/-46.496307/58.4>>. Acesso em 24 mai. 2021..

Quanto à presença de arborização na área, segundo a plataforma de mapas GeoSampa e a ferramenta Street View, do Google Maps, notou-se apenas duas árvores em todo o trecho considerado da Av. Olavo Egídio, localizadas na calçada de número par. Já nas calçadas da quadra da EMEF foram contabilizadas 77 árvores (figura 6), as quais estão distribuídas conforme demonstrado na tabela 2. Foi perceptível a existência de arborização na quadra da escola voltada à Av. Olavo Egídio, apenas pelo Google maps, não estando aparente na plataforma GeoSampa, provavelmente por as árvores terem sido plantadas em uma data mais recente. Ressalta-se que as informações a respeito do porte das árvores foram coletadas através de observação das imagens disponibilizadas pelo Street View, estando todas datadas de maio de 2019.

Figura 6 - Mapa de arborização viária, e enfoque, com maior escala, na quadra da EMEF.



Fonte: GeoSampa.

Tabela 2 - Informações sobre a arborização das calçadas do trecho da Av. Olavo Egídio de Souza Aranha e da quadra da EMEF (por quantidade e porte).

	<b>Quantidade</b>	<b>Porte das árvores</b>
<b>Trecho da Av. Olavo Egídio</b>		
Lado da via de números pares	2	pequeno e médio porte
Lado da via de números ímpares	0	
<b>Quadra da EMEF</b>		
Av. Olavo Egídio de Souza Aranha	7	pequeno porte
Rua Caetano e Figueiredo	19	pequeno porte
Rua Otto Cordes	14	pequeno e médio porte
Av. Luís Imparato	37	pequeno e médio porte

Fonte: Elaboração própria, com base em GeoSampa e Google Maps.

Segundo análises realizadas por Paulino et al. (2019), do trecho da Av. Olavo Egídio de Souza Aranha, notou-se que no ano de 2019 as calçadas de

ambos lados da via apresentavam buracos quase que em sua totalidade, além disso, nenhuma das calçadas eram adaptadas com pisos táteis sinalizando uma rota segura à pedestres com deficiência visual. Contudo, estas irregularidades às normativas de acessibilidade já passaram por medidas corretivas a partir do Plano Emergencial de Calçadas (PEC), executado de julho a novembro de 2020 (figura 7).

Figura 7 - Mapa das calçadas reformadas pelo Plano Emergencial de Calçadas, em 2020.



Fonte: GeoSampa.

Notou-se também que a largura das calçadas não permanece constante em todo seu comprimento, tendo alguns segmentos cuja largura mínima da faixa livre é menor ou igual a 1,2 m e não comporta o fluxo de pedestres, enquanto outros possuem, ainda, largura menor que 1,2 m nesta faixa.

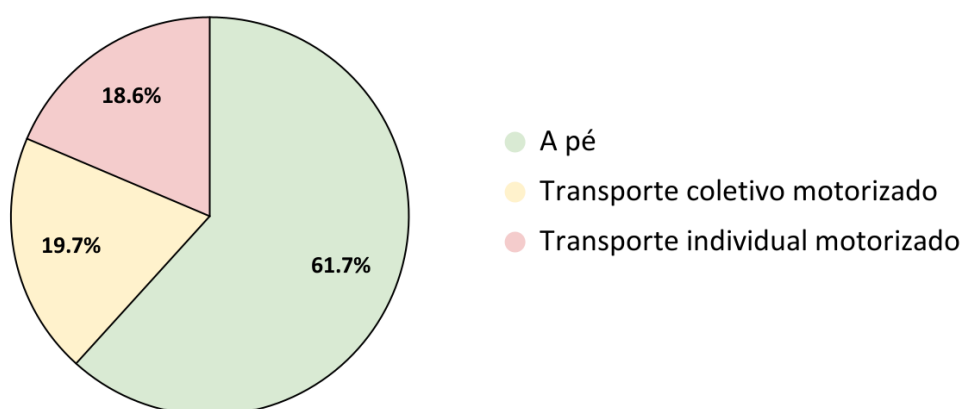
#### B) Dados da Pesquisa OD

Os dados da comunidade serviram também para a atividade das principais características das viagens obtidas pelo tratamento dos dados da Pesquisa Origem e Destino. Através da ferramenta IBM SPSS Statistics foi possível identificar um número de 26 viagens que chegam e partem da EMEF, seguidas dos seus respectivos fatores de expansão, que simbolizam a sua representatividade na totalidade das viagens realizadas no período analisado, além de suas principais características, como o tipo de viagem, o sexo e a idade predominantes.

Analisando os dados obtidos pela Pesquisa Origem e Destino, referentes às viagens que chegam e partem da EMEF Profa. Rosangela Rodrigues Vieira e

relacionando-os com os resultados obtidos a partir do mapeamento por imagens digitais, observou-se o seguinte panorama: Relativo ao tipo de viagem realizada, notou-se uma predominância significativa do transporte a pé em relação aos demais, seguido do transporte coletivo motorizado e individual motorizado, conforme observado no gráfico 1. A proporção observada no gráfico evidencia a necessidade de investimentos para a melhoria da qualidade do transporte ativo nos entornos da escola. Conforme apresentado anteriormente, praticamente na totalidade da região, verificou-se irregularidades no nivelamento do piso e largura do passeio inadequada, com alguns segmentos cuja largura mínima da faixa livre é menor ou igual a 1,2 m, não atendendo as demandas do fluxo de pedestres e dificultando o distanciamento social. Portanto, resolver essas deficiências pode estimular ainda mais o uso de transporte ativo.

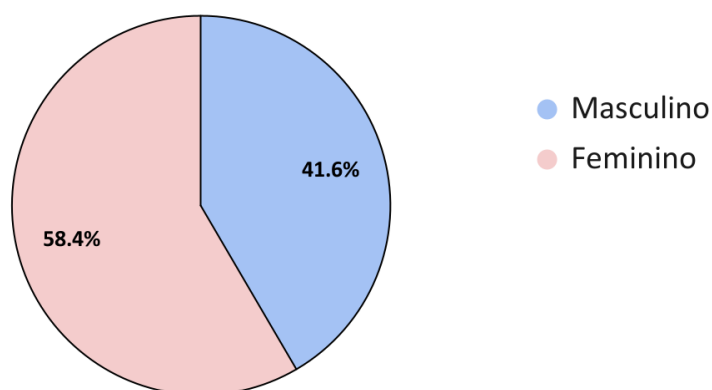
Gráfico 1 - Tipo das viagens que chegam e partem da EMEF Profa. Rosângela Rodrigues Vieira



Fonte: Elaboração própria com base na Pesquisa OD (2017).

No que se refere às características das pessoas que desempenham essas viagens, observa-se uma predominância de mulheres em relação aos homens, demonstrado no gráfico 2. Essa proporção indica a necessidade de se promoverem políticas públicas que confirmem maior segurança ao grupo contra crimes, como abusos verbais e sexuais, na região através de investimentos em infraestrutura viária. Calçadas com maior largura de faixa livre e pontos de iluminação que atendam as demandas do local são exemplos de melhorias capazes de melhorar a circulação e oferecer menor risco às mulheres deste local.

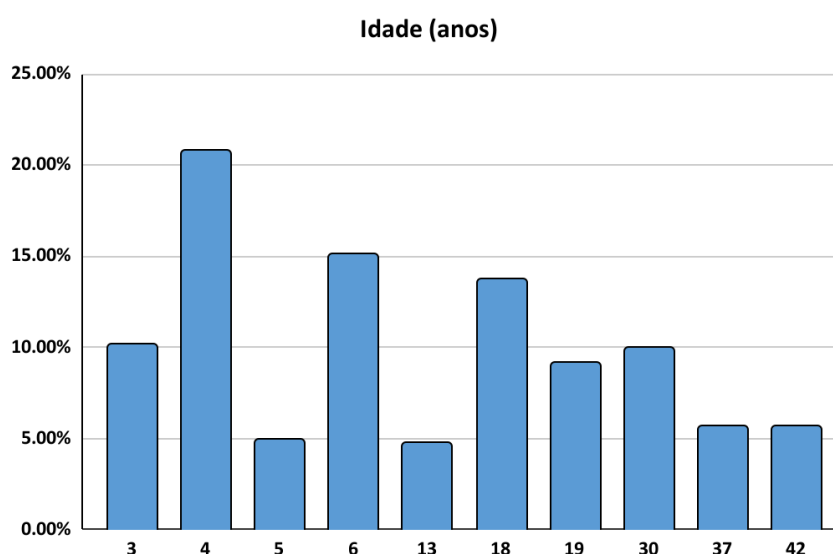
Gráfico 2 - Proporção de gênero das pessoas que realizam as viagens até a EMEF, e a partir dela.



Fonte: Elaboração própria com base na Pesquisa OD (2017).

Por fim, ao analisar a distribuição das viagens realizadas por essas pessoas em grupos divididos pelas suas idades, obteve-se o gráfico 3. Por ele, estima-se que 50% possuem idade igual ou inferior a 6 anos de idade. Tal informação é pertinente para orientar políticas que garantam maior conforto e segurança, de modo a diminuir o volume de acidentes como quedas e atropelamentos. Nesse sentido, a arborização viária, redução do número de buracos, aumento da faixa livre, e sinalização clara bem localizada, apresentam potencial para que o número de ocorrências desse tipo diminua nos entornos da EMEF.

Gráfico 3 - Percentual da idade das pessoas que realizam as viagens até a EMEF, e a partir dela.



Fonte: Elaboração própria com base na Pesquisa OD (2017).



**Conclusão:** O conceito de mobilidade urbana relaciona-se ao conceito de acessibilidade, englobando os aspectos físicos da infraestrutura viária, bem como os sistemas e os modos de transportes envolvidos nesses deslocamentos. Derivado dele, tem-se a mobilidade urbana sustentável, que exerce um papel fundamental na minimização e mitigação dos impactos ambientais, no acesso universal de toda população à cidade e às suas oportunidades, contribuindo, portanto, para o desenvolvimento econômico e social.

Para isso, é priorizado o deslocamento das pessoas e não dos veículos, conforme promulgado pela PNMU e em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas, nos quais quatro dos seus 17 objetivos (ODS: 3, 6, 11 e 16) apresentam relação direta ou indireta com o transporte ativo.

Ao analisar o recorte geográfico da cidade de São Paulo, mais precisamente as proximidades da EMEF Profa. Rosângela Rodrigues Vieira, obteve-se informações sobre a finalidade dos deslocamentos, tipos de deslocamento e as suas principais características. Para a coleta de dados da comunidade, utilizaram-se ferramentas digitais (quadro 1) e monitoramento participativo, que serviram de base para a elaboração de mapas e imagens digitais.

Nos resultados das análises percebeu-se a predominância significativa do transporte a pé em relação aos demais, seguido do transporte coletivo motorizado e individual motorizado, o que evidencia a necessidade de investimentos para a melhoria da qualidade do transporte ativo nos entornos da escola. Ademais, identificou-se que as mulheres representam o sexo que desempenhou a maioria das viagens, apontando para a necessidade de se promoverem políticas públicas que confirmem maior segurança ao grupo contra crimes, como abusos verbais e sexuais. No quesito idade, constatou-se que 50% possuem 6 anos ou menos, indicando a direção para o desenvolvimento de políticas que garantam maior conforto e segurança a esses pedestres que estão mais vulneráveis a acidentes como quedas e atropelamentos. Por fim, apesar dos mapas e imagens digitais permitirem a obtenção e coleta de dados em tempo real,

estas carecem de melhor detalhamento e desagregação para compreensão mais efetiva do cenário real local.

**Agradecimentos:** Programa Aprender na Comunidade - Pró-Reitoria de Graduação (PRG) da Universidade de São Paulo.

### Referências:

ALVES, P. Mobilidade urbana sustentável: diretrizes da política brasileira. In: Governança e sustentabilidade nas cidades. **Cadernos Adenauer** xv (2014), nº2. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, dez. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/3isVGt4>>. Acesso em: 09 jun. 2021.

ANTP. Relatório geral 2017 . **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público**, São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://files.antp.org.br/simob/sistema-de-informacao-de-mobilidade-urbana-da-antp--2017.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BANISTER, David. **The sustainable mobility paradigm. Transport Policy.** Transport Policy .Volume 15, Issue 2, March 2008, Pages 73-80. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>>. Acesso em: 09 jun. 2021.

BRASIL. **Lei 12.587/12**, de 03 de janeiro de 2012. Estabelece a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília: Diário Oficial. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm)>. Acesso em: 15 jun. 2021.

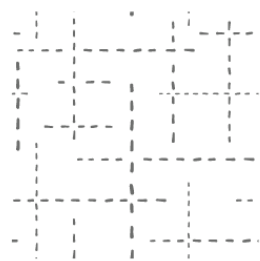
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Agenda 2030: ODS – Metas Nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável.** Brasília: IPEA, 2018. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180801\\_ods\\_metas\\_nac\\_dos\\_obj\\_de\\_desenv\\_susten\\_propos\\_de\\_adequa.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180801_ods_metas_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MALATESTA, M. Caminhabilidade e segurança: O desafio do desenho urbano nas cidades brasileiras. In: ANDRADE, V.; LINKE, C. C., organizadores. **Cidades pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo.** Rio de Janeiro: Babilônia Cultura; 2017. cap. 6, p. 69-81.

SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTE E DA MOBILIDADE URBANA. **Planmob - caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana.** Brasília: Ministério das Cidades. 2007. Disponível em: <<http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/270/titulo/planmob--->>

caderno-de-referencia-para-elaboracao-de-plano-de-mobilidade-urbana>. Acesso em: 09 jun. 2021.

STM, Secretaria dos Transportes Metropolitanos. A mobilidade urbana da região metropolitana de São Paulo em detalhes. **OD: Pesquisa Origem Destino 2017, 50 anos.** 2019. Disponível em: <[http://www.metro.sp.gov.br/pesquisaod/arquivos/Ebook%20Pesquisa%20OD%202017\\_final\\_240719\\_versao\\_4.pdf](http://www.metro.sp.gov.br/pesquisaod/arquivos/Ebook%20Pesquisa%20OD%202017_final_240719_versao_4.pdf)>. Acesso em: 21 mar. 2021



GT9 - Modelagem em  
mudanças climáticas

## EMPREGO DE INTERPOLAÇÃO PARA ESPACIALIZAÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS NO ESTADO DO MARANHÃO

Admo Ramos Silva Júnior<sup>1</sup>; Taíssa Caroline Silva Rodrigues<sup>2</sup>; Juliane Borralho de Andrade<sup>3</sup>; Ronaldo Haroldo Nascimento de Menezes<sup>4</sup>

1 – Admo Ramos Silva Júnior. Universidade Estadual do Maranhão. [admo\\_junior@hotmail.com](mailto:admo_junior@hotmail.com)

2 – Taíssa Caroline Silva Rodrigues. Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia/Campus de Presidente Prudente. [taissa.rodrigues@uemasul.edu.br](mailto:taissa.rodrigues@uemasul.edu.br)

3 – Juliane Borralho de Andrade. Universidade Estadual do Maranhão. [andradejuli18@gmail.com](mailto:andradejuli18@gmail.com)

4 – Ronaldo Haroldo Nascimento de Menezes. Universidade Estadual do Maranhão. [rhmenezes@yahoo.com.br](mailto:rhmenezes@yahoo.com.br)

**RESUMO:** Para o melhor gerenciamento dos recursos hídricos, é necessário a realização de estudos voltados as variáveis meteorológicas, como por exemplo a precipitação pluviométrica. Este trabalho tem como objetivo gerar um modelo digital de precipitação pluviométrica para a caracterização climática no Estado do Maranhão. Utilizou-se o método de interpolação determinístico do Inverso Ponderado da Distância – IPD. Fez-se a interpolação utilizando o e o Software QGis, utilizou-se médias históricas de 34 anos (1985 – 2019) de precipitação anual de 108 estações pluviométricas no estado e estações vizinhas em outros estados. Os resultados mostrou que as chuvas no estado do Maranhão começam efetivamente a partir do mês de outubro, evoluindo para um pico máximo no mês de março, com redução gradativa no meses seguintes e a espacialização dos dados, mostra que as chuvas concentram-se nas regiões ao Norte e Noroeste do Estado, essas regiões, possuem os maiores índices pluviométricos e que as regiões mais secas se localizam no sul.

**Palavras-Chave:** Sistema de Informação Geográfico (SIG); Inverso Ponderado da Distância; Estações.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16746097>

**ABSTRACT:** For the best management of water resources, it is necessary to conduct studies focused on meteorological variables, such as rainfall. This work aims to generate a digital model of rainfall for the climatic characterization of the State of Maranhão. The deterministic interpolation method of the Inverse Weighted Distance - IDW was used. The interpolation was done using the QGIS software, using historical averages of 34 years (1985 - 2019) of annual rainfall from 108 rainfall stations in the state and neighboring stations in other states. The results showed that the rains in the state of Maranhão begin effectively from the month of October, evolving to a maximum peak in March, with a gradual reduction in the following months and the spatialization of data shows that the rains are concentrated in the north and northwest regions of the state, these regions have the highest rainfall indices and the driest regions are located in the south.

**Keywords:** Geographic Information System (GIS); Inverse Weighted Distance; Stations.

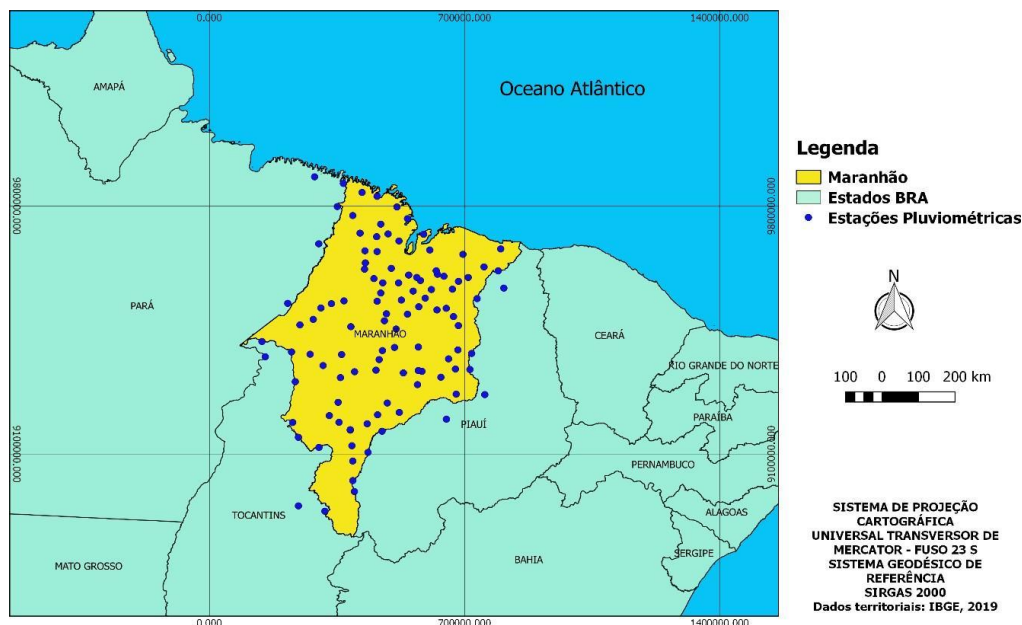
**Introdução:** Uma das mais importantes variáveis meteorológicas para estudos climáticos é a precipitação pluvial, esta importância se deve a ligação intrínseca existente entre este fenômeno natural e suas consequências para a sociedade, tendo em vista a importância da precipitação pluvial, como variável meteorológica, para a produção de alimentos e energia, equilíbrio ecológico do planeta, dentre outros usos múltiplos da água. A geração de informação por novos métodos pode contribuir para uma melhor compreensão do sistema para favorecer a gestão (CONSTATINO, 2019).

Após a segunda metade do século passado, houve um grande desenvolvimento das tecnologias de informação, culminando no surgimento do Sistema de Informação Geográfica (SIG). A escolha desta ferramenta se baseia na necessidade de saber o local no qual o fenômeno ocorre. É evidente a necessidade de estudos voltados a espacialização, modelagem e previsão de dados pluviométricos, sendo o objetivo deste trabalho gerar um modelo digital de precipitação pluviométrica para a caracterização climática no Estado do Maranhão.

**Material e métodos:** O Estado do Maranhão, situado na Região Nordeste, Figura 1, tem uma extensão territorial de 331.935,507 km<sup>2</sup>, tem 85% do território com até 300 metros de altitude. O relevo é composto por duas unidades: a região de planície na baixada litorânea e a região de planalto nas demais áreas do estado. O clima característico do Maranhão é o tropical, com temperaturas médias anuais que variam entre 24°C e 26°C, e média de chuvas anuais entre 1500 e 2500 mm. No litoral, devido a maritimidade, as chuvas são mais abundantes, assim como as áreas onde predominam a Floresta Amazônica. No interior, mais a leste, os índices pluviométricos são menores, muito pela proximidade com o Sertão Nordestino.

Os dados utilizados nessa pesquisa foram os totais mensais de precipitação pluvial e temperatura do ar para um período de mais de 30 anos de informação (1985-2019), obtidos dos acervos da Agência nacional de Águas-ANA ([www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)) e Instituto Nacional de Meteorologia-INMET([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)), respectivamente.

Figura 1 - Distribuição espacial das estações pluviométricas no estado do Maranhão e



adjacentes. (figura)

Fonte: Autores do trabalho (2021).

Para gerar o modelo digital de distribuição espacial de chuva, optou-se pelo método de interpolação determinístico chamado Inverso Ponderado da Distância - IPD (Inverse Distance Weighted - IDW), conforme Equação 1. A interpolação IDW ou IPD é uma técnica utilizada para a estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de pontos amostrados na mesma área ou região. A interpolação espacial converte dados de observações pontuais em campos contínuos, produzindo padrões espaciais que podem ser comparados com outras entidades espaciais contínuas. O raciocínio que está na base da interpolação é que, em média, os valores do atributo tendem a ser similares em locais mais próximos do que em locais mais afastados (CÂMARA E MEDEIROS, 1998).

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^\beta} \cdot X_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^\beta} \right)}$$

(1) Onde:  $X_p$ : variável interpolada;  $X_i$ : valor da variável da  $i$ -ésima localidade vizinha;  $d_i$ : distância entre o  $i$ -ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado;  $\beta$ : expoente de ponderação;  $n$ : número de pontos amostrados utilizados.

A interpolação por meio do IDW (Inverse of Distance Weighted) determina valores utilizando uma combinação linear ponderada de um conjunto de dados da amostra. Dessa forma, o peso atribuído a esse dado “criado” é uma função da distância inversa. A superfície a ser interpolada deve ser aquela de uma variável locacional dependente, logo, o IDW parte do pressuposto de que as coisas mais próximas entre si são mais parecidas do que as mais distantes.

Optou-se por trabalhar no programa Software livre QGis versão 2.18 Para a interpolação, foram utilizados as médias históricas de uma série temporal de 34 anos (1985 - 2019) de precipitação anual de 108 estações pluviométricas dentro do Estado e estações próximos a área.

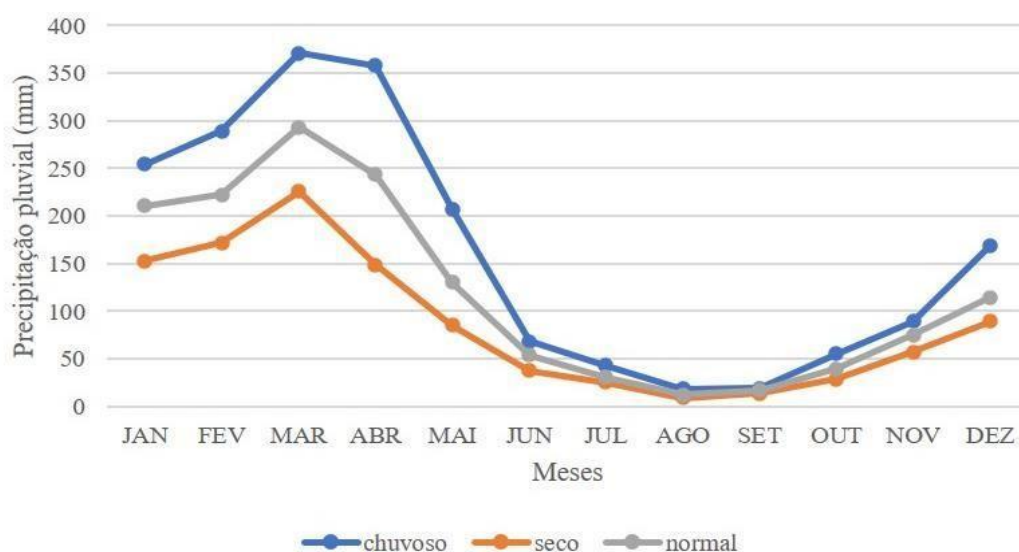
Utilizando o Microsoft Excel fez-se a média aritmética simples entre os valores históricos de precipitação total anual emensal de cada estação escolhida. Para caracterizar o comportamento das chuvas no estado do Maranhão, plotou-se um gráfico com as médias mensais da série história de 34 anos de cada



estação, utilizando-se o Microsoft Excel. Em relação a média mensal foi tomado como referência os dados dos períodos secos e chuvosos.

**Resultados:** A distribuição temporal da precipitação média mensal para o estado do Maranhão, nas três situações (anos secos, anos normais e anos chuvosos), é mostrada no Figura 2. Ressalta-se que os anos normais foi utilizado como referência na interpolação. Observou-se que as chuvas no estado do Maranhão começam efetivamente a partir do mês de outubro, evoluindo para um pico máximo no mês de março, com redução gradativa no meses seguintes, até alcançar um mínimo no mês de agosto. Nos anos chuvosos, em média, chove anualmente cerca de 1942 mm, enquanto nos anos secos a média é de 1045 mm, esses valores, quando comparados com os anos normais, quando chove cerca de 1443 mm, representam em média, 34% acima e 27% abaixo, respectivamente.

Figura 2: Variabilidade temporal mensal das chuvas para anos seco, normais e chuvosos no estado do Maranhão. (gráfico)



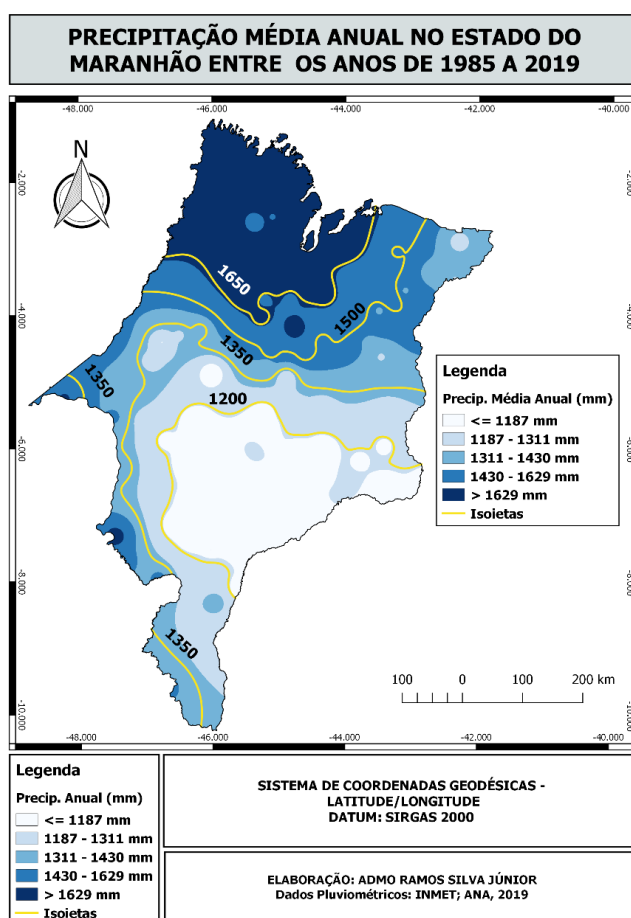
Fonte: Autores do trabalho (2021).

Na Figura 3 tem-se a distribuição espacial da precipitação do Estado do gerado pelo método de interpolação IDW, apresentando contornos concêntricos, em formato de vórtices, ao redor das estações, as feições concêntricas representam a ponderação da distância no entorno das estações.

A análise do modelo de distribuição de chuvas gerado pelo método IDW

demonstrou comportamento homogêneo na distribuição espacial da precipitação para o estado. De acordo com a Figura 3, a precipitação total da média anual, foi superior a 1629 mm. Observa-se que ao Norte e Noroeste do Estado, essas regiões, possuem os maiores índices pluviométricos, associados a proximidade com o litoral e atuação da Zona de Convergência Intertropical-ZCIT, conforme descrito por Kousky (1980), Kousky e Gan (1981) e Andreoli e Kayano (2006). Dessa forma percebeu-se que as regiões mais secas se localizam no sul e as mais chuvosas no norte do Estado do Maranhão.

Figura 3: Espacialização da precipitação da média total anual. (Figura)



Fonte: Autores do trabalho (2021).

**Discussão:** O estado do Maranhão devido às suas grandes extensões de terras, apresenta 3 biomas (Amazônia, Cerrado e Caatinga) e este possui, predominantemente, duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. A estação chuvosa ocorre no estado durante a Primavera e Verão, já a seca ocorre durante o Outono e Inverno. Sabendo destas características é possível notar na

Figura 2 a diminuição drástica do regime de chuvas durante os meses de Outono e Inverno. Na figura 2 é possível observar que Março foi o mês mais chuvoso da nossa série histórica. De acordo com o Nugeo (2021) a climatologia de abril apresenta os maiores índices pluviométrico ao norte acima da latitude de 4°sul, onde normalmente as chuvas ficam compreendidas no intervalo de 340 a 460 mm, com destaque para a ilha de São Luís onde os valores ficam acima de 460 mm. Os menores índices pluviométricos se concentram no extremo sul do estado, chegando a mínimos de 120 mm próximo as regiões de Balsas e Alto Parnaíba. A faixa central do estado compreendidos entre os paralelos 4 a 6°S, é a onde se encontram volumes pluviométricos entre 330 e 200 mm.

Observou-se que a concentração pluviométrica se situou nas regiões que está inserido no bioma Amazônia, dessa forma os resultados encontrados corroboram com os resultados obtidos por Nascimento, (2014), e em linhas gerais estão em conformidade com a configuração espacial da precipitação para a América do Sul proposta por Reboita et al. (2010).

**Conclusão:** O presente trabalho determinou o modelo digital de distribuição pluviométrica sobre o estado, produzida com base em uma série temporal de 34 anos de 108 estações pluviométricas, utilizando o método de interpolação IPD foi promissor tornando a abordagem utilizada uma estimativa de primeira ordem dos valores de precipitação esperados para a área de estudo.

#### **Referências:**

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. Tropical Pacific and South Atlantic effects on rainfall variability over Northeast Brazil. *International Journal of Climatology*, v. 26, p. 1895- 1912, 2006.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). *Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura*. 2. ed. ver. ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CPAC, pp.3-11, 1998.

CONSTANTINO, K. C. et al (2019). Uso de interpolação para espacialização de dado pluviométricos na bacia hidrográfica do ribeirão do prado em Altônia - PR.. In *Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Foz do Iguaçu: PR., 2019. (ISSN 2318-0358).

KOUSKY, V. E. Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil. *Monthly Weather Review*, v.108, n.4, p. 488 – 498, 1980.

KOUSKY, V. E.; GAN, A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. *Tellus*, v. 33(6), p. 538-551, 1981.

NUGEO, Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão, Laboratório de Meteorologia, [http://www.nugeo.uema.br/?page\\_id = 81](http://www.nugeo.uema.br/?page_id=81), acesso em Setembro de 2021.

NASCIMENTO, F.C.A. Padrões climáticos associados à periodicidade de eventos extremos de precipitação no Estado do Maranhão. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 108p. 2014.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZIT, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.25, n.2, p.185-204, 2010

# ANÁLISE DAS VARIAÇÕES HIDRODINÂMICAS SAZONAIS ASSOCIADAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS NA BAIXADA SANTISTA (SP, BRASIL)

Samuel Hora Yang<sup>1</sup>; Joseph Harari<sup>2</sup>; Tiago Cortez<sup>3</sup>; Celia Regina de Gouveia Souza<sup>4</sup>

1 - Samuel Hora Yang. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [samyang@usp.br](mailto:samyang@usp.br)

2 - Joseph Harari. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. [joharari@usp.br](mailto:joharari@usp.br)

3 - Tiago Cortez. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. [tiagocortez@usp.br](mailto:tiagocortez@usp.br)

4 - Celia Regina de Gouveia Souza. Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo. [celia@sp.gov.br](mailto:celia@sp.gov.br)

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento do nível do mar, das correntes e da temperatura em duas praias situadas na região da Baixada Santista (litoral do Estado de São Paulo, Brasil), em condições meteorológicas e oceanográficas projetadas em função das mudanças climáticas globais, por meio de modelagem numérica. O modelo hidrodinâmico Delft3D-FLOW foi processado numa grade computacional com espaçamento horizontal de 350 metros e 15 camadas Sigma na vertical, cobrindo toda a Baixada Santista; e em duas grades aninhadas, ambas com espaçamento horizontal de 100 metros e mesma discretização vertical, aplicadas nas praias da Enseada (município de Guarujá) e do Itaguaré (município de Bertioga). As simulações foram realizadas para dois cenários: o Cenário I, processado para agosto de 2016 (inverno) e fevereiro de 2017 (verão), com condições meteoceanográficas reais; e o Cenário II, processado para agosto 2096 e fevereiro 2097 (80 anos no futuro), com a projeção mais pessimista de mudanças climáticas do IPCC (SSP5-8.5). Os resultados do Cenário I (real) foram devidamente validados, enquanto que os resultados do Cenário II (IPCC) indicaram mudanças no comportamento da hidrodinâmica sazonal de ambas as praias, as quais são de extrema importância em termos de gerenciamento costeiro. Futuramente, simulações hidrodinâmicas mais detalhadas, e integradas com modelagens de ondas e evolução morfodinâmica de praias, permitirão que possíveis impactos dos efeitos da elevação do nível do mar e de eventos extremos sejam identificados antecipadamente, além da proposição antecipada de medidas adaptativas e/ou mitigativas.

**Palavras-Chave:** Modelagem Numérica; Mudanças Climáticas; Gerenciamento Costeiro.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16734676>

**ABSTRACT:** The goal of this study was to analyze the behavior of the sea level, currents and temperature on two beaches located at the Baixada Santista region (Sao Paulo State's shore, Brazil), under meteorological and oceanographic conditions projected in function of the global climate changes, through numerical modeling. The Delft3D-FLOW hydrodynamic model was processed in a computational grid with horizontal spacing of 350 meters and 15 Sigma layers on the vertical, covering all the Baixada Santista; and in two nested grids, both with horizontal spacing of 100 meters and the same vertical discretization, applied on the beaches of Enseada (municipality of Guarujá) and Itaguare (municipality of Bertioga). The simulations were made for two scenarios: Scenario I, processed for August 2016 (winter) and February 2017 (summer), with real meteorological and oceanographic conditions; and Scenario II, processed for August 2096 and February 2097 (80 years in the future), with the most pessimistic projection of IPCC's climate changes (SSP5-8.5). The results of the Scenario I (real) have been properly validated, while the results of the Scenario II (IPCC) indicated changes in the seasonal hydrodynamic behavior of both beaches, which are of extremely importance in terms of coastal management. In the future, more detailed hydrodynamic simulations, integrated with waves and morphodynamic evolution of beaches modeling will allow that possible impacts of sea level rise and extreme events to be early identified, in addition to the early proposal of adaptive and/or mitigation measures.

**Keywords:** Numerical Modeling; Climate Changes; Coastal Management.

**Introdução:** Zonas costeiras possuem relevante importância em termos econômicos, políticos e sociais, além de serem as regiões de residência e trabalho da maioria da população mundial (POLETTE & ASMUS, 2017). A ocupação humana destas regiões permite o desenvolvimento de atividades que aumentam o número de núcleos populacionais e industriais, as quais podem ser responsáveis por impactos ambientais negativos de origem antrópica, como os associados à poluição (HARARI *et al.*, 2013). Porém, as cidades costeiras também estão sujeitas a problemas e desastres decorrentes dos efeitos das mudanças climáticas globais, como o aumento do nível médio do mar combinado com a ocorrência de eventos

meteoceanográficos extremos cada vez mais frequentes e intensos, que aumentam os riscos costeiros (MARENGO *et al.*, 2017; SOUZA, SOUZA & HARARI, 2019; RUIZ, 2020).

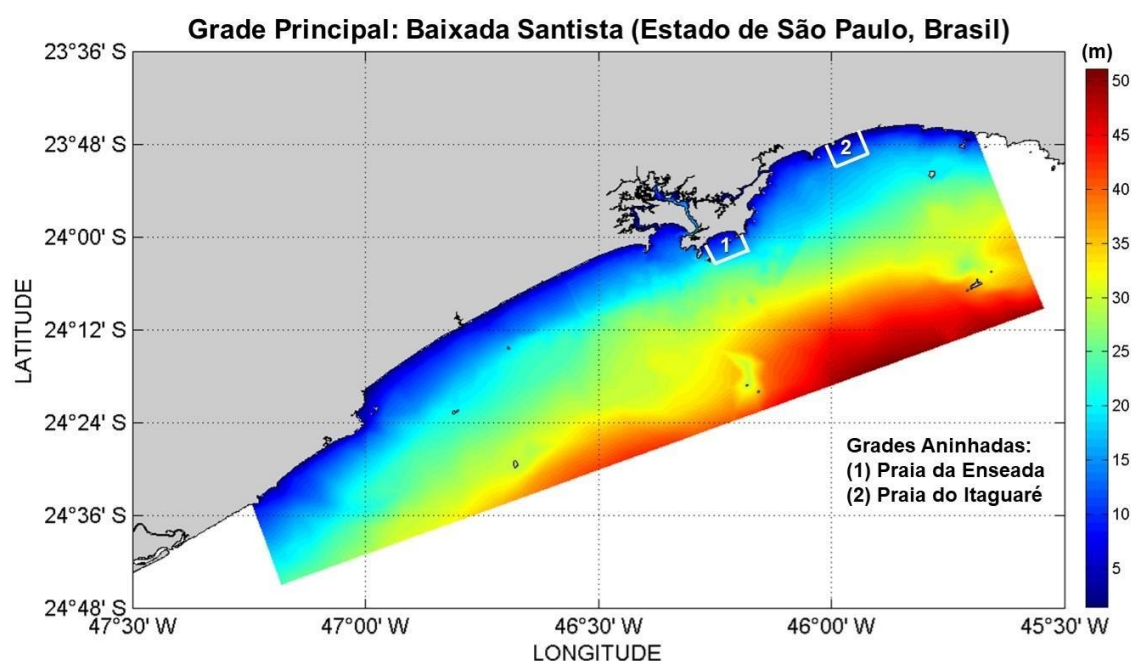
De acordo com o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), em conjunto com o projeto *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5), até o fim do século XXI, podem ocorrer aumentos nas médias globais do nível médio do mar (de 0,28 a 0,98 m) e de temperatura (de 0,30° a 4,80 °C), conforme relatado em IPCC (2014). Assim, estudos de monitoramento costeiro auxiliados por modelos numéricos, para a análise e previsão da variação de condições hidrodinâmicas (associadas ou não às mudanças climáticas globais) são de extrema importância para fins de gerenciamento costeiro, além da tomada antecipada de medidas adequadas de proteção ambiental às zonas costeiras (RUIZ *et al.*, 2021).

**Objetivo:** O objetivo do presente trabalho foi de analisar o comportamento do nível do mar, das correntes e da temperatura em duas praias situadas na Região Metropolitana da Baixada Santista, a praia da Enseada (em Guarujá) e a praia do Itaguapé (em Bertioga), em condições meteorológicas e oceanográficas referentes às mudanças climáticas globais, através de modelagem numérica.

**Área de estudo:** A Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) está localizada no litoral centro-sul do Estado de São Paulo, e inclui um total de nove municípios (Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, São Vicente, Santos, Cubatão, Guarujá e Bertioga), que em julho de 2019, totalizavam uma população fixa estimada em 1.865.397 habitantes (CETESB, 2020). É uma região caracterizada por elevados índices pluviométricos anuais, cuja precipitação média varia de 90,6 mm (em agosto) até 301 mm (em fevereiro) (SABESP, 2006); pela circulação atmosférica que contém a atuação de duas massas de ar (tropical atlântica e polar) e brisas marítimas (OLIVEIRA *et al.*, 2007); pelas marés do tipo semi-diurna (CAMARGO & HARARI, 2017); e pela circulação oceânica dominada por marés e vento, com forte influência batimétrica (HARARI, FRANÇA & CAMARGO, 2008).

**Material e métodos:** Foi utilizado o modelo hidrodinâmico Delft3D-FLOW (DELTARES, 2019), processado inicialmente para uma grade computacional principal com espaçamento horizontal de 350 m e discretização vertical composta por 15 camadas Sigma, que cobriu toda a RMBS; a seguir, o modelo foi processado para duas grades aninhadas, referentes às praias da Enseada e do Itaguapé, respectivamente nos municípios de Guarujá e Bertioga, sendo que ambas possuem espaçamento horizontal de 100 m e discretização vertical composta também por 15 camadas Sigma. A batimetria referente à grade principal e às duas grades aninhadas (Figura 1) foi obtida com a digitalização de cinco cartas náuticas (N.º 1711, 1712, 1713, 23100 e 23200) elaboradas pela Marinha do Brasil (DHN, 2018), além de dados batimétricos *in situ* usados por Baptistelli (2008), Roversi (2012) e Souza *et al.* (2019).

Figura 1: Grade principal (e duas grades aninhadas), com as suas correspondentes batimetrias.



Fonte: Elaborada pelos autores, no modelo Delf3D-FLOW (DELTARES, 2019).

Em relação às forçantes meteorológicas na superfície dos domínios computacionais, foram considerados: vento, pressão atmosférica (reduzida ao nível do mar), nebulosidade, umidade relativa e temperatura do ar. Tais



informações foram obtidas a partir de dois modelos globais, no caso, o *Climate Forecast System Version 2* (CFSv2), em Saha *et al.* (2011); e o *Hadley Centre Global Environment Model Version 3* (HadGEM3), em ESGF (2020).

Quanto às forçantes oceânicas, prescritas nos contornos abertos das grades computacionais com condições do tipo *Riemann* (WALSH, 1973), foram consideradas: marés, nível médio do mar, correntes, temperatura e salinidade. As marés (componentes  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$ ,  $M_f$ ,  $M_m$ , e  $S_{sa}$ ) foram extraídas do modelo global *Topex/Poseidon Global Inverse Solution* (TPXO) (EGBERT, BENNETT & FOREMAN, 1994), enquanto as demais forçantes oceânicas foram obtidas no modelo *Global Analysis Forecast Phy\_001\_024*, o qual é pertencente ao *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS, 2018); e novamente no modelo HadGEM3 (ESGF, 2020).

A modelagem hidrodinâmica foi realizada sob dois cenários distintos: o Cenário I, processado para os meses de agosto de 2016 (inverno, com maior ocorrência de eventos extremos) e fevereiro de 2017 (verão, com menor ocorrência de eventos extremos), com informações reais de forçantes meteorológicas e oceânicas provenientes respectivamente do CFSv2 e do CMEMS, sendo que nesse processamento o Delft3D-FLOW foi validado com base no *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM, 2019), através dos valores médios dos parâmetros *Absolute Mean Statistic Error* (AMSE), *Root Mean Square Error* (RMSE) e *Skill* (WILLMOTT, 1982) que foram obtidos ao longo da grade principal (Baixada Santista); e o Cenário II, que simulou as condições para o final da década de 2090 (agosto de 2096 e fevereiro de 2097), com forçantes meteorológicas e oceânicas extraídas do HadGEM3, referentes à projeção SSP5-8.5 das futuras mudanças climáticas do IPCC (GOOD, 2020), a qual é classificada como a mais pessimista do projeto *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6), de acordo com Hausfather (2019).

**Resultados:** A Tabela 1 mostra os resultados dos valores médios dos parâmetros AMSE, RMSE e *Skill* obtidos ao longo da grade principal, na validação do Delft3D-FLOW. As séries temporais de nível do mar, magnitude das correntes e temperatura, registradas para o Cenário I (real) e o Cenário II (IPCC), nas

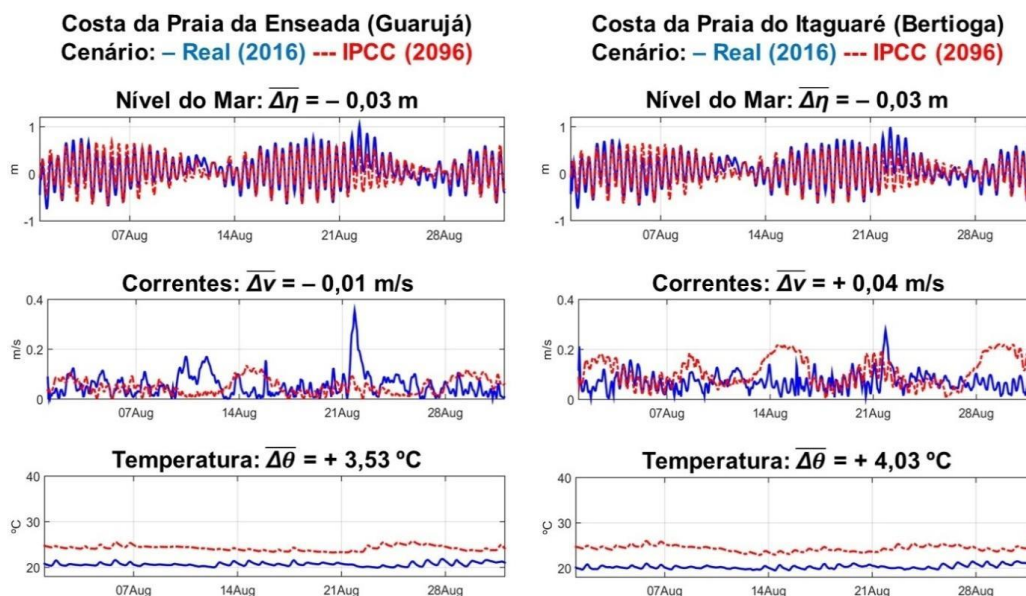
regiões das praias da Enseada e do Itaguapé, se encontram na Figura 2 (período de inverno) e na Figura 3 (período de verão).

Tabela 1: Médias de AMSE, RMSE e *Skill* ao longo da grade principal, na validação do Delft3D-FLOW.

Período	Médias	Nível do Mar	Corrente (Comp. U)	Corrente (Comp. V)	Temperatura
Agosto 2016	AMSE	0,08 m	0,11 m/s	0,09 m/s	0,76 °C
	RMSE	0,10 m	0,14 m/s	0,12 m/s	0,85 °C
	<i>Skill</i>	0,93	0,84	0,83	0,61
Fevereiro 2017	AMSE	0,12 m	0,18 m/s	0,16 m/s	1,05 °C
	RMSE	0,13 m	0,22 m/s	0,19 m/s	1,28 °C
	<i>Skill</i>	0,91	0,66	0,68	0,53

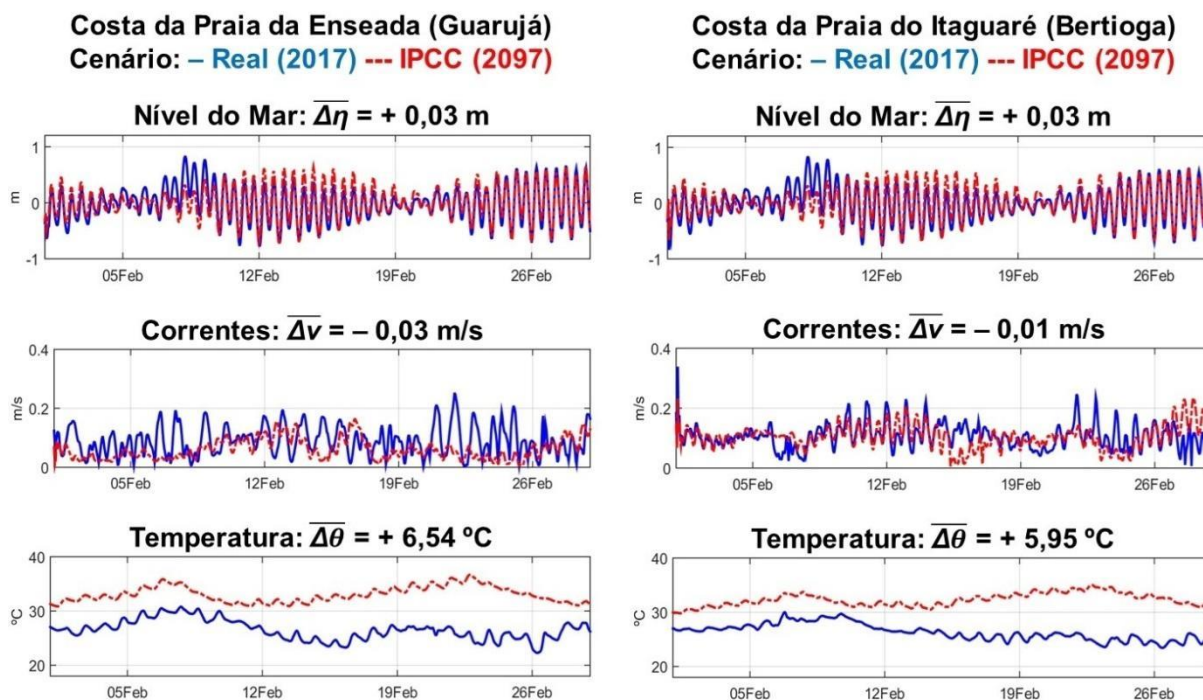
Fonte: Elaborada pelos autores, após cálculos no software MATLAB (MATHWORKS, 2021).

Figura 2: Variações temporais da hidrodinâmica costeira para o inverno (agosto), nos dois cenários.



Fonte: Elaborada pelos autores, no software MATLAB (MATHWORKS, 2021).

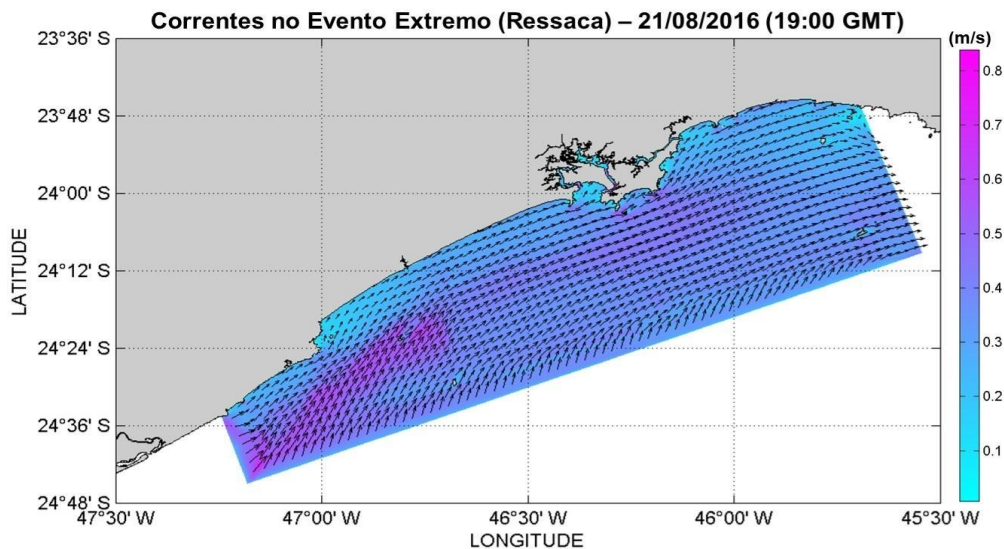
Figura 3: Variações temporais da hidrodinâmica costeira para o verão (fevereiro), nos dois cenários.



Fonte: Elaborada pelos autores, no software MATLAB (MATHWORKS, 2021).

A Figura 4 ilustra o campo de correntes calculado pelo D3D-FLOW na camada de superfície durante a passagem do evento extremo (ressaca) na RMBS no período de inverno, às 19:00 GMT (16:00 no horário local) do dia 21/08/2016, instante em que a ressaca teve a máxima intensidade e causou grandes danos na infraestrutura dos municípios locais.

Figura 4: Campo de correntes no instante de máxima intensidade da ressaca ocorrida em 21/08/2016.



Fonte: Elaborada pelos autores, no modelo Delf3D-FLOW (DELTARES, 2019).

**Discussão:** De acordo com a Tabela 1, os valores médios de AMSE, RMSE e *Skill* obtidos ao longo da grade principal indicam alto grau de confiabilidade na representação da circulação na Baixada Santista no Cenário I (real), pois, segundo Willmott (1982), os valores ideais dos parâmetros AMSE e RMSE são zero, enquanto o valor ideal do parâmetro *Skill* é um. Portanto, o Delft3D-FLOW pôde ser considerado como validado para ambos os períodos simulados (agosto de 2016 e fevereiro de 2017), em todas as grades, uma vez que as duas grades aninhadas à grade principal tiveram os seus contornos abertos configurados com valores de forçantes oceânicas oriundos do processamento da grade principal.

Em relação às séries temporais apresentadas na Figura 2 (inverno) e na Figura 3 (verão), é possível notar que ocorreram variações na hidrodinâmica das regiões das praias da Enseada e do Itaguapé sob a projeção mais pessimista do projeto CMIP6 (SSP5-8.5) para o final do século XXI: o nível do mar sofrerá uma diminuição média de  $-0,03$  m no mês de agosto, porém, terá um crescimento médio de  $+0,03$  m no mês de fevereiro; por outro lado, a velocidade das correntes sofrerá um aumento médio de  $+0,015$  m/s no inverno, e redução média de  $-0,02$  m/s no verão; enquanto que a temperatura sofrerá elevações médias de  $+3,78$  °C e de  $+6,25$  °C, respectivamente para os períodos de inverno e de verão.

Quanto às variações de nível do mar e da velocidade das correntes para o final do século XXI, no caso do mês de fevereiro (período de verão), estas

ocorreram respectivamente em decorrência das elevadas taxas de emissão de CO<sub>2</sub> consideradas na projeção SSP5-8.5 (HAUSFATHER, 2019) e devido às futuras mudanças previstas na região da ciclogênese no Hemisfério Sul (em direção aos polos), além da diminuição prevista para a intensidade dos ventos e a frequência de ciclones e eventos extremos no Oceano Atlântico Sul, situação também abordada pelas simulações numéricas realizadas por Costa (2019) para o final do século XXI com a projeção RCP 8.5 (a mais pessimista do projeto CMIP5) em outros locais da Baixada Santista (São Vicente e Santos). Em contrapartida, foi possível notar que as variações médias de nível do mar e da velocidade das correntes registradas no mês de agosto (período de inverno) foram opostas às do mês de fevereiro (período de verão), sendo que isso foi devido ao fato que no mês de agosto de 2016 houve a passagem de um evento extremo na RMBS no dia 21/08/2016 (SOUZA, SOUZA & HARARI, 2019), mais especificamente uma ressaca (conforme a Figura 4), fenômeno que ocorre quando há a combinação da presença de um centro de baixa pressão atmosférica (geralmente uma frente fria) no oceano, de um centro de alta pressão atmosférica no continente, e de vento que sopra paralelamente à linha de costa. No caso da plataforma continental sul-sudeste do Brasil, a ressaca é associada a vento sudoeste (que avança para nordeste), o que resulta em transporte de grandes quantidades de água do mar na direção do continente (MELO FILHO, 2017), provocando aumentos no nível do mar e na magnitude das correntes em regiões costeiras próximas ao continente. Em relação à temperatura, as variações previstas para o final do século XXI também são em decorrência das elevadas taxas de emissão de CO<sub>2</sub> da projeção SSP5-8.5 (HAUSFATHER, 2019), as quais contribuíram para o aquecimento das águas costeiras, nos dois meses analisados.

**Conclusão:** O modelo Delft3D-FLOW possibilitou uma excelente representação da hidrodinâmica nas simulações realizadas para a grade principal e as duas grades locais, com a geração de resultados concordantes com as feições hidrodinâmicas estabelecidas na literatura, além da validação ter indicado alto grau de confiabilidade para a representação da circulação na Baixada Santista. Por fim, os resultados obtidos no cenário da projeção pessimista das futuras

mudanças climáticas são de extrema importância para fins de gerenciamento costeiro, e futuramente, modelagens hidrodinâmicas mais aprofundadas, por exemplo, integradas com modelagens de ondas e de evolução morfodinâmica da linha de costa, a partir de diversos cenários de futuras mudanças climáticas, possibilitarão a tomada antecipada de medidas preventivas de proteção ao meio ambiente e às zonas costeiras, com a identificação de impactos dos efeitos da elevação do nível do mar e de eventos extremos, além da proposição de medidas de adaptação e/ou mitigação.

**Agradecimentos:** À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), agência financiadora responsável pela Bolsa de Doutorado concedida para o desenvolvimento do Projeto “*Resposta morfodinâmica de praias do sudeste brasileiro aos efeitos da elevação do nível do mar e eventos meteorológico-oceanográficos extremos até 2100*” (Número do Processo: 88887.147715/2017-00).

#### **Referências:**

BAPTISTELLI, S.C. Análise crítica da utilização de modelagem matemática na avaliação da dispersão de efluentes leves no litoral da Baixada Santista (Estado de São Paulo). 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. 314 p.

CAMARGO, R.; HARARI, J. Marés. *In*: CASTELLO, J.P.; KRUG, L.C. (Eds.). Introdução às ciências do mar. 1ª Reimpressão. Pelotas: Editora Textos, 2017, p. 226-255.

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo – 2019 (Série Relatórios). São Paulo: 2020. 217 p.

CMEMS (*Copernicus Marine Environment Monitoring Service*). Global Ocean 1/12° Physics Analysis and Forecast updated Daily (GLOBAL\_ANALYSIS\_FORECAST\_PHY\_001\_024). European Union: 2018. Disponível em: <[https://resources.marine.copernicus.eu/?option=com\\_csw&view=details&product\\_id=GLOBAL\\_ANALYSIS\\_FORECAST\\_PHY\\_001\\_024](https://resources.marine.copernicus.eu/?option=com_csw&view=details&product_id=GLOBAL_ANALYSIS_FORECAST_PHY_001_024)>. Acesso em: 10 set. 2018.

COSTA, C.G.R. Physical processes in the Santos - São Vicente - Bertioga Estuarine System: from observations to forecasts. 2019. Tese (Doutorado em Oceanografia

Física) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. 129 p.

DELTADES (Nederland Instituut voor Nationale en Internationale Delta Vraagstukken). Delft3D-FLOW User Manual: simulation of multi-dimensional hydrodynamics flows and transport phenomena, including sediments. Version 3.15. Delft: 2019. 680 p.

DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil). Cartas Raster. Niterói: 2018. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/chm/dados-do-segnav/cartas-raster>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

EGBERT, G.D.; BENNETT, A.F.; FOREMAN, M.G.G. TOPEX/Poseidon tides estimated using a global inverse model. *Journal of Geophysical Research*, v. 99, n. 12, p. 24821-24852, December 1994.

ESGF (*Earth System Grid Federation*). World Climate Research Programme: CMIP6. 2020. Disponível em: <<https://esgf-node.llnl.gov/search/cmip6/>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

GOOD, P. MOHC HadGEM3-GC31-LL model output prepared for CMIP6 Scenario MIP SSP5-8.5. Version 2020/01/21. Earth System Grid Federation, 2020. Disponível em: <<https://cera-www.dkrz.de/WDCC/ui/cersearch/cmip6?input=CMIP6.ScenarioMIP.MOHC.HadGEM3-GC31-LL.ssp585>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

HARARI, J.; FERREIRA, F.R.; DEGASPARI, F.A.; SARTOR, S.M. Modelagem numérica da hidrodinâmica e da dispersão de esgoto na Baía de Santos, SP. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 18, n. 1, p. 205-214, Janeiro / Março 2013.

HARARI, J.; FRANÇA, C.A.S.; CAMARGO, R. Climatology and hydrography of Santos Estuary. *In*: NEVES, R.; BARETTA, J.; MATEUS, M. (Eds.). *Perspectives on integrated coastal zone management in South America*. Lisboa: IST Press, 2008, p. 147-160.

HAUSFATHER, Z. CMIP6: the next generation of climate models explained. London: 2019. Disponível em: <<https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

HYCOM (*Hybrid Coordinate Ocean Model*). Catalog Dataset. 2019. Disponível em: <<https://tds.hycom.org/thredds/catalog.html>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Future climate changes, risk and impact. *In*: THE CORE WRITING TEAM; PACHAURI, R.K.; MEYER, L.A. (Eds.). *Climate change 2014: synthesis report*. Geneva: 2014, p. 56-74.

MARENGO, J.; MULLER-KARGER, F.; PELLING, M.; REYNOLDS, C.J.; MERRILL, S.B.; NUNES, L.H.; PATERSON, S.; GRAY, A.J.; LOCKMAN, J.T.; KARTEZ, J.; MOREIRA, F.A.; GRECO, R.; HARARI, J.; SOUZA, C.R.G.; ALVES, L.M.;

HOSOKAWA, E.K.; TABUCHI, E.K. An integrated framework to analyze local decision making and adaptation to sea level rise in coastal regions in Selsey (UK), Broward County (USA), and Santos (Brazil). *American Journal of Climate Change*, v. 6, n. 2, p. 403-424, June 2017.

MATHWORKS. MATLAB: the language of technical computing. 2021. Disponível em: <<https://www.mathworks.com/products/matlab.html>>. Acesso em: 04 ago. 2021.

MELO FILHO, E. Maré meteorológica na costa brasileira. 2017. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2017. 328 p.

OLIVEIRA, M.L.J.; VIDAL-TORRADO, P.; OTERO, X.L.; FERREIRA, J.R. Mercúrio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 519-524, Junho 2007.

POLETTE, M.; ASMUS, M.L. Meio ambiente marinho e impactos antrópicos. *In*: CASTELLO, J.P.; KRUG, L.C. (Eds.). *Introdução às ciências do mar*. 1ª Reimpressão. Pelotas: Editora Textos, 2017, p. 500-520.

ROVERSI, F. Estudo hidrodinâmico e de renovação das águas do Sistema Estuarino de Santos. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. 141 p.

RUIZ, M.S. Modelagem de eventos extremos de nível do mar no Sistema Estuarino de Santos, São Vicente e Bertioga durante o ano de 2016. 2020. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. 123 p.

RUIZ, M.S.; HARARI, J.; RIBEIRO, R.B.; SAMPAIO, A.F.P. Numerical modelling of storm tides in the Estuarine System of Santos, São Vicente and Bertioga (SP, Brazil). *Regional Studies in Marine Science*, v. 44, n. 2021, Article 101791, May 2021.

SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo). Prestação de serviços referentes à execução dos programas de monitoramento ambiental da área sob influência do emissário submarino de esgotos de Santos / São Vicente e de monitoramento ambiental da área sob influência dos emissários submarinos de esgotos de Praia Grande - Subsistemas 1, 2 e 3 (Relatório Final). Volume III, São Paulo: 2006. 111 p.

SAHA, S.; MOORTHY, S.; WU, X.; WANG, J.; NADIGA, S.; TRIPP, P.; BEHRINGER, D.; HOU, Y.; CHUANG, H.; IREDELL, M.; EK, M.; MENG, J.; YANG, R.; MENDEZ, M.P.; VAN DEN DOOL, H.; ZHANG, Q.; WANG, W.; CHEN, M.; BECKER, E. NCEP Climate Forecast System Version 2 (CFSv2) Selected Hourly Time-Series Products. 2011. Disponível em: <<https://rda.ucar.edu/datasets/ds094.1/>>. Acesso em: 11 set. 2018.



SOUZA, C.R.G.; FERREIRA, A.T.S.; YANG, S.H.; HARARI, J.; CORTEZ, T.; RIBEIRO, R.B. Taxas históricas de erosão ao longo da Praia da Enseada (Guarujá - SP) e sua correlação com modelos hidrodinâmicos. *In*: Anais do 13º Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite (XIII OMARSAT), 2019, Arraial do Cabo, Volume 1, p. 421-424. Disponível em: <[http://numa.lamce.coppe.ufrj.br/DATA/producao/2019/Anais\\_XIII\\_OMARSAT.pdf](http://numa.lamce.coppe.ufrj.br/DATA/producao/2019/Anais_XIII_OMARSAT.pdf)>. Acesso em: 27 dez. 2019.

SOUZA, C.R.G.; SOUZA, A.P.; HARARI, J. Long term analysis of meteorological-oceanographic extreme events for the Baixada Santista region. *In*: NUNES, L.H.; GRECO, R.; MARENGO, J.A. (Eds.). Climate change in Santos, Brazil: projections, impacts and adaptation options. Cham: Springer Nature, 2019, p. 19-43.

WALSH, J.L. History of the Riemann Mapping Theorem. The American Mathematical Monthly, v. 80, n. 3, p. 270-276, March 1973.

WILLMOTT, C.J. Some comments on the evaluation of the model performance. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 63, n. 11, p. 1309-1313, November 1982.

## DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO STFM: UM NOVO MODELO DE DERRAMAMENTO DE ÓLEO PARA A COSTA BRASILEIRA

Daniel Zacharias<sup>1</sup>; Carine Gama<sup>2</sup>, Adalgiza Fornaro<sup>3</sup>

1 – Daniel Constantino Zacharias. Universidade de São Paulo. [danizach@gmail.com](mailto:danizach@gmail.com)

2 – Carine Malagolini Gama. Universidade de São Paulo. [carinemgama@gmail.com](mailto:carinemgama@gmail.com)

3 – Adalgiza Fornaro. Universidade de São Paulo. [adalgiza.fornaro@iag.usp.br](mailto:adalgiza.fornaro@iag.usp.br)

**RESUMO:** O STFM (Spill, Transport and Fate Model) é um modelo computacional para simulações de óleo derramado no mar, desenvolvido com objetivo de fornecer uma ferramenta de uso técnico e científico adaptada às necessidades dos tomadores de decisão e dos pesquisadores brasileiros. Os algoritmos foram desenvolvidos com base em formulações físico-químicas propostas na literatura, sendo testadas as proposições de diversos autores e selecionadas as equações que apresentaram melhores resultado para integrar o conjunto de intemperismo que compõe o STFM. Os resultados mostraram que o STFM apresentou desempenho consistente com as recentes evoluções desse campo da ciência, utilizando uma equação “Randon Flight” para o espalhamento dos elementos lagrangeanos e uma combinação das equações de Lynch e Fingas para o intemperismo do óleo derramado. O STFM simula todos os principais processos que atuam sobre as manchas de óleo offshore incluindo: advecção, difusão turbulenta, espalhamento superficial, evaporação, dissolução, emulsificação, sedimentação e a interação de mancha de óleo com a linha da costa. A validação do modelo foi realizada mediante a comparação de resultados com outros modelos já consolidados na literatura.

**Palavras-Chave:** STFM. Derramamento de óleo. Modelo de transporte de óleo. Modelagem Lagrangiana. Dispersão de óleo.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16725124>

**ABSTRACT:** STFM (Spill, Transport and Fate Model) is a computational model for oil spill's simulation, its objective is to provide a technical and scientific tool adapted to the needs of decision makers and Brazilian researchers. The algorithms were developed based on physicochemical formulations proposed in the literature, testing the propositions of several authors and selecting the equations that presented the best results to integrate the set of weathering that compose the STFM. The results showed that the STFM presented performance consistent with the recent evolutions in this field of science, the model uses a "Randon Flight" equation for the Lagrangean elements scattering and the Lynch and Fingas combination equations for the weathering of the spilled oil. The STFM simulates all the main processes acting on offshore oil slicks including: advection, turbulent diffusion, surface scattering, evaporation, dissolution, emulsification, sedimentation and the oil slick's interaction with the shoreline. The validation of the model was performed by comparing the results with other consolidated models in the literature.

**Keywords:** STFM. Oil spill. Oil transport model. Lagrangian Modeling. Oil dispersion.

**Introdução:** A partir de 1985 ocorre uma acelerada busca por petróleo em águas profundas (lâminas de água superiores a 600 m) e ultra profundas (lâminas de água superiores a 2000 m), motivada pelo decréscimo das reservas de petróleo dos países industrializados, da instabilidade política nos principais exportadores, dos baixos custos de descoberta, dos grandes volumes de petróleo *offshore* profundo e pela grande produtividade dos reservatórios nessas condições (Milani, et al., 2000).

A bacia de Campos foi o laboratório mundial do desenvolvimento tecnológico da produção *offshore* iniciando a produção em lâminas de água superiores à 400 m até 1900 m (Milani, et al., 2000). Com o avanço da extração de petróleo em águas cada vez mais profundas, avançam também os riscos de desastres ambientais associados com essa produção.

A quantidade de óleo derramado em mares por descargas operacionais, colisões acidentais, manutenção de petroleiros, encalhes, de perfuração *offshore*

e atividades associadas, por conta de sua toxicidade e potencial dano ambiental, tendem a ser sempre significativas e por isso merecem ser sempre analisadas com cuidado (Woolgar, 2008).

O primeiro acidente com derramamento significativo de óleo na costa brasileira remonta à 1960 com o Sinclair Petrolore, e desde então, já foram registrados dezenas de outros acidentes com contaminações de grandes partes da costa e aumento no teor de PAH nas matrizes ambientais marinhas (Zacharias & Fornaro, 2020).

Acidentes recentes como Sanchi-2018 (Chen, et al., 2020), Brasil-2019 (Zacharias, et al., 2021), Israel-2021 (The Guardian, 2021) tem ocupado espaço na mídia durante os últimos anos e mostrado a importância desse assunto para a segurança ambiental dos oceanos.

Os derramamentos de petróleo são consequência inevitável e indesejável da produção e transporte do petróleo e seus derivados. Embora a maioria desses derramamentos sejam relativamente pequenos, alguns deles são grandes o suficiente para causar sérios impactos ambientais, caso não haja uma resposta eficaz, e nesse aspecto, o conhecimento da trajetória e do comportamento do óleo torna-se essencial para o planejamento das equipes de resposta (Lehr, et al., 2002).

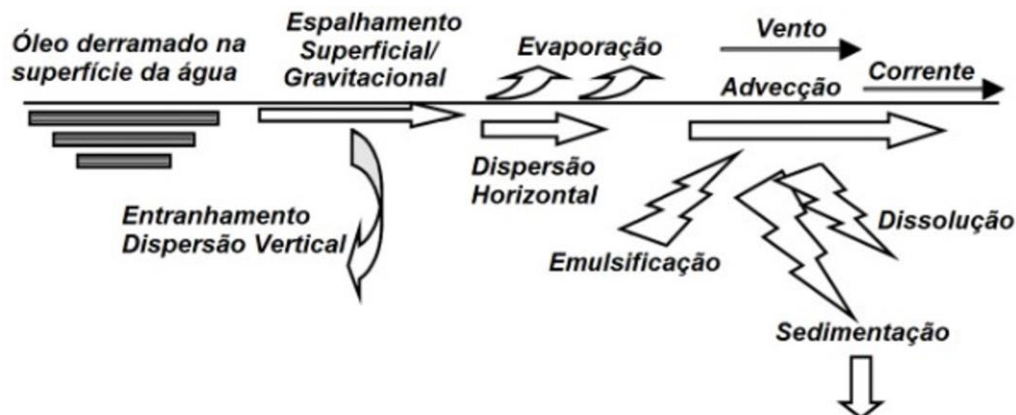
O transporte e destino de óleo *offshore* derramado são regidos majoritariamente, no curto período, por processos de transporte e de transformação físico-químicos e no longo período por processos de degradação biológica, de acordo com as condições ambientais locais (oceânicas e atmosféricas).

Os principais processos incluem advecção, difusão turbulenta, espalhamento superficial, evaporação, dissolução, emulsificação, sedimentação e a interação de mancha de óleo com a linha costeira (Shen & Yapa, 1987).

As mudanças físico-químicas do óleo ocorrem a partir do momento do derramamento, com as frações mais leves evaporando primeiro, dispersão de pequenas gotículas de óleo na coluna de água (entranhamento do óleo na água abaixo da mancha), formação de emulsões (entranhamento de água marinha no

óleo, sendo estabilizado na presença de asfaltenos) e dissolução de componentes (Figura 1).

Figura 1 - Processos de transporte e intemperismo de óleo derramado



Fonte: Adaptado de Shen e Yapa (1987).

Esforços recentes estão sendo feitos para entender e organizar o desenvolvimento dos diversos modelos de derramamento de óleo disponíveis para uso acadêmico (Spaulding, 2017) e traçar suas potencialidades (Keramea, et al., 2021), e também para organizar plataformas de acesso a esses modelos (Franz, et al., 2021)

O desenvolvimento do STFM (Spill, Transport and Fate Model) foi orientado por avaliações qualitativas e testes computacionais de diversos equacionamentos propostos na literatura (Zacharias, et al., 2018) até se chegar à um conjunto de equações suficientes para analisar o derramamento de petróleo ocorrido no Brasil em 2019 (Zacharias, et al., 2021).

O objetivo desse estudo é validar o STFM através da avaliação de desempenho de modelo (Chang & Hanna, 2004), utilizando para isso modelos de acesso livre fornecidos pela NOAA: ADIOS2 (Lehr, et al., 2002) e GNOME (Zelenke, et al., 2012); e modelos obtidos na literatura: Wang (Wang, et al., 2005), Stringari (Stringari, et al., 2013) e Zadeh (Zadeh & Hejazi, 2012).

## Material e métodos:

*STFM: Spill, Transport and Fate Model*

O STFM resolve numericamente a equação de transporte (Lynch, et al., 2015) para descrever a movimentação determinística e aleatórias das partículas imersas em um fluido (equação 1) e o balanço de massa dado pela equação 2 (Fingas, 2011).

$$\frac{dP}{dt} = V_{fe}(P, t) + V_{esp}(P, t) + V_{dif}(P, t) \quad (1)$$

Onde:

$P$  é a posição da partícula no espaço ( $x, y, z$ ).

$V_{fe}$  é a velocidade do fluido Euleriano que transporta as partículas.

$V_{esp}$  é a velocidade de espalhamento do fluido Lagrangeano imerso nos campos ambientais.

$V_{dif}$  é a velocidade de difusão das partículas dentro do fluido Lagrangeano.

$$\frac{dM}{dt} = M_{derr}(t) - M_{evap}(t) - M_{diss}(t) - M_{sed}(t) - M_{dep}(t) \quad (2)$$

Onde:

$M_{derr}$  é a entrada de massa por derramamento contínuo.

$M_{evap}$  é a massa evaporada em função do tempo.

$M_{diss}$  é a massa dissolvida na coluna de água em função do tempo.

$M_{sed}$  é a massa de óleo aderida ao sedimento em função do tempo.

$M_{dep}$  é a massa de óleo depositada no fundo.

O STFM utiliza o cálculo da área inicial do óleo derramado pelo modelo clássico de Fay (Fay, 1969), dado pela equação 3, com a evolução no tempo dada pela expansão de Dodge (Dodge, et al., 1983) na equação 4.

$$A_0 = \pi \frac{k_2^4}{k_1^2} \left( \frac{\Delta g V^5}{v_w} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (3)$$

$$\frac{dA}{dt} = \left( \frac{k_2^4 \pi^2}{2} \right) \left( \frac{\Delta g}{\sqrt{v_w}} \right)^{2/3} A^{1/3} \left( \frac{V}{A} \right)^{4/3} + \frac{A}{3} \left[ \frac{2}{M} \frac{dM}{dt} \right] \quad (4)$$

Onde:

A é a área da mancha.

V é o volume de óleo derramado.

M é a massa do óleo remanescente na mancha.

O STFM resolve a Equação Diferencial Ordinária de segunda ordem (equação 5) para determinar o efeito estocástico da difusão e alterar a velocidade turbulenta ao longo do tempo, resultando em mudanças menos abruptas na velocidade e posição das partículas Lagrangeanas (Lynch, et al., 2015).

$$\frac{d^2 X'}{dt^2} + \frac{1}{T} \frac{dX'}{dt} = R_v \quad (5)$$

Onde:

X' é a posição da partícula em escala de sub-grade

R<sub>v</sub> é o nível estocástico.

O modelo de dissolução utiliza a formulação elaborada por Cohen (Cohen, et al., 1980), com parâmetro de solubilidade previamente definido (Huang & Monastero, 1982) e aplicado na equação 6 na forma diferencial.

$$\frac{d S_d}{dt} = K_d A_S S_0 e^{\alpha t} \quad (6)$$

Onde:

S<sub>d</sub> a taxa total de dissolução (g/h).

K<sub>d</sub> é o coeficiente de transferência de massa da dissolução (m/h).

S<sub>0</sub> a solubilidade inicial do óleo (g/m<sup>3</sup>).

α a constante de decaimento (h<sup>-1</sup>).

t é o tempo após o derramamento, em horas.

O entranhamento é o processo de conversão da mancha de óleo em pequenas gotículas que se dispersam naturalmente na coluna de água. Esse processo é regido pela turbulência de superfície, principalmente pela energia da quebra das ondas (Lynch, et al., 2015).

O STFM simula a dispersão na coluna de água utilizando a formulação simplificada que integra a dispersão vertical, sedimentação e a afundamento do óleo (Mackay, et al., 1980), dada pela equação 7.

$$D = \frac{0.11 (1 + U)^2}{1 + 50 h \sigma \sqrt{\mu}} \quad (7)$$

Onde:

D é a fração de massa em entranhamento vertical (%).

U é a velocidade do vento à 10 metros.

$\mu$  é a viscosidade dinâmica (cP).

h é a espessura do óleo (m).

$\sigma$  é a tensão interfacial entre o óleo e a água (0.02 N m<sup>-1</sup>).

A evaporação é calculada pelo STFM utilizando as equações empíricas obtidas por Fingas (equação 8), baseadas no tempo de exposição atmosférica da mancha de óleo e na temperatura do óleo (Fingas, 2011).

$$F_e = (K_{Fa} + K_{Fb} T) \cdot \ln(t) \quad (8)$$

Onde:

Ka é o coeficiente A de evaporação do óleo.

Kb é o coeficiente B de evaporação do óleo.

T é a temperatura do óleo (° C)

t é o tempo, em minutos.

O aumento da mancha por formação de emulsão água-óleo utiliza o modelo de Mackay (Mackay, et al., 1980) na forma proposta por temperatura (Fingas, 2011) e descrito na equação 9.

$$\frac{dF_w}{dt} = 2 \times 10^{-5} (U + 1)^2 \left( 1 - \frac{F_w}{F_w^{final}} \right) \quad (9)$$

Onde:

F<sub>w</sub> é o conteúdo instantâneo de água no óleo.

F<sub>w</sub><sup>final</sup> é o conteúdo máximo de água absorvida pelo óleo.



O processo de emulsificação altera as principais características físico-químicas do óleo, por conta disso, o cálculo da alteração da densidade da emulsão é dado pela equação 10 (Stringari, et al., 2013).

$$\rho = \rho_{oil} (1 + C_{DE}F_e)[1 - C_{DT}(T - T_0)] \quad (10)$$

$$\rho_{eml} = F_{wv}\rho_w + \rho(1 - F_{wv})$$

Onde:

$\rho$  é a densidade final do óleo.

$C_{DE}$  e  $C_{DT}$  são os coeficientes de densidade em função da transferência de massa e variação de temperatura.

O comportamento do intemperismo do óleo derramado depende das características físico-químicas do próprio óleo, das condições ambientais e das transformações ocorridas no período pós derramamento, por conta disso, o STFM utiliza um equacionamento semelhante à Zadeh (Zadeh & Hejazi, 2012) a partir de uma formulação proposta por Guo (Guo & Wang, 2009) para descrever o volume (equação 11), a densidade (equação 12) e a viscosidade (equação 13).

$$V_{mancha} = \frac{V_0 (1 - (F_e + S_d))}{(1 - F_w)} \quad (11)$$

$$\rho_{resultante} = F_w\rho_w + (1 - F_w) (\rho_0 + K_bF_e) \quad (12)$$

$$\nu = \nu_0 \exp(K_eF_e) \exp\left(\frac{2,5K_wF_w}{1 - F_w^{final}}\right) \quad (13)$$

Onde:

$K_e$  é uma constante empírica dependente da evaporação (usualmente entre 2 e 5)

$K_w$  é uma constante empírica dependente da emulsificação (usualmente entre 0,6 e 0,9)

### Avaliação de Desempenho do STFM

A avaliação de desempenho do STFM modelo foi realizada perante a comparação entre os resultados do STFM com resultados de outros modelos de uso livre, utilizando a metodologia de avaliação de modelos ambientais (Chang & Hanna, 2004), a partir dos testes estatísticos de viés fracionado (FB); média geométrica do viés (MG); Média Quadrática do Erro Normalizado (NMSE); Variância Geométrica (VG); correlação linear (R); fração de previsões que está dentro do fator dois (FAC2).

Nesse estudo, foram utilizados modelos de acesso livre fornecidos pela NOAA: ADIOS2 (Lehr, et al., 2002) e GNOME (Zelenke, et al., 2012); e modelos obtidos na literatura: Wang (Wang, et al., 2005), Stringari (Stringari, et al., 2013) e Zadeh (Zadeh & Hejazi, 2012).

### Domínio e Dados de Entrada

Na última atualização do STFM, foram incorporados códigos de acesso direto aos arquivos de saída do WRF (Weather Research & Forecasting Model) em netCF para leitura dos campos atmosféricos e da linha da costa (Skamarock, et al., 2019), necessários para a simulação do intemperismo, transporte e aderência do óleo à costa. Os testes foram conduzidos em domínio do Atlântico Sul com grade do WRF com vértices em (20°S e 50°W) e (10°N e 20°W), intervalo de 1 h de saída de dados e 0.15° de resolução horizontal. As condições iniciais e de contorno foram fornecidas pela base de dados do National Center for Environmental Prediction (NCEP), Global Forecast System (GFS) dataset: ds084.1.

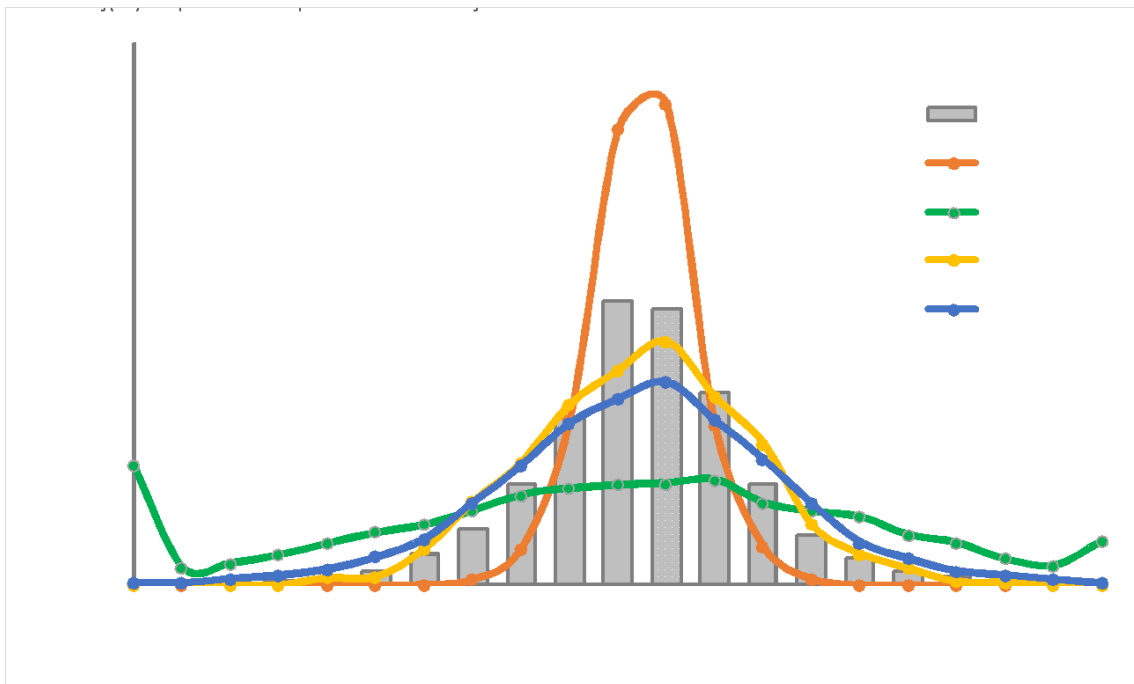
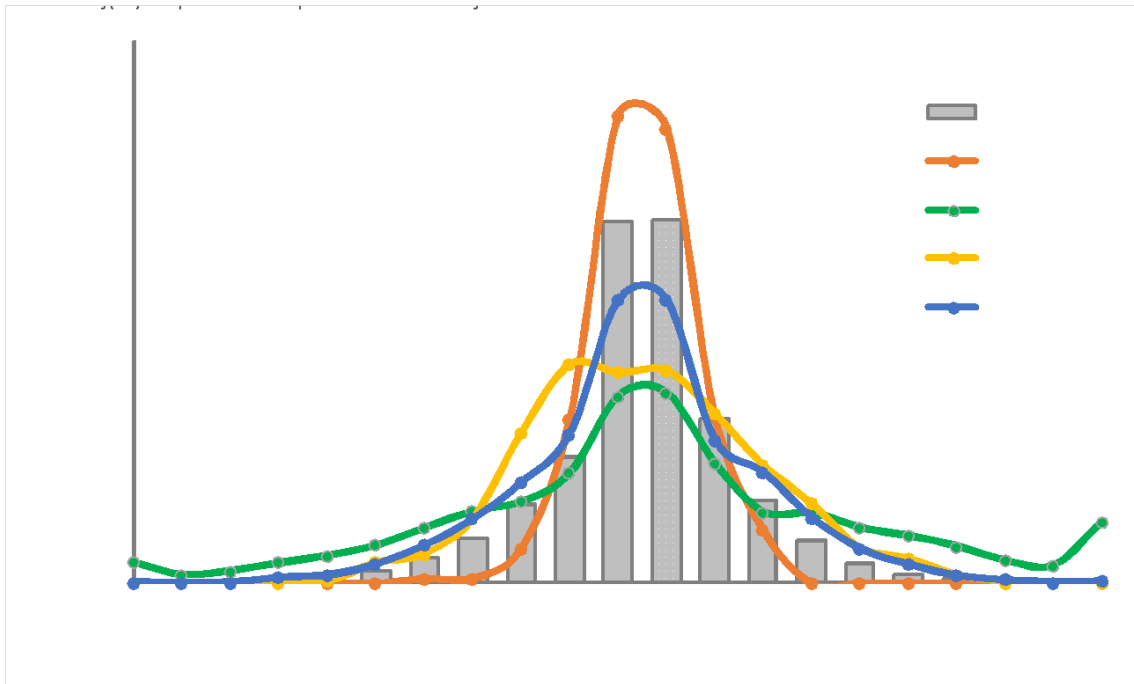
O STFM acessa diretamente os dados de salinidade, temperatura da água, correntes e profundidade local dos arquivos netCDF do Hybrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) que estão disponíveis com 3 h de intervalo, 40 níveis verticais e 0,08° de resolução vertical dataset: expt\_93.0/GLBy0.08 disponíveis diretamente do website do consórcio do HYCOM (<https://www.hycom.org/data/glby0pt08/expt-93pt0> última visita em: 20/08/2021).

**Resultados:** A avaliação de desempenho do STFM no transporte da mancha de óleo mostra que os resultados ficaram dentro dos limites estabelecidos para a validação do modelo (Tabela 1). Na verdade, todos os modelos utilizam basicamente variações da mesma equação da advecção para determinar o transporte da mancha de óleo, as diferenças observadas nos resultados da Tabela 8 decorrem dos métodos de interpolação dos campos de vento e correntes (*Nearest Neighbor*, interpolação pelo inverso da distância, etc) e pelas parametrizações do espalhamento dos elementos Lagrangeanos (Figura 2) que alteram a distribuição dos elementos, e, conseqüentemente, a posição do centro mancha.

Tabela 1: Avaliação de desempenho do modelo STFM perante os testes estatísticos comparativos com os modelos de referência (CHANG e HANNA, 2004).

	GNOME	WANG	STRINGARI	ZADEH	CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO
FB	-0,11	0,00	0,00	-0,04	$-0,25 < FB < +0,25$
MG	1,21	1,01	0,99	1,08	$0,75 < MG < 1,25$
NMSE	0,12	0,00	0,00	0,03	$0,0 < NMSE < 0,5$
VG	1,73	1,02	1,01	1,30	$1,0 < VG < 2,5$
R	0,77	0,99	0,99	0,94	$0,75 < R < 1$
FAC2	0,88	0,99	0,99	0,92	$0,75 < FAC2 < 1$

Figura 2: Distribuição dos elementos Lagrangeanos na direção do vento predominante (gráfico superior) e na direção perpendicular ao vento (gráfico inferior).



Fonte: Zacharias et al. (2018).

O ADIOS2 calcula a evaporação do óleo derramado através das estimativas por pseudo-componentes (JONES, 1997) e (REED, JOHASEN, et al., 1999). Atualmente esse é o método mais detalhado dentre os utilizados nos modelos (Spaulding, 2017), entretanto, esse método possui sérias restrições quanto à aplicabilidade, pois demanda um profundo conhecimento sobre o tipo de óleo que se deseja modelar. Dada as atuais condições da realizada brasileira de ausência de grandes bancos de dados de óleo com esses níveis de resolução,

alguns métodos empíricos foram selecionados e testados perante as curvas de evaporação do ADIOS2 (Tabela 2). O STFM apresentou melhor desempenho estatístico dentre os métodos utilizados, principalmente para óleos intermediários e pesados (Tabela 2).

Tabela 2: Avaliação de desempenho dos modelos empíricos de evaporação do óleo derramado utilizando o ADIOS2 como método de referência para o óleo Arabian Heavy durante 120h de simulação.

	WANG	STRINGARI	ZADEH	STFM	CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO
FB	0,132	0,319	0,384	0,034	$-0,25 \leq FB \leq +0,25$
MG	0,888	0,606	0,619	0,986	$0,75 \leq MG \leq 1,25$
NMSE	0,027	0,158	0,179	0,007	$0,0 \leq NMSE \leq 0,5$
VG	1,045	1,892	1,438	1,038	$1,0 \leq VG \leq 2,5$
R	0,859	0,825	0,849	0,953	$0,75 \leq R \leq 1$
FAC2	0,990	0,785	0,818	0,988	$0,75 \leq FAC2 \leq 1$

A emulsificação é um dos poucos consensos entre as maiorias dos modelos de simulação de óleo derramado, seja pela simplicidade do equacionamento existente, ou pela enorme dificuldade de se realizar previsões muito acuradas dessa variável, a maioria dos modelos utiliza o mesmo conjunto de equações para a emulsificação, por isso, a validação entre modelos de emulsificação serve apenas para mostrar que o código não possui erros, pois os resultados são os mesmos nos diversos modelos testados.

A maior diferença dentre os modelos testados foi encontrada na estimativa da viscosidade do óleo derramado. A evaporação e emulsificação do óleo derramado produzem variações exponenciais nos valores de viscosidade do óleo, por isso, as incertezas na estimativa dessa variável também são muito significativas, e os resultados são, em geral, pouco precisos, muito embora o STFM tenha conseguido seguir o modelo de referência (ADIOS2) em metade dos testes de desempenho de modelo (Tabela 3).

Tabela 3: Avaliação de desempenho dos modelos empíricos de viscosidade do óleo derramado utilizando o ADIOS2 como método de referência para o óleo Arabian Heavy durante 120h de simulação.

	WANG	STRINGARI	ZADEH	STFM	CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO
FB	0.450	0.097	0.213	0.442	$-0,25 \leq FB \leq +0,25$
MG	0.581	0.407	0.388	1.316	$0,75 \leq MG \leq 1,25$
NMSE	0.449	0.172	0.160	0.881	$0,0 \leq NMSE \leq 0,5$
VG	1.441	3.590	3.701	1.973	$1,0 \leq VG \leq 2,5$
R	0.990	0.965	0.967	0.965	$0,75 \leq R \leq 1$
FAC2	0.735	0.360	0.343	0.880	$0,75 \leq FAC2 \leq 1$

**Discussão:** Os experimentos numéricos e estudos de caso foram realizados para a costa do Brasil e para a porção central do Oceano Atlântico Sul, de acordo com a proposição inicial. Os resultados dos experimentos numéricos mostraram que o modelo possui capacidade para realizar simulações computacionais para essa região, incorporando todas as características locais (condições geomorfológicas) e campos ambientais necessários (oceânicos e atmosféricos).

A avaliação de desempenho mostrou que o STFM consegue produzir resultados equivalentes aos modelos de referência para a trajetória (Tabela 1), evaporação (Tabela 2) e viscosidade (Tabela 3), validando assim o seu uso como modelo de transporte e intemperismo de óleo derramado.

O modelo foi desenvolvido no conceito de modelo-caixa, sendo cada partícula uma caixa com seu próprio balanço de massa, as potencialidades dessa abordagem são enormes, pois permite o tratamento diferenciado de cada parte da mancha ao longo de toda sua extensão. Isso é principalmente interessante em regiões estuarinas e localidades com forte gradiente horizontal de vento de superfície e temperatura.

As equações que tratam as partículas Lagrangeana contemplaram toda a parte da física do movimento da mancha (advecção, espalhamento mecânico/gravitacional e difusão), permitindo assim, descrever tanto o comportamento de campo próximo quanto a trajetória de campo afastado da mancha de óleo.

Os modelos físico-químicos utilizados no STFM funcionaram acoplados aos modelos de transporte, incluindo todos os principais intemperismos (evaporação, alteração da densidade do óleo residual pela perda das frações evaporadas, emulsificação, alteração da densidade da mancha em emulsão, alteração da viscosidade da emulsão, dispersão vertical de frações do óleo na coluna de água e dissolução de componentes solúveis).

O STFM demonstrou capacidade de lidar com os diferentes tipos de óleo existentes na costa brasileira, sendo necessário apenas ajustar os coeficientes das equações para o óleo a ser simulado, podendo assim abranger, todo o espectro de óleos utilizados no Brasil, e de possibilidades de derramamento, pois, ainda que as plataformas sedimentares costeiras brasileiras não produzam todos esses tipos de óleo, eles acabam sendo importados e transportados pela costa para usos específicos.

**Conclusão:** O código do STFM foi testado perante os outros códigos desenvolvidos com base em artigos de Wang (Wang, et al., 2005), Stringari (Stringari, et al., 2013), Zadeh (Zadeh & Hejazi, 2012) e perante os modelos de referência GNOME (Zelenke, et al., 2012) e ADIOS2 (Lehr, et al., 2002), atendendo aos critérios de validação propostos por Chang e Hanna (Chang & Hanna, 2004), demonstrando assim, que o código desenvolvido funciona de acordo com as premissas propostas e atende ao objetivo de simular eventos de derramamento de petróleo sobre a superfície oceânica, com determinação de trajetória de deriva e intemperismo do óleo derramado.

Ainda existem aprimoramentos à serem feitos, principalmente nas parametrizações secundárias (densidade e viscosidade) que não são essenciais para as simulações de deriva do óleo derramado, mas são muito importantes para a tomada de decisão das equipes de recolhimento do óleo e limpeza da costa.

Nesse momento, as perspectivas de uso do STFM são de desenvolver uma plataforma de acesso ao modelo que esteja integrada aos modelos hidrodinâmicos (por exemplo MOHID ou SISBAHIA) para que o STFM possa ser disponibilizado ao público.

**Agradecimentos:** Esse projeto foi desenvolvido com suporte financeiro do CAPES-PROEX dentro do programa de pós-graduação em Meteorologia, parceria CNPq, Departamento de Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo.

#### **Referências:**

Chang, J. C. & Hanna, S. R., 2004. Air quality model performance evaluation. *Meteorology and Atmospheric Physics* 87 (1), pp. 167-196.

Cohen, Y., Mackay, D. & Shiu, W. Y., 1980. Mass transfer rates between oil slicks and water.. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, Volume 58, pp. 569-574.

Dodge, F. T., Park, J. T., Buckingham, J. C. & Magott, R. J., 1983. *Revision and experimental verification of the hazard assessment computer system models for spreading, movement, dissolution and dissipation of insoluble chemicals spilled onto water.* s.l.:Contractor report CG-D-35-83, DTIC Document.

Fay, J. A., 1969. The spread of oil slicks on calm sea. *Oil on the Sea*.

Fingas, M., 2011. Oil spill science and technology. *Prevention, Response and Clean-up*.

Guo, W. J. & Wang, Y. X., 2009. A numerical oil spill model based on a hybrid method. *Marine Pollution Bulletin*, 58(5), pp. 726-734.

Huang, J. C. & Monastero, F. C., 1982. Review of the State-of-the Art of Oil Spill Simulation Models.. *Final Report Submitted to the American Petroleum Institute, by Raytheon Ocean Systems Co.*

Jones, R. K., 1997. A simplified pseudo-component oil evaporation model. *Proceedings of the 20th Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP). Technical Seminar. Environment Canada*, pp. 43-61.

Lehr, W. et al., 2002. Revisions of the ADIOS oil Spill Model. *Environmental Modelling & Software*, pp. 191-199.

Lynch, D. et al., 2015. Particle in the Coastal Ocean: Theory and Applications. *Cambridge University Press*, Issue Kindle Edition.

Mackay, D., Paterson, S. & Trudel, K., 1980. A Mathematical Model of Oil Spill Behavior. *Environmental Protection Service Fisheries and Environment Canada*.

Milani, E. J., Brandão, J. A. S. L., Zalán, P. V. & Gamboa, L. A. P., 2000. Petróleo na margem continental brasileira: Geologia, exploração, resultados e perspectivas. *Revista Brasileira de Geofísica* 18(3), pp. 351-396.



Reed, M. et al., 1999. Oil spill modeling toward the close of the 20th century: Overview of the state-of-art. *Spill Science and Technology Bulletin*.

Shen, H. T. & Yapa, P. D., 1987. A simulation model for oil slick transport in lakes. *Water Resour. Res.* 23,. *Water Resour. Res.* 23.

Spaulding, M. L., 2017. State of the art review and future directions in oil spill modeling. *Marine Pollution Bulletin*, Issue 115, pp. 7-19.

Stringari, C. E., Marques, W. C., Eidt, R. T. & Mello, L. F., 2013. Modeling an oil spill along the southern brazilian shelf: Forcing characterization and its influence on the oil fate. *International Journal of Geosciences (4)*, pp. 397-407.

Wang, S. D., Shen, Y. M. & Zheng, Y. H., 2005. Two-dimensional numerical simulation for transport and fate of oil spills in seas. *Ocean Engineering (32)*, pp. 1556-1571.

Woolgar, L., 2008. *Assessing the increasing risk of marine oil pollution spills in china*. Savannah, GA, USA, International Conference Proceedings.

Zadeh, E. S. & Hejazi, K., 2012. Eulerian Oil Spills Model Using Finite-Volume Method with Moving Boundary and Wet-Dry Fronts. *Modelling and Simulation in Engineering*, p. 7.

Zelenke, B. et al., 2012. General NOAA Operational Modeling Environment (GNOME) Technical Documentation. *U.S> Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 40.*

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA DESEMBOCADURA DO RIO ACARAÚ, NA BAÍA DE ITAGUÁ, UBATUBA-SP

Igor Ruiz Atake<sup>1</sup>; Joseph Harari<sup>2</sup>; Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli<sup>3</sup>

1 – Igor Ruiz Atake. Autor Principal. Universidade de São Paulo. [igor.atake@usp.br](mailto:igor.atake@usp.br)

2 – Joseph Harari. Autor Secundário. Universidade de São Paulo. [joharari@usp.br](mailto:joharari@usp.br)

3 – Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli. Autor Secundário. Universidade de São Paulo. [psinisgalli@usp.br](mailto:psinisgalli@usp.br)

**RESUMO:** Foi feita uma análise dos dados de qualidade de água coletados pelo Instituto Costa Brasilis no rio Acaraú (Ubatuba, SP), sendo verificado que as concentrações das variáveis chaves oscilaram no tempo e ao longo do rio. A variação espaço-temporal indica que diferentes processos afetam o rio e que sua autodepuração não se mantém constante. Para entender como a qualidade do rio Acaraú se relaciona com a qualidade da água na sua foz, no Sul da Praia de Itaguá-SP, foram utilizados dados de Enterococcus coletados semanalmente pela CETESB, para identificação da balneabilidade das praias, comparando-se a quantidade de bactérias entre o rio e a praia. Verifica-se que praticamente não há correlação de Pearson (0,02) no Ponto P1 (no rio) e o Ponto de coleta da CETESB (na praia). Isso indica que a descarga fluvial não tem impacto suficiente na balneabilidade da praia. No entanto, fazendo-se a correlação de Enterococcus da CETESB com os dados de precipitação do CEMADEN, verifica-se que a correlação de Pearson chega a 0,45. Neste sentido, demonstra-se que há certo impacto do incremento de água causado pelos eventos de precipitação, embora não seja possível saber ao certo se é devido ao escoamento superficial ou subsuperficial. Algumas variáveis chaves, como maré e insolação não foram abordadas neste estudo, mas os resultados preliminares demonstram que o uso de outras variáveis, aliado a modelos de aprendizado de máquina, podem fornecer uma boa visão, com razoável antecedência, das condições de balneabilidade de Itaguá e até mesmo de outras localidades.

**Palavras-Chave:** Qualidade da Água; Balneabilidade; Precipitação.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16734787>

**ABSTRACT:** An analysis of the water quality data collected by the Instituto Costa Brasilis in the Acaraú River (Ubatuba, SP) was carried out, verifying that the concentrations of the key variables fluctuated over time and along the river. The spatiotemporal variation indicates that different processes affect the river and that its self-purification does not remain constant. To understand how the quality of the Acaraú river is related to the quality of the water at its mouth, in the south of Praia de Itaguá-SP, Enterococcus data collected weekly by CETESB were used to identify the bathing capacity of the beaches, comparing the quantity of bacteria between the river and the beach. It appears that there is practically no Pearson correlation (0.02) at Point P1 (on the river) and the CETESB collection point (on the beach). This indicates that river discharge does not have a sufficient impact on beach bathing. However, making the correlation of Enterococcus from CETESB with precipitation data from CEMADEN, it appears that the Pearson correlation reaches 0.45. In this sense, it is demonstrated that there is a certain impact of the increase in water caused by precipitation events, although it is not possible to know for sure whether it is due to surface or subsurface runoff. Some key variables, such as tide and insolation, were not addressed in this study, but preliminary results demonstrate that the use of other variables, combined with machine learning models, can provide a good overview, with reasonable advance, of the bathing conditions of Itaguá and even from other locations.

**Keywords:** Water Quality; Bathing Conditions; Pluviosity

**Introdução:** Uma das maneiras de observar os impactos de despejo de esgoto clandestino é através da qualidade da água de corpos superficiais. As bacias hidrográficas do Litoral Norte são de área restrita, onde os rios desaguam em geral em bacias fechadas próximos de sua área fonte (CBH-LN, 2017). Neste contexto, os rios de baixa vazão e extensão espacial têm pouco tempo para autodepuração dos contaminantes orgânicos, fazendo com que parte da poluição chegue às zonas costeiras.

Estas zonas contaminadas podem expor banhistas a diversos agentes patogênicos que podem vir a desenvolver doenças, principalmente no caso de

crianças, idosos ou pessoas com baixa resistência (CETESB, 2020). Em Lamparelli et al. (2015), os autores verificaram que a concentração de coliformes termotolerantes, nas águas das praias do sudeste brasileiro, está associada a mais casos de internação por doenças causadas por agentes patogênicos.

Os dados do monitoramento da qualidade de praias (CETESB, 2020) demonstram que nos locais de coleta de dados para análise na praia de Itaguá, localizada em Ubatuba-SP, a qualidade da água vem sendo classificada como Ruim ou Péssima, de acordo com os dados da companhia ao longo de várias campanhas de Monitoramento.

A área definida para esta avaliação foi o Rio Acaraú, localizado no município de Ubatuba-SP. A análise de sedimentos da baía de Ubatuba indica que é um local protegido da ação de ondas oriundas de S-SO, apresentando conseqüentemente menor energia hidrodinâmica (MAHIQUES; TESSLER; FURTADO, 1998). A menor energia hidrodinâmica implica em uma renovação mais lenta da água, o que não favorece a diluição de compostos oriundos da poluição que chega à baía através do escoamento superficial.

Portanto, pode-se dizer que a falta de saneamento prejudica a qualidade das águas, causa prejuízos aos serviços ambientais e ainda coloca em risco vidas humanas. Assim, monitorar e garantir a qualidade dos corpos hídricos é um indicativo de qualidade social e ambiental.

Outro fator de relevância na região do estudo é o grande aumento na população flutuante nas épocas de férias escolares e feriados. A modalidade de turismo que acontece em Ubatuba é denominada de “segunda residência”, trazendo enormes inconvenientes e desafios. Este tipo de turismo demanda a implantação de infraestrutura urbana para atender os picos das temporadas de veraneio, deixando-a ociosa em grande parte do ano (RAIMUNDO; FRACALANZA; JACOBI, 2017)

Neste sentido, o presente trabalho visa entender como os mecanismos do descarte de contaminantes a partir do Rio Acaraú e as dinâmicas socioambientais têm relação com as condições de balneabilidade na Praia de Itaguá.

**Material e métodos:** As informações referentes a qualidade da água do Rio Acaraú foram obtidas a partir do projeto “Mapeamento e avaliação da dinâmica da poluição da Bacia do Rio Acaraú como subsídio a efetivação do enquadramento”, organizado pelo Instituto Costa Brasilis<sup>41</sup>. Os dados coletados compreenderam as seguintes variáveis: Salinidade, Oxigênio Dissolvido (mg/L), Coliformes Termotolerantes, pH, DBO (mg/L), NO<sub>3</sub> (mg/L), P<sub>04</sub> (mg/L), Turbidez (mg/L), Sólidos Totais Diss. (mg/L).

Para os dados de qualidade das praias, foram utilizados os dados das coletas semanais de Enterococcus, realizadas pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB<sup>42</sup>). Embora existam dois pontos de coleta, foi selecionado o ponto mais próximo à foz do Rio Acaraú, para verificar se existe correlação entre a qualidade da água do Rio Acaraú e a Balneabilidade da Praia de Itaguá. Os dados foram obtidos a partir da consolidação dos relatórios de qualidade das praias litorâneas do Estado de São Paulo, do ano de 2012 a 2020 (CETESB, 2020).

Os dados de Precipitação foram obtidos do banco de estações automáticas do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN<sup>43</sup>). As estações fornecem dados de precipitação acumulada diária para algumas localidades no Município de Ubatuba. Pela maior proximidade com a foz do Rio Acaraú, a estação da Praia do Tenório foi a selecionada para a análise. Os dados foram coletados de março de 2014 até junho de 2020.

A seguir, na Figura 1, é apresentada a área de estudo, compreendendo a região da Baía de Itaguá, além das localizações dos dados considerados.

---

<sup>41</sup> <http://costabrasilis.org.br/>

<sup>42</sup> <https://cetesb.sp.gov.br/>

<sup>43</sup> <https://www.gov.br/mcti/pt-br/rede-mcti/cemaden>

Figura 1 – Mapa de Localização da baía de Ubatuba-SP e os respectivos pontos de coletas das fontes de dados secundários utilizados no estudo



Embora os dados de qualidade coletados no Rio Acaraú englobem diversas variáveis, neste resumo foram considerados apenas os Coliformes Termotolerantes Totais, para que fosse possível uma comparação Quali-Quantitativa com os dados da CESTEB, que apresentam a quantidade de Enterococcus. De acordo com a Resolução CONAMA nº 274/2000 (BRASIL, 2001), no Art 2º, Parágrafo primeiro, as águas são classificadas em próprias ou impróprias para contato: quando próprias, podem ser subdivididas em condições: Excelente, Muito Boa e Satisfatória. A seguir, são descritos os critérios para as classes de balneabilidade, de acordo com o número de coliformes obtidos nas amostras:

- Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 Escherichia coli ou 25 enterococos por 100 ml;
- Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no

máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 ml;

- Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 ml.
- Imprópria: quando o valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 ml.

Sendo assim, embora os dados da CETESB e coletados pelo Instituto Costa Brasilis representem metodologias distintas de quantificação, ambos ainda expressam a qualidade no quesito necessária à balneabilidade da água, validando portanto a abordagem neste estudo.

A ferramenta utilizada para verificar se os níveis de coliformes totais no Rio Acaraú impactam a qualidade da água, ou se a precipitação é o fator mais determinante, é o Coeficiente de Correlação de Pearson. O índice de correlação de Pearson varia de -1 (correlação negativa e oposta), passando por 0 (ausência de correlação) e chegando até +1 (correlação perfeita).

Embora não seja sempre possível afirmar que a correlação seja causal, neste estudo busca-se demonstrar se a existe correlação, de modo a indicar como os dados (de concentrações e de pluviosidade) de dois compartimentos ambientais (praia e rio) podem ter relações entre si.

Sendo assim, as séries temporais das variáveis são ajustadas para uma resolução semanal, permitindo a evolução e similaridade dos parâmetros ao longo do tempo na mesma unidade de medida do tempo para as três variáveis.

**Resultados:** Nesta primeira parte, optou-se em analisar a evolução temporal dos Coliformes Totais no Rio Acaraú de duas maneiras: a primeira (Figura 2) observando como a concentração dos coliformes variou em todos os

pontos ao longo do tempo; a seguir (Figura 3), são identificados todos os feriados que ocorreram no Estado de São Paulo no período avaliado, para identificar se ocorreu aumento devido de concentrações devido ao maior fluxo de pessoas no município.

Na segunda abordagem de análise (Figura 3), observa-se a evolução por cada uma das 12 campanhas de coletas realizadas.

Para termos de comparação, também é plotado o limite para classificação de água imprópria para banho para Coliformes Termotolerantes, segundo a Resolução CONAMA 274/2000, correspondendo a uma concentração de 2.500 Coliformes em 100 ml.

Através da análise de dados verifica-se que a quantidade de coliformes na água no Rio Acaraú é variável no tempo, e ao longo de sua extensão no mesmo dia de coleta. Não foram verificados aumentos expressivos da concentração de coliformes fecais totais em datas próximas a feriados e férias de fim de ano.

Figura 2: Série Temporal (07/2017 – 12/2018) de Coliformes Termotolerantes Totais, nos 11 pontos de Coleta no Rio Acaraú, na pesquisa realizada pelo Instituto Costa Brasilis.

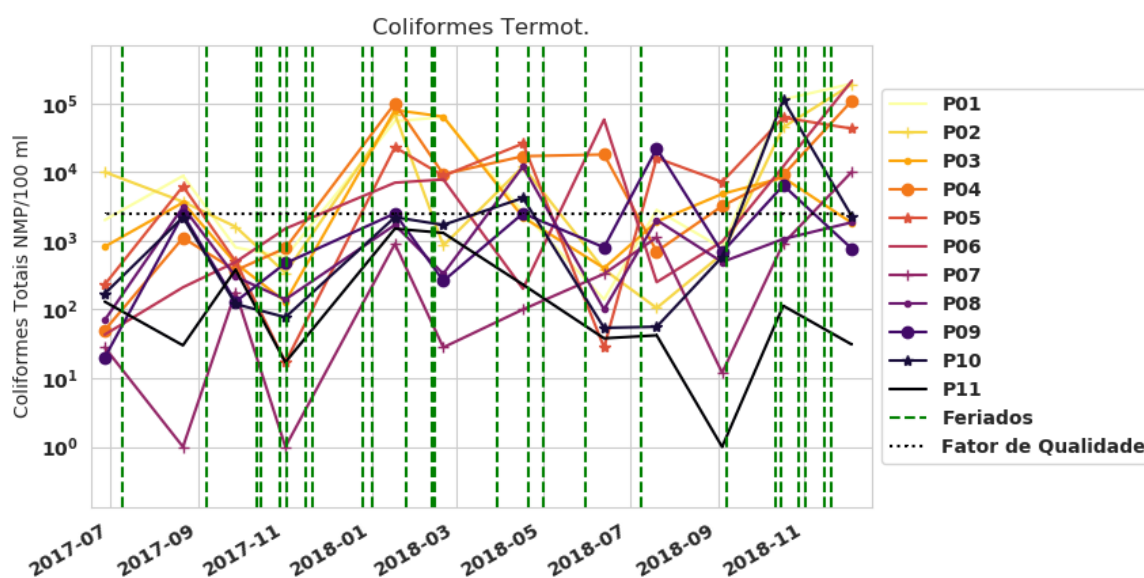
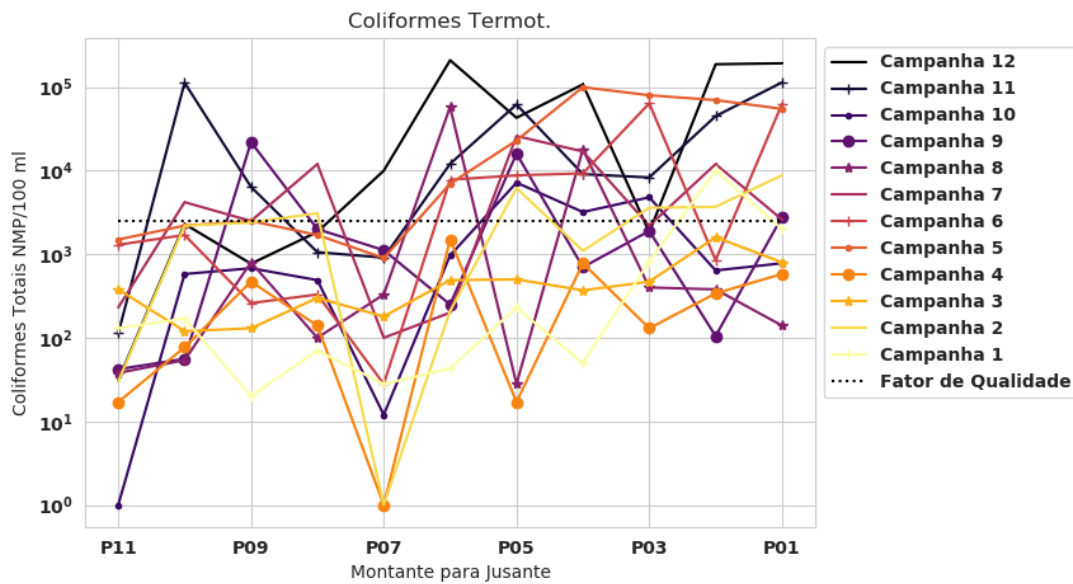




Figura 3: Perfil da concentração de Coliformes Termotolerantes Totais da Montante (P11) para Jusante (P01), no Rio Acaraú, na pesquisa realizada pelo Instituto Costa Brasilis



A seguir, na Figura 4, são apresentadas as séries temporais de Enterococcus, no ponto de coleta na praia Itaguá mais próximo a foz do Rio Acaraú e de precipitação acumulada na estação da Praia do Tenório, do CEMADEN.

Para compreender a relação entre as variáveis optou-se por apresentar uma matriz da correlação de Pearson (Tabela 1) entre as três variáveis consideradas no Estudo. Para a série temporal de Coliformes Termotolerantes Totais do Rio Acaraú (CB), foi selecionado o Ponto P01, pois é o ponto mais próximo a foz do Rio. Para os dados de Enterococcus (EC) e os dados de chuva (CC), foram utilizadas as mesmas séries temporais apresentadas na Figura 4.

Verifica-se que a correlação entre CB e EC é positiva, mas com uma similaridade de apenas 0,16. Ainda em relação a CB, sua correlação com os dados de CC indica uma correlação levemente maior, chegando a 0,22. No entanto, a correlação entre EC e CC indica um coeficiente de 0,44. Embora não seja uma correlação perfeita, fica evidente que, em termos numéricos, a chuva teve maior incidência na piora da qualidade da água do que propriamente a quantidade de coliformes totais nas coletas ao longo do Rio Acaraú.

Figura 4: Concentração de Enterococcus (NMP/100 ml), em vermelho, dos dados de qualidade da água na praia, coletados pela CETESB, na altura do Número 1724 da Avenida Leovegildo, de 2012 a 2021. Ainda no mesmo gráfico, em azul, a precipitação acumulada por dia, coletada pelo CEMADEN, na estação automática da Praia do Tenório.

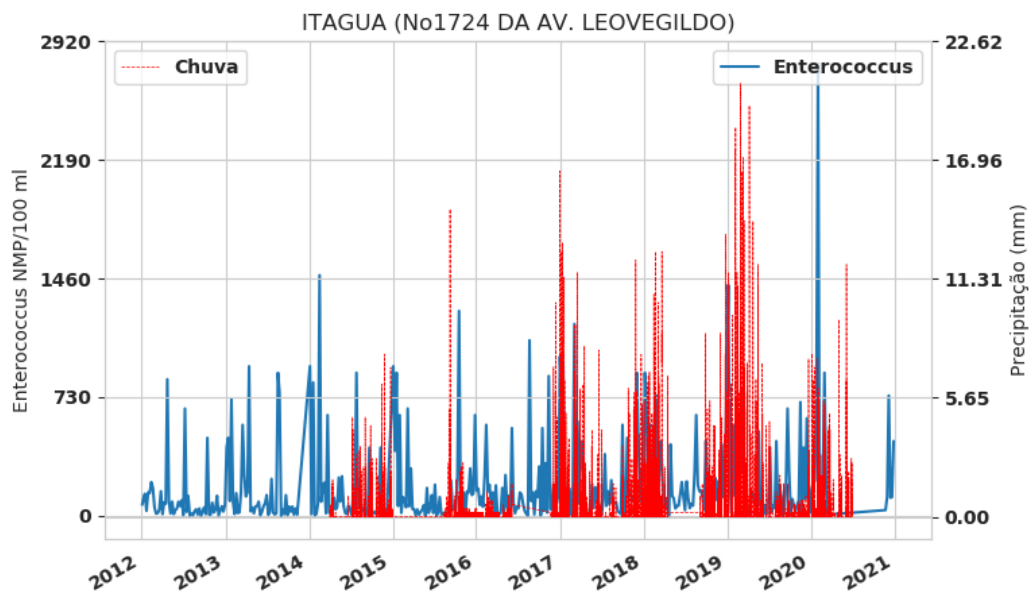
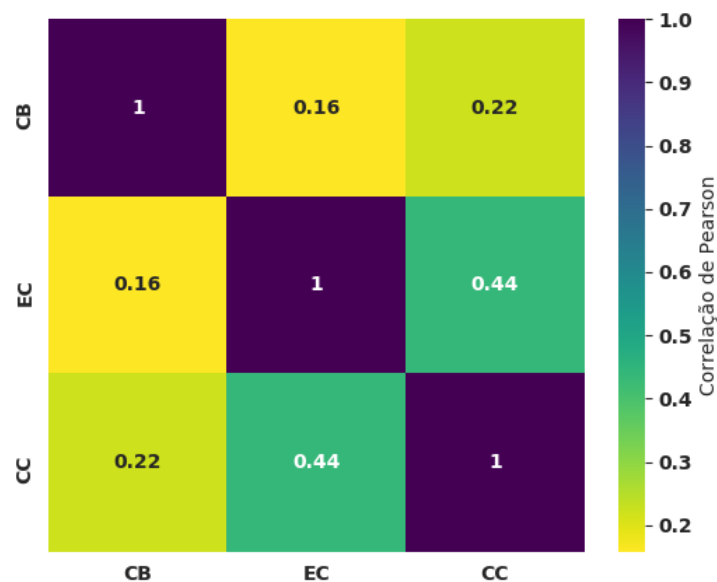


Tabela 1: Correlação de Pearson entre as variáveis analisadas. CB = Coliformes Totais no Ponto P1 coletados pelos Costa Brasilis. EC = Enterococcus coletados pela CETESB na altura do nº1274 da Avenida Leovegildo. CC = Chuva Acumulada, coletada pelo CEMADEN na praia do Tenório.



**Discussão:** A análise da correlação entre as séries temporais ajuda a entender a relação entre diferentes fontes de dados, embora seja necessário verificar todo o contexto ambiental.

Um dos fatores que pode ser determinante para a qualidade da água na Praia de Itaguá pode ser o fluxo de água subterrânea do lençol freático na região. Alguns autores (AMATO et al., 2016; NIENCHESKI et al., 2007; ULLMAN et al., 2003) reconhecem e quantificam o impacto que a descarga de água subterrânea tem na qualidade da água costeira. Devido à extensa utilização de fossas em muitas residências e à pequena profundidade do aquífero costeiro em Ubatuba, infere-se que estes fluxos podem contribuir para a piora na qualidade da água. Povinec et al. (2008), demonstraram que, na estimativa do fluxo de água subterrânea para algumas praias de Ubatuba, utilizando isótopos radioativos como traçadores, existe variabilidade até mesmo em poucos metros de distância em uma mesma praia.

O próprio fluxo de água subterrânea dos aquíferos costeiros pode apresentar correlação com a pluviosidade no município, porém tais afirmações só podem ser feitas mediante a análise de dados e correlações cruzadas. Outras variáveis não exploradas, que poderiam causar alteração na qualidade da água, são:

- Elevações do nível do mar: Os ciclos de maré e/ou elevações causadas por fenômenos meteorológicos, podem afetar a forma como as correntes costeiras atuam na região da baía, favorecendo ou prejudicando a diluição de constituintes na água
- Incidência de radiação: A maior incidência de raios solares está associada a uma maior mortalidade dos Coliformes como um todo.
- Temperatura e Salinidade da Água: Outros parâmetros físico-químicos que estão associados a maior ou menor vitalidade dos bacilos.

Dada a complexidade do sistema analisado em questão, a verificação de uma correlação positiva e relativamente significativa (0,44), entre pluviosidade e os índices de qualidade da água na Praia de Itaguá, indica que é possível usar dados secundários para estimar as condições de balneabilidade da praia, aumentando o suporte aos tomadores de decisão. Ressalta-se também que, apesar piora na balneabilidade estar mais associada a chuvas do que a quantidade de coliformes no Rio Acaraú, deve-se ressaltar que o fator predominante nesse contexto é a falta de saneamento ambiental pleno na região. De fato, os

problemas com a coleta e tratamento de esgotos são apresentados no próprio Plano de Saneamento Básico do Município de Ubatuba. (Ubatuba, 2019).

**Conclusão:** A fraca correlação entre a quantidade de Coliformes Fecais Totais coletados nas águas do Rio Acaraú e os dados de Enterococcus fornecidos pela CETESB no monitoramento de praias indicam que a água superficial oriunda do Rio não é a única fonte responsável pelas condições frequentemente observadas de Estado Ruim da Balneabilidade da Praia de Itaguá.

Nota-se que há correlação significativa com a chuva (0,44 Pearson), embora outros fatores possam contribuir para a qualidade da água, que não foram considerados neste estudo, como por exemplo as condições de maré, incidência de radiação solar e o fluxo de água subterrânea com origem do lençol freático das imediações.

A possibilidade de determinar outros fatores que indiquem o estado de balneabilidade dos pontos analisados pela CETESB pode favorecer a utilização de modelos de aprendizado de máquina, capaz de fornecer previsões, com baixo custo, das condições de balneabilidade local.

### Referências:

AMATO, Daniel W.; BISHOP, James M.; GLENN, Craig R.; DULAI, Henrietta; SMITH, Celia M. Impact of Submarine Groundwater Discharge on Marine Water Quality and Reef Biota of Maui. PLOS ONE, v. 11, n. 11, p. e0165825, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165825>.

CBH-LN. Plano de Bacias Hidrográficas do Litoral Norte UGRHI 03. Dezembro de 2017. Disponível em <http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhln/documentos>. Acessado em 01/09/2020.

CETESB, COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO. SÃO PAULO. Qualidade das Praias Litorâneas no Estado de São Paulo 2019. Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2020.

BRASIL, CONAMA. Resolução no 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Publicada no DOU, n. 18, p. 70-71, 2001.

LAMPARELLI, Claudia Condé; POGREBA-BROWN, Kristen; VERHOUGSTRAETE, Marc; SATO, Maria Inês Zanoli; DE CASTRO BRUNI, Antonio; WADE, Timothy J.;

EISENBERG, Joseph N. S. Are fecal indicator bacteria appropriate measures of recreational water risks in the tropics: A cohort study of beach goers in Brazil? *Water Research*, v. 87, p. 59–68, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.09.001>.

MAHIQUES, M. M.; TESSLER, M. G.; FURTADO, V. V. Characterization of Energy Gradient in Enclosed Bays of Ubatuba Region, South-eastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 47, n. 4, p. 431–446, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0368>.

NIENCHESKI, L. Felipe H.; WINDOM, Herbert L.; MOORE, Willard S.; JAHNKE, Richard A. Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil. *Marine Chemistry*, v. 106, n. 3–4, p. 546–561, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marchem.2007.06.004>.

POVINEC, P. P. et al. Isotope tracing of submarine groundwater discharge offshore Ubatuba, Brazil: results of the IAEA–UNESCO SGD project. *Journal of Environmental Radioactivity*, v. 99, n. 10, p. 1596–1610, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2008.06.010>.

RAIMUNDO, Sidnei; FRACALANZA, Ana Paula; JACOBI, Pedro Roberto. GOVERNANÇA DA ÁGUA EM ÁREAS TURÍSTICAS: UM ESTUDO DE CASO DO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL. CHÁVEZ, Eduardo Salinas; MAURO; Cláudio Antonio Di; MORETTI, Edvaldo Cesar (Org.). *Água, recurso hídrico: bem social transformado em mercadoria*. Tupã: ANAP, p. 189–200, 2017.

UBATUBA, Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Ubatuba (PMISB). 1ª Revisão conforme a Lei Municipal nº 3.375/14, 2019.

ULLMAN, William J.; CHANG, Bonnie; MILLER, Douglas C.; MADSEN, John A. Groundwater mixing, nutrient diagenesis, and discharges across a sandy beachface, Cape Henlopen, Delaware (USA). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 57, n. 3, p. 539–552, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(02\)00398-0](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(02)00398-0).

# ESTIMATIVA DO TEMPO DE RESIDÊNCIA NO CANAL PRINCIPAL DO ESTUÁRIO DE CANANÉIA-IGUAPE ATRAVÉS DA MODELAGEM NUMÉRICA

Paula Birocchi<sup>1</sup>; Marcelo Dottori<sup>2</sup>

1 – Paula Birocchi. Universidade de São Paulo. [paula.birocchi@usp.br](mailto:paula.birocchi@usp.br)

2 – Marcelo Dottori . Universidade de São Paulo. [mdottori@usp.br](mailto:mdottori@usp.br)

**RESUMO:** Modelos hidrodinâmicos são amplamente usados para investigar processos estuarinos e costeiros. O tempo de residência (Tr) é um parâmetro hidrodinâmico que pode desempenhar um papel importante no controle dos processos de eliminação de substâncias de um estuário, principalmente poluentes. A investigação e aplicação do Tr em estuários é um desafio em todo o mundo, pois a forma de determiná-lo permanece aberta. A definição de Tr é amplamente discutida na literatura e uma definição possível considera Tr como o tempo médio que as partículas levam para sair do estuário. Pode ser calculado para qualquer tipo de material e varia dependendo do local de lançamento das partículas. O Tr representa as escalas temporais dos mecanismos de transporte físico e é freqüentemente comparado com processos biogeoquímicos. Diferentes métodos podem ser aplicados para calcular o Tr em estuários. Nós estimamos o Tr usando o modelo ECOM aplicado ao sistema estuarino de Cananéia-Iguape na região sudeste do Brasil, e encontramos valores de 9,11 dias e 7,81 dias para o Tr médio e o desvio padrão. O valor máximo de Tr encontrado foi de aproximadamente 39 dias, próximo a região sul do canal do Valo Grande. A estimativa de Tr é uma abordagem útil para enfrentar o desafio de monitorar as regiões estuarinas e costeiras. Futuramente, nós também investigaremos como as mudanças climáticas influenciam no tempo de residência do estuário de Cananéia-Iguape.

**Palavras-Chave:** tempo de residência; estuário; modelo hidrodinâmico; estuário de Cananéia-Iguape, dispersão de partículas;

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16725178>

**ABSTRACT:** Hydrodynamic models are widely used to investigate estuarine and coastal processes. Residence time (Rt) is a hydrodynamic parameter that can play an important role in controlling the processes of elimination of substances from an estuary, mainly pollutants. The investigation and application of Rt in estuaries is a challenge around the world, as the way to determine it remains an open question. The definition of Rt is widely discussed in the literature and a possible definition considers Rt as the average time it takes for particles to leave the estuary. It can be calculated for any type of material and varies depending on where the particles are launched. Rt represents the time scales of physical transport mechanisms and is often compared with biogeochemical processes. Different methods can be applied to calculate Rt in estuaries. We estimated Rt using the ECOM model applied to the Cananéia-Iguape estuarine system in southeastern Brazil, and found values of 9.11 days and 7.81 days for the mean Rt and standard deviation. The maximum value of Rt found was approximately 39 days, near the southern region of the Valo Grande channel. Estimating Rt is an useful approach to address the challenge of monitoring estuarine and coastal regions. In the future, we will also investigate how climate change influences the residence time of the Cananéia-Iguape estuary.

**Keywords:** residence time; estuary; hydrodynamic model; Cananéia-Iguape estuary; particle tracking;

**Introdução:** Um estuário pode ser definido como “um corpo de água costeiro semifechado, que tem uma conexão livre com o mar aberto, e dentro do qual a água do mar é diluída com água doce derivada da drenagem do continente” (Pritchard, 1967). Os estuários são caracterizados por zonas de mistura salina entre as águas doce dos rios e salgada do oceano, com o domínio de material sedimentar fino transportado pelo mar e rios (Church, 1986; McLusky & Elliott, 2004). A hidrodinâmica e o fluxo de estuários são forçados pelas marés, descargas fluviais, processos meteorológicos e as interações com a batimetria e morfologia (Defne & Ganju, 2015). Os efeitos da circulação estuarina, como os processos de

transporte e difusão, sobre o tempo de residência foram relatados por Shen e Haas (2004), Wang et al. (2004) e Liu et al. (2011).

O tempo de residência (Tr) pode ser definido como o tempo médio que um material dissolvido ou suspenso permanece no estuário antes de ser levado para o mar aberto (Liu et al., 2011). O Tr entre um estuário e o mar aberto pode desempenhar um papel importante no controle das concentrações de poluentes e distribuição do plâncton (Basu e Pick, 1996), influências climáticas na floração do fitoplâncton (Phlips et al., 2012), variações espaciais e temporais de nutrientes dissolvidos (Andrews e Muller, 1983) e diversidade de respostas do fitoplâncton à carga de nutrientes (Camacho et al., 2015). Em geral, o Tr pode ser considerado um parâmetro hidrodinâmico que representa as escalas de tempo dos processos de transporte físico e muitas vezes é comparado com as escalas de tempo dos processos biogeoquímicos, como os ciclos de carbono, nitrogênio e fósforo (Wan et al., 2013; Rueda et al., 2006; Liu et al., 2010).

Um valor pequeno de Tr no estuário sugere uma boa eficiência de descarga e troca ativa de água com o mar vizinho, com os poluentes residindo na área por um curto período de tempo causando menores impactos adversos à qualidade da água, conforme avaliado por Zainol et al. (2021). Quantificar o Tr é importante também quanto ao transporte e dispersão larval, e quantificar esse processo é vital para avaliar a manutenção, reposição e resiliência das populações locais para espécies sujeitas à exploração (Fogarty e Botsford, 2007; Shen et al., 1999; McManus et al., 2020). Além disso, um melhor entendimento dos processos de transporte de larvas é importante para a conservação, manejo e regulação da pesca (Herbert et al., 2011). A previsão do transporte larval em estuários pode ser feita com a combinação de modelos hidrodinâmicos de escala fina ligados à qualidade da água e modelos baseados em indivíduos de comportamento larval (Sale et al., 2005). A modelagem hidrodinâmica também é realizada para estudos de qualidade da água, além do acoplamento com modelos biogeoquímicos (Larson et al., 2005; Ulses et al., 2005; Levasseur et al., 2007).

A dispersão de contaminantes dentro e fora de um estuário podem ser estimados através dos padrões hidrodinâmicos e tipos de contaminantes



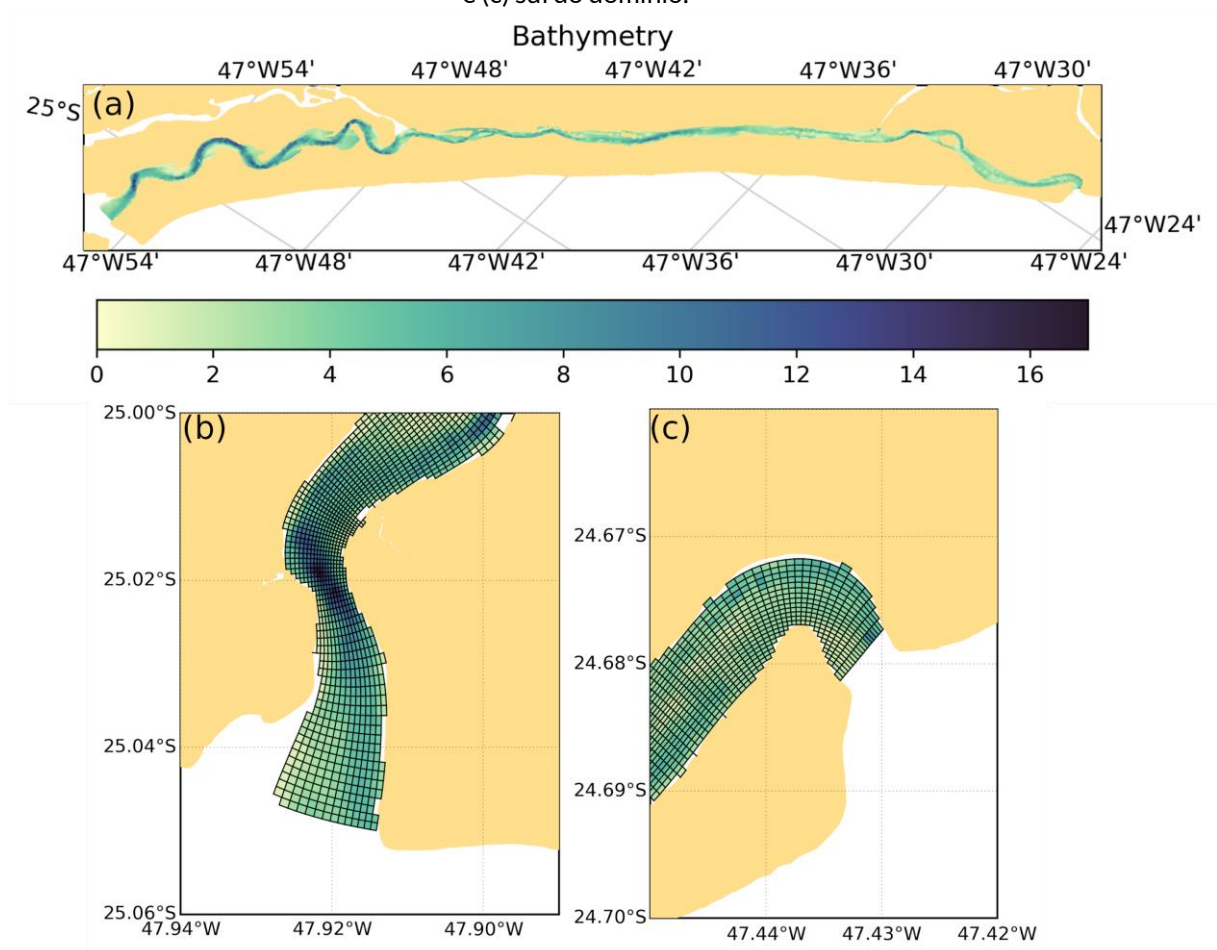
encontrados na água e sedimentos (Azevedo et al., 2010; Iglesias et al., 2020). Como exemplo, Birocchi et al. (2021) usaram um modelo hidrodinâmico 3-D para estimar a concentração de bactérias e sua dispersão em um canal na região sudeste do Brasil. Os poluentes podem gerar problemas de saúde pública (Griffin et al., 2001), o que mostra a importância de prever o tempo de residência dessas partículas com padrões hidrodinâmicos. Nesse cenário, um alto  $T_r$  pode aumentar os efeitos da contaminação sobre os organismos da reserva natural, e as trajetórias de contaminantes flutuantes impulsionadas pelas marés podem ser distribuídas por todo o estuário (Iglesias et al., 2020). Trajetórias de partículas e correntes residuais também podem ser usadas para calcular a dispersão de poluentes, identificando zonas no estuário que são sensíveis à poluição ambiental e, assim, proteger essas regiões vulneráveis (Balachandran et al., 2008; Novikov e Bagtzoglou, 2006; Quartassi et al., 2021). Estudos de  $T_r$  estuarino permitem avaliar as exportações e importações de nutrientes, quantificar os possíveis efeitos das mudanças nas cargas de nutrientes sobre os níveis de concentração de nutrientes, estimar as concentrações de clorofila e a produção primária (Dettman, 2001; Kelly, 1997; Monbet, 1992; Richardson & Jorgensen, 1996). Geralmente,  $T_r$  está ligado à troca, diluição, mistura e transporte de nutrientes, mas também relacionado a outras características do ecossistema, indicando interações entre processos biológicos (Rueda et al., 2006; de Abreu, et al., 2020; Officer et al., 1982; Cloern, 1982; Hily, 1991), incluindo efeitos na aquicultura (Brooks et al., 1999).

O Estuarine Coastal Ocean Model (ECOM), desenvolvido por Blumberg e Mellor (1987), que inclui um módulo de rastreamento de partículas, foi utilizado para estimar o tempo de residência no estuário Cananéia-Iguape. Esta região é impactada principalmente por fontes de poluição a montante através do canal do Valo Grande, e o tempo de residência é um bom indicador para quantificar quanto tempo esses poluentes permaneceriam no estuário.

**Material e métodos:** Utilizamos o ECOM, um modelo numérico hidrodinâmico que inclui um módulo de dispersão de partículas, para calcular o  $T_r$

no estuário Cananéia-Iguape. O modelo ECOM rodou por 55 dias, de 7 de novembro de 2019 a 31 de dezembro de 2019, com um spin-up de três dias (de 4 de novembro a 6 de novembro de 2019). O modelo ECOM foi calibrado e validado previamente (não mostrado aqui). Mais detalhes sobre esse modelo podem ser encontrados em Blumberg e Mellor (1987) e suas aplicações podem ser encontradas, por exemplo, em Birocchi et al. (2021) e Costa et al. (2020). A grade utilizada é curvilínea e irregular com 999 células na direção longitudinal e 27 na direção perpendicular totalizando 26973 células de grade (Figura 1b, 1c). A resolução máxima horizontal é de 15 metros e a resolução vertical é de 11 níveis sigma. A profundidade no canal principal varia de 0 a 17 metros (Figura 1a).

Figura 1. (a) Batimetria usada no domínio do modelo. Grade e batimetria para as regiões (b) norte e (c) sul do domínio.



Nós realizamos uma revisão bibliográfica sobre os modelos e métodos utilizados para o cálculo do tempo de residência em estuários (não mostrado aqui). O estudo de Brooks et al. (1999) é um exemplo do uso do ECOM para estimar a dispersão de partículas (Fig 2.a) e o tempo de residência (Fig 2.b) de partículas com flutuabilidade neutra em Cooking Bay, Maine. Para desenvolver um mapa de  $T_r$ , os autores lançaram partículas no domínio do modelo em cada célula da grade em vários estágios diferentes do ciclo de maré. Em seguida, eles calcularam o  $T_r$  médio mostrado na Figura (2.b). As nossas estimativas de  $T_r$  no estuário Cananéia-Iguape seguiram o método de Brooks et al. (1999), de acordo com as seguintes etapas:

1) Para gerar a dispersão de partículas conforme a Figura 2.a, nós:

a) Liberamos três partículas na superfície em células da grade do modelo adjacentes à abertura do Valo Grande na primeira hora lunar após o spin-up (três dias) do modelo ECOM;

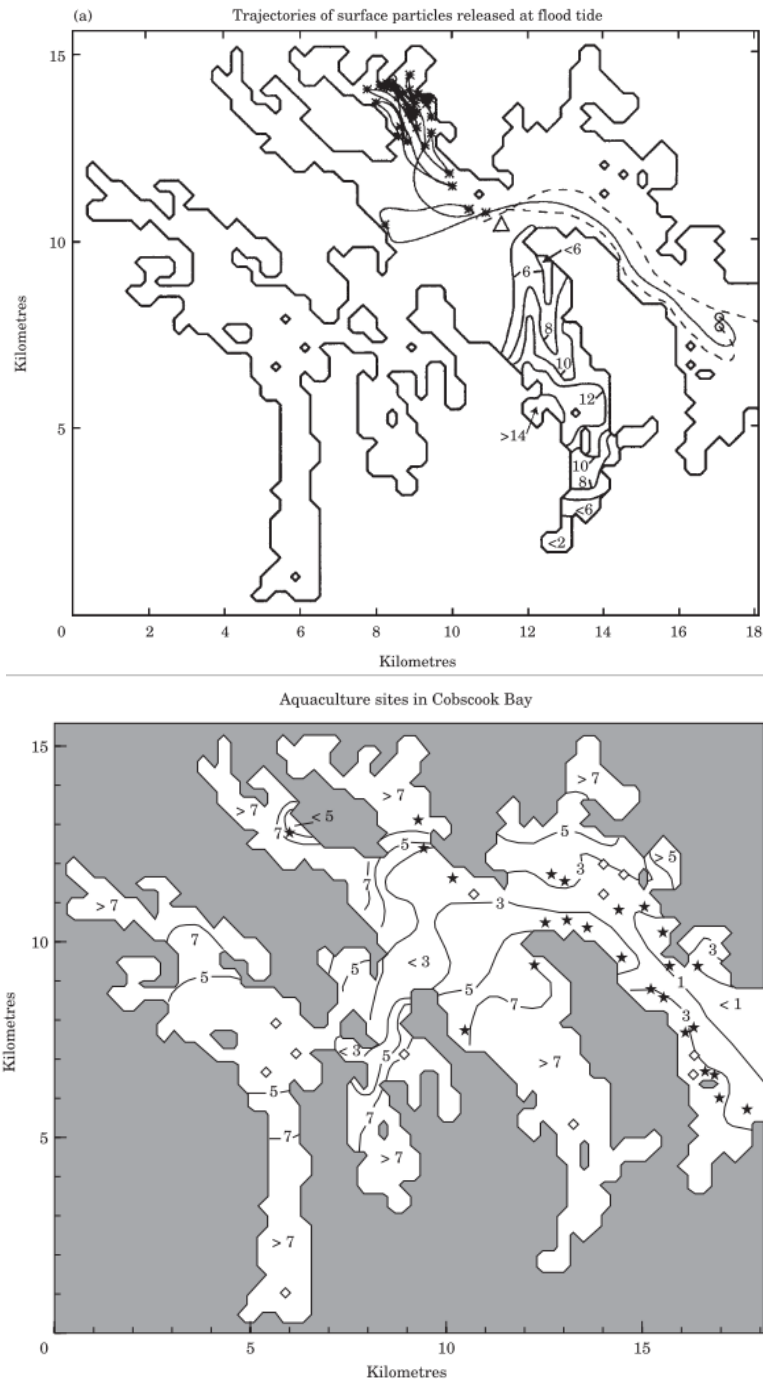
b) Identificamos as trajetórias das partículas.

2) Para gerar o mapa de tempo de residência conforme a Figura 2.b, nós:

c) Liberamos uma partícula na superfície em cada célula da grade após o spin-up do modelo ECOM (rodando por 55 dias);

d) Calculamos o tempo de residência em um ciclo completo de maré (12h25min aproximadamente). Isso foi calculado por meio da média entre doze simulações individuais com lançamento de partículas em um intervalo uniforme de uma hora lunar no ciclo de maré M-2 após o spin-up do modelo ECOM;

e) Criou um mapa de tempo de residência médio, identificando a posição inicial das partículas e quanto tempo elas levaram para sair do estuário pelas entradas norte ou sul. Neste caso, o tempo de residência é o tempo que a partícula levou para deixar o estuário de sua posição inicial.

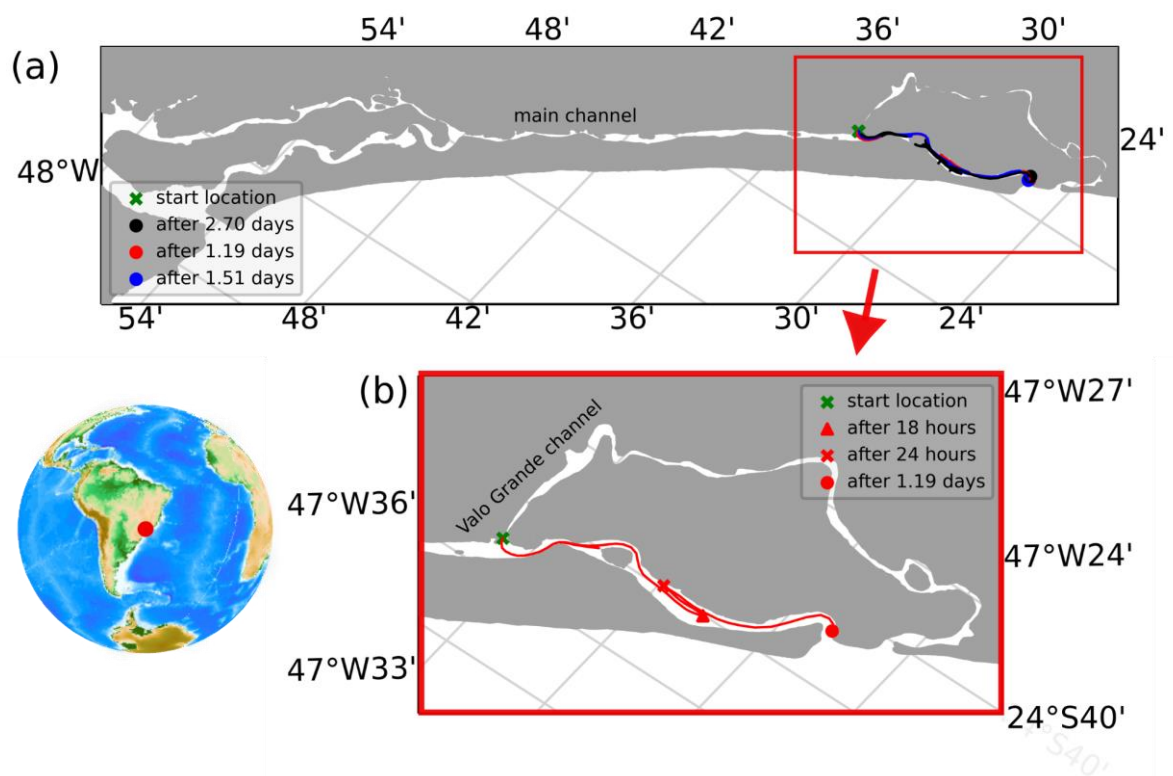


**Figura 2.** Retirado de Brooks et al. (1999) mostrando os resultados utilizando o Estuarine Coastal Ocean Model (ECOM). (a) Trajetórias de duas partículas liberadas na superfície no modelo em células adjacentes for a da foz de Estes , logo após o início da maré enchente em Eastport. As estrelas nas trajetórias marcam o intervalo de 6 horas lunares. Para um outro experimento, os contornos identificados em South Bay mostram a concentração em superfície em porcentagem depois de 15 horas do lançamento e terminam nas localidades mostradas pelo triângulo transparente. (b) Contornos para o tempo de residência médio em um ciclo completo de maré (em dias) para partículas superficiais neutras lançadas em cada célula da grade do modelo. A média é feita considerando doze simulações individuais com lançamentos de partículas em um intervalo de tempo uniforme de 1 hora lunar do ciclo de maré M2. Valores relativamente pequenos de  $T_r$  (menores que 1 dia) são evidentes no canal principal, mas as partículas ficam retidas em alguns locais por uma semana ou mais. As estrelas mostram a localização da aquicultura de salmão em 1995 e os diamantes são ilhas que são pouco resolvidas na representação topográfica do modelo.

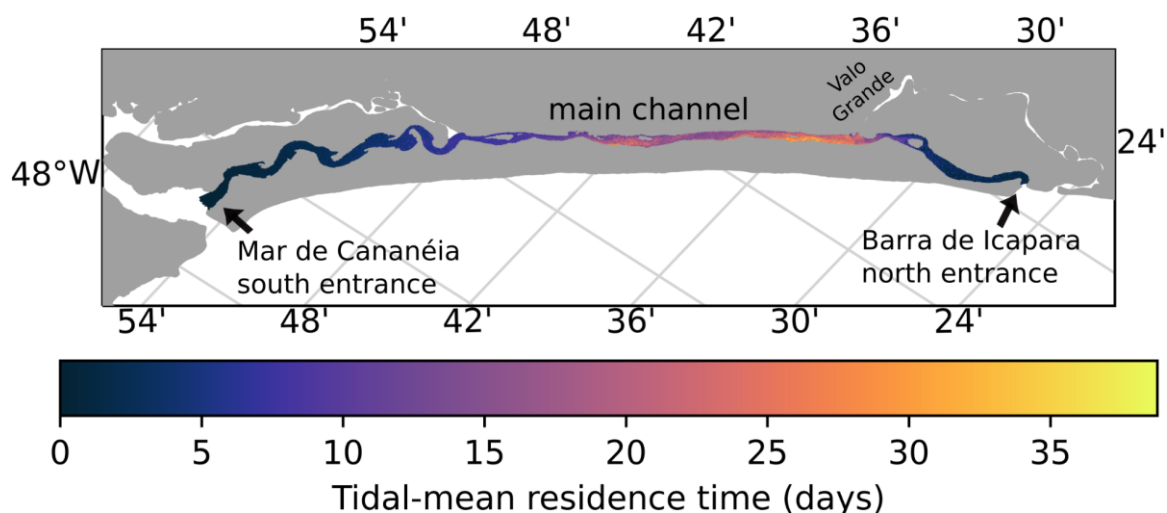
Usamos a temperatura média de 25,02 ° C medida entre 23 estações ao longo do estuário em outubro de 2019 e salinidade de 0 para estabelecer a condição inicial no domínio. Nos contornos, foram utilizados os valores de 25,03 ° C e 31,63, para temperatura e salinidade, respectivamente, com base nos valores medidos na estação mais próxima, além do uso da condição de contorno radiativa fornecida por Reid e Bodine (1968). Usamos dados de vento local horizontalmente constantes adquiridos do NCEP / NCAR (Kalnay et al. 1996) com resolução temporal de 1 hora. Incluímos a influência do vento remoto (atualizada a cada 15 minutos), introduzindo a elevação submaregráfica como condição de contorno no modelo. Foi prevista a maré nas duas aberturas do sistema, utilizando as amplitudes e fases de nove constituintes principais - Q1, O1, P1, K1, N2, M2, S2, K2 e M3. As componentes de maré, na entrada sul do estuário, foram definidas a partir da análise harmônica realizada por Mesquita e Harari (1983) utilizando dados de elevação medidos na base do Instituto Oceanográfico (Universidade de São Paulo) de 1969 a 1974. Na entrada norte, a análise harmônica foi realizada a partir de dados de um marégrafo instalado próximo ao farol de Icapara - localizado a aproximadamente três quilômetros da foz norte - de 24/05/1965 a 06/12/1965. Esses dados estão disponíveis no catálogo das estações brasileiras de marés Fundação de Estudos do Mar (FEMAR, 1999). Também incorporamos as vazões constantes dos rios do Mar de Cananéia fornecidas por Bérnago (2000) e, para o canal do Valo Grande, usamos os valores médios diários estimados com dados da DAAE pelo método da GEOBRÁS (1966), que foi utilizada posteriormente por Pisetta (2006, 2010) e Ambrósio (2016). Seguindo De Abreu et al. (2020), para incluir a precipitação no modelo, usamos a série temporal de precipitação horária dos resultados de MERGE do CPTEC (Rozante et al., 2010) em nosso modelo. Este produto consiste em uma combinação entre dados observacionais de precipitação e por satélite.

**Resultados e discussão:** Aplicando as etapas a) e b), as trajetórias foram calculadas e são apresentadas na Fig. 3 para três partículas (nas cores azul, preta e vermelha) liberadas na primeira hora lunar em 7 de novembro de 2019 no canal do Valo Grande (ponto verde). Todas as partículas saíram do estuário pela entrada norte (Barra de Icapara) 1,19, 1,51 e 2,70 dias, respectivamente, após o seu lançamento. (Fig 3a). É possível visualizar a influência da maré semi-diurna no movimento das partículas, principalmente quando focamos em uma única partícula (Fig. 3b) movendo-se para “frente” e para “trás” no estuário em um período de 6 horas, entre 18 e 24 horas após o seu lançamento (ver marcadores vermelhos).

Aplicando os passos c), d) e e), o tempo de residência médio foi calculado e é apresentado na Fig. 4. Podemos observar nas proximidades das entradas norte e sul um tempo de residência médio relativamente curto, inferior a 1 dia e, na parte interna do canal principal, valores que variam de 10 dias a 38,85 dias. Na parte interna do canal, próximo à região sul do canal de Valo Grande, é onde encontramos os valores máximos para o tempo médio de residência, atingindo 38,85 dias. Encontramos valores de 9,11 dias e 7,81 dias para o  $Tr$  médio e o desvio padrão no estuário, mostrando que o  $Tr$  pode variar consideravelmente ao longo do sistema.



**Figura 3.** O globo (à esquerda) mostra a localização do estuário de Cananéia-Iguape, Brasil no mundo (ponto vermelho) **(a)** Visão panorâmica do estuário de Cananéia-Iguape dando ênfase ao seu canal principal. No mapa, é possível observar a trajetória de três partículas (nas linhas e marcadores em preto, azul e vermelho) lançadas em 07/11/2019 na boca do canal do Valo Grande (ponto verde) na primeira hora lunar. Os marcadores redondos indicam a posição e o tempo necessário para as partículas saírem do estuário pela entrada norte (Barra de Icapara). **(b)** Zoom na região do Valo Grande e na entrada norte do estuário. O ponto verde corresponde à localização de lançamento das partículas. Os pontos e linha em vermelho correspondem às localizações e trajetórias para uma das partículas após 18 horas (marcador de triângulo), 24 horas (marcador em "x") e 1.19 dias (marcador de círculo) do lançamento, onde o último corresponde ao momento em que a partícula deixa o estuário pela entrada norte.



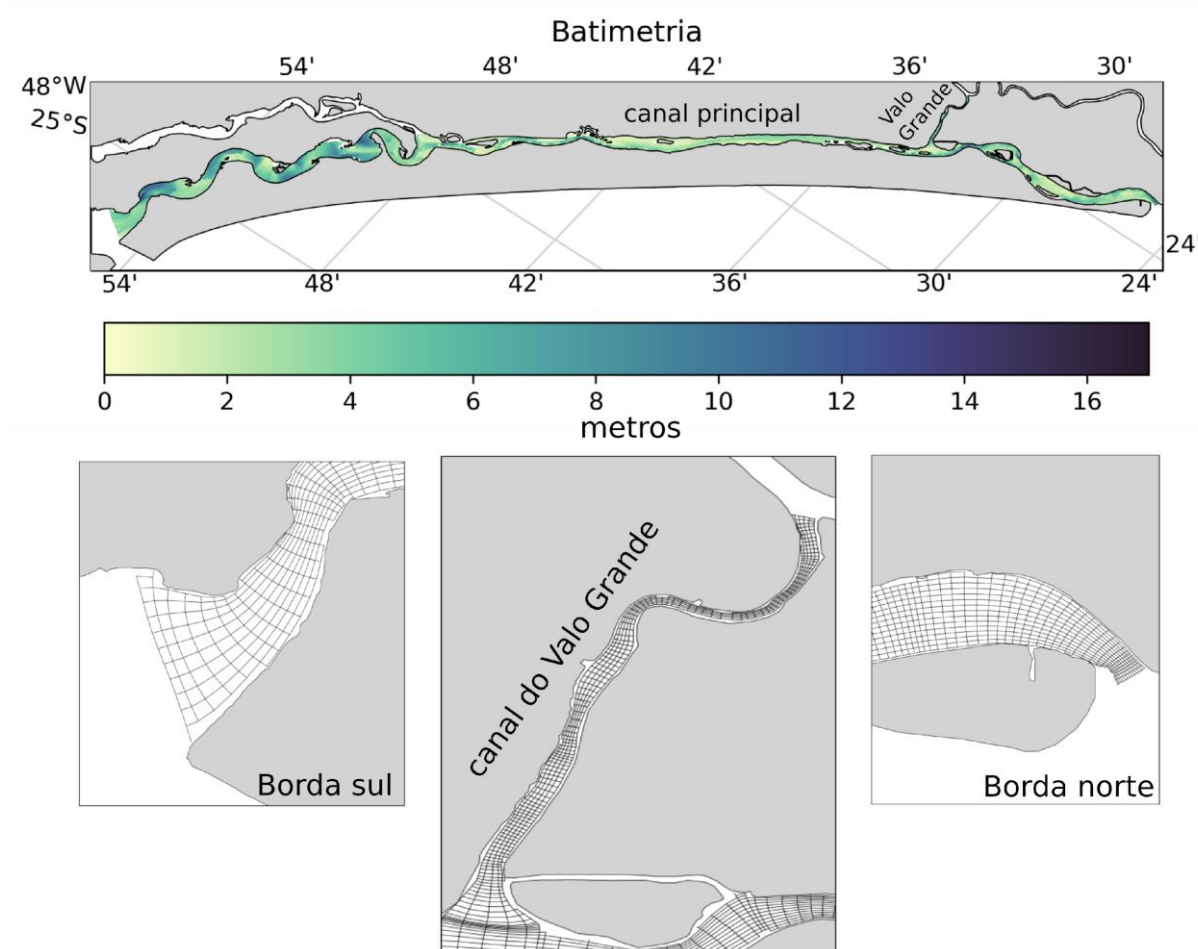
**Figura 4.** Tempo de residência médio considerando-se um ciclo completo de maré para o lançamento das partículas (em dias) para o canal principal do estuário de Cananéia-Iguape, considerando-se partículas neutras em superfície lançadas em cada ponto da grade. A média é feita através de doze simulações individuais, assim como em Brooks et al (1999), com lançamentos de partículas uniformes a cada uma hora lunar do ciclo de maré M2 no dia 07/11/2019. Valores relativamente pequenos de Tr (menores que 1 dia) são evidentes próximo às entradas norte (Barra de Icapara) e sul (Mar de Cananéia). Porém, as partículas ficam retidas no canal principal do estuário por 10 dias ou mais.

Brichta e Gaeta (2000) estimaram o Tr de água doce no estuário Cananéia-Iguape para os meses de junho e dezembro. Eles encontraram valores de Tr de 14 dias para junho e 7 dias para dezembro que foram altamente influenciados pela descarga fluvial. A Tr dobrou em junho na comparação com o mês de dezembro devido à menor vazão do rio nas bacias de Cananéia e Ribeira de Iguape com valores de  $19 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $333,32 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente, para junho, e  $47,79 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $833,37 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente, para dezembro.

Os resultados apresentados e discutidos neste trabalho são uma primeira abordagem de como estimar o tempo de residência no estuário de Cananéia-Iguape utilizando-se a modelagem numérica. Nesse trabalho, nós lançamos partículas apenas em superfície e como um próximo passo, nós lançaremos partículas em toda a coluna de água para uma melhor representação do processo. Em seguida, nós também incluiremos a estimativa do Tr utilizando o decaimento neperiano, como foi proposto no trabalho de MacCready et al. (2021) e, também incluiremos o canal do Valo Grande no domínio do modelo, conforme foi sugerido pela banca de qualificação deste estudo. Uma nova versão da grade já foi



construída, incluindo dados batimétricos mais recentes e o Valo Grande (Figura 5). A próxima etapa, será calcular o Tr nessa nova grade lançando partículas a montante do canal do Valo Grande possibilitando assim conhecer o Tr dentro do canal. Este trabalho continua em desenvolvimento e futuramente implementaremos os cenários do IPCC para verificar a influência das mudanças climáticas no tempo de residência do estuário de Cananéia-Iguape.



**Figura 5.** Batimetria (em metros) e zoom nas bordas norte e sul e no canal do Valo Grande da nova grade.

**Conclusão:** O Estuarine and Coastal Ocean Model (ECOM) foi escolhido para calcular o tempo necessário para a saída de partículas do estuário Cananéia-Iguape e para calcular o tempo de residência médio levando em consideração a chuva. O modelo ECOM foi configurado para levar em consideração as partículas liberadas após seu spin-up, calculando o tempo de residência médio. Os valores

médio e máximo do tempo de residência no sistema estuarino de Cananéia-Iguape foram 9,11 dias e 38,85 dias, respectivamente, mostrando que esta propriedade pode variar consideravelmente no estuário. É importante mencionar que neste estudo o tempo de residência médio foi inicialmente estimado para o canal principal do estuário Cananéia-Iguape considerando-se um ciclo completo de maré, e esta abordagem é uma das diversas maneiras pelas quais o tempo de residência pode ser calculado no sistema.

A estimativa do tempo de residência é uma abordagem útil para ser aplicada no monitoramento da qualidade da água de regiões costeiras e estuarinas. Manter a qualidade da água de acordo com a legislação para garantir um oceano saudável é um desafio em muitos estuários do Brasil. Dessa forma, a estimativa de  $T_r$  pode ser incluída nas políticas ambientais brasileiras como forma de detectar o tempo de autodepuração de substâncias de regiões costeiras e estuarinas. Esse é um grande desafio para o Brasil, que detém uma das maiores leis ambientais do mundo, mas que é mal aplicada. No estuário Cananéia-Iguape, por exemplo, a aplicação do  $T_r$  é importante para detectar áreas com alto  $T_r$ , que conseqüentemente retêm mais poluentes, podendo trazer conseqüências negativas para a aqüicultura de ostras na região. Este estuário concentra a maior produção de ostras do estado de São Paulo, no Brasil (Pereira et al., 2003; Ristori et al., 2007).

O tempo de residência em estuários no Brasil é pouco conhecido. De Abreu et al. (2020) e Da Silva et. al (2019) são exemplos de estudos recentes que tentaram estimar o  $T_r$  nos estuários da Amazônia e da Lagoa dos Patos, respectivamente. A aplicação de  $T_r$  permite relacionar padrões hidrodinâmicos a mecanismos ecológico-ambientais. Os estudos de  $T_r$  fornecem uma melhoria vital para a conservação da biodiversidade marinha. Além disso, esses estudos podem ser utilizados em outras disciplinas correlatas, como saneamento, engenharia ecológica e ambiental (de Abreu et al, 2020). Além de ser considerado um bom parâmetro hidrodinâmico, o estudo do tempo de residência em um estuário permite um melhor entendimento dos aspectos ecológicos, incluindo a dispersão de poluentes e os ciclos biogeoquímicos da área de interesse.

**Agradecimentos:** Agradecemos ao José Roberto, técnico do laboratório LHiCo pelo apoio nas simulações numéricas e ao Carlos Abreu por esclarecimentos quanto aos conceitos de tempo de residência. Agradecemos também a banca de qualificação que contribuiu para que este trabalho fosse desenvolvido e melhorado.

### Referências:

Ambrosio, G. B. (2016). Dinâmica da desembocadura lagunar de Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo. Master thesis, University of São Paulo.

Andrews, John C., and Hans Müller. "Space-time variability of nutrients in a lagoonal patch reef." *Limnology and Oceanography* 28.2 (1983): 215-227.

Azevedo, I. C., Bordalo, A. A., & Duarte, P. M., 2010. Influence of river discharge patterns on the hydrodynamics and potential contaminant dispersion in the Douro estuary (Portugal). *Water research*, 44(10), pp. 3133-3146.

Balachandran, K. K., Reddy, G. S., Revichandran, C., Srinivas, K., Vijayan, P. R., & Thottam, T. J., 2008. Modelling of tidal hydrodynamics for a tropical ecosystem with implications for pollutant dispersion (Cohin Estuary, Southwest India). *Ocean Dynamics*, 58(3), pp. 259-273.

Basu, B. K., and F. R. Pick. "Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate river." *Journal of Plankton Research* 19.2 (1997): 237-253.

Bérgamo, A. L., 2000. Características da hidrografia, circulação e transporte de sal: Barra de Cananéia, sul do Mar de Cananéia e baía do Trapandé. Ph. D. thesis, Oceanographic Institute, University of São Paulo.

Birocchi, P., Dottori, M., Costa, C. D. G. R., & Leite, J. R. B., 2021. Study of three domestic sewage submarine outfall plumes through the use of numerical modeling in the São Sebastião channel, São Paulo state, Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 101647.

Blumberg, A. F. and Mellor, G. L., 1987. A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. *Coastal and Estuarine Sciences* 4.

Blumberg, A., 2010. Stevens ECOM Users Manual October 2010 - Appendix II.

Bolin, B., and H. Rodhe., 1973. A note on the concepts of age distribution and transit time in natural reservoirs. *Tellus* 25(1), pp. 58-62.

Brichta, M.; Gaeta, S. A., 2000. Biomassa e produção autotrófica planctônica no complexo estuarino-lagunar Iguape-Cananéia, São Paulo. Thesis. Instituto Oceanográfico - USP, São Paulo.

Brooks, D.A., M.W. Baca, and Y.T. Lo., 1999. Tidal circulation and residence time in a macrotidal estuary: Cobscook Bay, Maine. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49, pp. 647-665.

Camacho, René A., et al. "Modeling the factors controlling phytoplankton in the St. Louis Bay Estuary, Mississippi and evaluating estuarine responses to nutrient load modifications." *Journal of Environmental Engineering* 141.3 (2015): 04014067.

Church, Thomas M., 1986. Biogeochemical factors influencing the residence time of microconstituents in a large tidal estuary, Delaware Bay. *Marine Chemistry* 18.2-4, pp. 393-406.

Cloern, James E., 1982. Does the benthos control phytoplankton biomass in south San Francisco Bay. *Marine ecology progress series. Oldendorf* 9.2, pp. 191-202.

Costa, C. G., Leite, J. R. B., Castro, B. M., Blumberg, A. F., Georgas, N., Dottori, M., & Jordi, A., 2020. An operational forecasting system for physical processes in the Santos-Sao Vicente-Bertioga Estuarine System, Southeast Brazil. *Ocean Dynamics*, 70(2), 257-271.

da Silva, D. V., Oleinik, P. H., Costi, J., de Paula Kirinus, E., & Marques, W. C. (2019). Residence time patterns of Mirim Lagoon (Brazil) derived from two-dimensional hydrodynamic simulations. *Environmental Earth Sciences*, 78(5), 1-11.

de Abreu, C. H. M.; Barros, M. de L. C.; Brito, D. C.; Teixeira, M. R.; da Cunha, A. C., 2020. Hydrodynamic modeling and simulation of water residence time in the estuary of the lower Amazon river. *Water (Switzerland)*, v. 12, n. 3.

Defne, Zafer, and Neil K. Ganju., 2015. Quantifying the residence time and flushing characteristics of a shallow, back-barrier estuary: Application of hydrodynamic and particle tracking models. *Estuaries and Coasts* 38.5, pp. 1719-1734.

FEMAR, F. d. E. d. M., 1999. Catálogo de estações maregráficas brasileiras. Technical report.

Fogarty, M. J., & Botsford, L. W., 2007. Population connectivity and spatial management of marine fisheries. *Oceanography*, 20(3), pp. 112-123.

GEOBRÁS (1966). Complexo Valo Grande Mar Pequeno Rio Ribeira de Iguape. Serviço do Vale do Ribeira. Technical report, Departamento de Águas e Energia Elétrica . Secretaria dos Serviços e Obras Públicas. Governo do Estado de São Paulo. 2 v.

Griffin D. W., Lipp E. K., Mclaughlin M. R., Rose J. B., 2001. Marine Recreation and Public Health Microbiology: Quest for the Ideal Indicator: This article addresses the historic, recent, and future directions in microbiological water quality indicator research, *BioScience*, Volume 51, Issue 10, Pages 817-825, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0817:MRAPHM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0817:MRAPHM]2.0.CO;2)

Herbert, R. J., Willis, J., Jones, E., Ross, K., Hübner, R., Humphreys, J., ... & Baugh, J., 2012. Invasion in tidal zones on complex coastlines: modelling larvae of the non-native Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, in the UK. *Journal of Biogeography*, 39(3), pp. 585-599.

Hily, Christian., 1991. Is the activity of benthic suspension feeders a factor controlling water quality in the Bay of Brest?. *Marine ecology progress series. Oldendorf* 69.1, pp. 179-188.

Iglesias, I., Almeida, C. M. R., Teixeira, C., Mucha, A. P., Magalhães, A., Bio, A., & Bastos, L., 2020. Linking contaminant distribution to hydrodynamic patterns in an urban estuary: The Douro estuary test case. *Science of The Total Environment*, 707, 135792.

Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, and Others, 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American meteorological Society* 77(3), 437-472.

Kelly, John R., 1997. Nitrogen flow and the interaction of Boston Harbor with Massachusetts Bay. *Estuaries* 20.2, pp. 365-380.

Larson, M., Bellanca, R., Jönsson, L., Chen, C., & Shi, P., 2005. A model of the 3D circulation, salinity distribution, and transport pattern in the Pearl River Estuary, China. *Journal of Coastal Research*, 21(5 (215)), pp. 896-908.

Levasseur, A., Shi, L., Wells, N. C., Purdie, D. A., & Kelly-Gerreyn, B. A., 2007. A three-dimensional hydrodynamic model of estuarine circulation with an application to Southampton Water, UK. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 73(3-4), pp. 753-767.

Liu, S., Butler, D., Memon, F. A., Makropoulos, C., Avery, L., & Jefferson, B., 2010. Impacts of residence time during storage on potential of water saving for grey water recycling system. *Water research*, 44(1), pp. 267-277.

Liu, Wen-Cheng, Wei-Bo Chen, and Ming-Hsi Hsu., 2011. Using a three-dimensional particle-tracking model to estimate the residence time and age of water in a tidal estuary. *Computers & Geosciences* 37.8, pp. 1148-1161.

MacCready, P., McCabe, R. M., Siedlecki, S. A., Lorenz, M., Giddings, S. N., Bos, J., ... & Garnier, S., 2021. Estuarine circulation, mixing, and residence times in the Salish Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 126(2), e2020JC016738.

McLusky, Donald S., and Michael Elliott., 2004. *The estuarine ecosystem: ecology, threats and management*. OUP Oxford.

McManus, M. C., Ullman, D. S., Rutherford, S. D., & Kincaid, C., 2020. Northern quahog (*Mercenaria mercenaria*) larval transport and settlement modeled for a temperate estuary. *Limnology and Oceanography*, 65(2), pp. 289-303.

Mesquita, A. R. and Harari J., 1983. Tides and Tide Gauges of Cananéia and Ubatuba – Brazil (lat. 24 o S). Relatório Interno do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo 11, 1–14.

Monbet, Yves., 1992. Control of phytoplankton biomass in estuaries: a comparative analysis of microtidal and macrotidal estuaries. *Estuaries* 15.4, pp. 563-571.

Novikov, A., & Bagtzoglou, A. C., 2006. Hydrodynamic model of the lower hudson river estuarine system and its application for water quality management. *Water resources management*, 20(2), pp. 257-276.

Officer, C. B., Theodore J. Smayda, and R. Mann., 1982. Benthic filter feeding: a natural eutrophication control.

Quartassi, B., Doyon, B., & Heniche, M., 2021. Numerical Prediction of Oil Mineral Aggregates Dispersion in the Estuary Of ST-Lawrence River. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1743, No. 1, p. 012033). IOP Publishing.

Pereira, O., M. Henriques, and I. Machado (2003). Estimativa da curva de crescimento da ostra *Crassostrea brasiliana* em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 29(1), 19–28.

Phlips, Edward J., et al. "Climatic influences on autochthonous and allochthonous phytoplankton blooms in a subtropical estuary, St. Lucie Estuary, Florida, USA." *Estuaries and Coasts* 35.1 (2012): 335-352.

Pisetta, M., 2006. Transporte de Sedimentos por Suspensão no Sistema Estuarino- Lagunar de Cananéia-Iguape. Master thesis. Oceanographic Institute, University of São Paulo.

Pisetta, M. (2010). Análise do processo de distribuição do material particulado em suspensão e metais associados no sistema Cananéia-Iguape ( SP ) São Paulo. Ph. D. thesis.

Pritchard, D. W. 1967 What is an estuary: a physical viewpoint. *American Association for the Advancement of Science* 83, 3–5.

Reid, R. O. and B. R. Bodine, 1968. Numerical model for storm surges in Galveston Bay. *Journal of the Waterways and harbors Division* 94(1), 33–58.

Richardson, Katherine, and Bo Barker Jørgensen., 1996. Eutrophication: definition, history and effects. *Eutrophication in coastal marine ecosystems* 52, pp. 1-19.

Ristori, C. A., S. T. Iaria, D. S. Gelli, and I. N. G. Rivera (2007). Pathogenic bacteria associated with oysters (*Crassostrea brasiliana*) and estuarine water along the south coast of Brazil. *International journal of environmental health research* 17(4), 259–269.

Rozante, J. R.; Moreira, D. S. ; Gonçalves., L. G. G. ; Vila, Daniel A., 2010. Combining TRMM and Surface Observations of Precipitation: Technique and Validation Over South America. *Weather and Forecasting*, v. 25, p. 885-894.

Rueda, Francisco, Enrique Moreno-Ostos, and Joan Armengol., 2006. The residence time of river water in reservoirs." *Ecological Modelling* 191.2, pp. 260-274.

Sale, P. F., Cowen, R. K., Danilowicz, B. S., Jones, G. P., Kritzer, J. P., Lindeman, K. C., ... & Steneck, R. S., 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends in ecology & evolution*, 20(2), pp. 74-80.

Shen, J., Boon, J. D., & Kuo, A. Y., 1999. A modeling study of a tidal intrusion front and its impact on larval dispersion in the James River estuary, Virginia. *Estuaries*, 22(3), pp. 681-692.

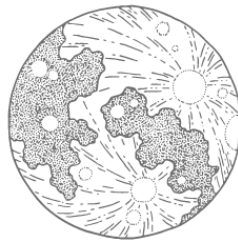
Shen, Jian, and Larry Haas., 2004. Calculating age and residence time in the tidal York River using three-dimensional model experiments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 61.3, pp. 449-461.

Ulses, C., Grenz, C., Marsaleix, P., Schaaff, E., Estournel, C., Meulé, S., & Pinazo, C., 2005. Circulation in a semi-enclosed bay under influence of strong freshwater input. *Journal of Marine Systems*, 56(1-2), pp. 113-132.

Wan, Y., Qiu, C., Doering, P., Ashton, M., Sun, D., & Coley, T., 2013. Modeling residence time with a three-dimensional hydrodynamic model: Linkage with chlorophyll a in a subtropical estuary. *Ecological Modelling*, 268, pp. 93-102.

Wang, Chi-Fang, Ming-Hsi Hsu, and Albert Y. Kuo., 2004. Residence time of the Danshuei River estuary, Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60.3, pp. 381-393.

Zainol, Z., Akhir, M. F., & Zainol, Z., 2021. Pollutant transport and residence time of a shallow and narrow coastal lagoon estimated using a numerical model. *Marine Pollution Bulletin*, 164, pp. 112011.



GT10 - Geotecnologias  
Modelagem em Ciência  
Ambiental



# USO DE DEEP LEARNING PARA DETECÇÃO DE *CECROPIA* SP. EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA AMAZÔNIA IMAGEADA POR DRONE

Rafael Walter Albuquerque<sup>1</sup>; Daniel Luís Mascia Vieira<sup>2</sup>; Manuel Eduardo Ferreira<sup>3</sup>; Lucas Pedrosa Soares<sup>4</sup>; Julio Ricardo Caetano Tymus<sup>5</sup>; Cintia Palheta Balieiro<sup>5</sup>; Marcelo Hiromiti Matsumoto<sup>6</sup>; Luciana Spinelli Araujo<sup>7</sup>; Luiz Eduardo Vicente<sup>7</sup>; Carlos Henrique Grohmann<sup>1</sup>;

1 – Universidade de São Paulo, Instituto de Energia e Ambiente, Spatial Analysis and Modelling Lab (SPAMLab), São Paulo, CEP 05508-010, Brasil. [r.w.albuquerque@gmail.com](mailto:r.w.albuquerque@gmail.com); [guano@usp.br](mailto:guano@usp.br)

2 – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, CEP 70770-917, Brasil. [daniel.vieira@embrapa.br](mailto:daniel.vieira@embrapa.br)

3 – Universidade Federal de Goiás – UFG, Instituto de Estudos Socioambientais - IESA, Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento – LAPIG/Pro-Vant, Campus II, Cx. Postal 131, CEP 74001-970, Goiânia – GO, Brasil. [manuel@ufg.br](mailto:manuel@ufg.br)

4 – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (IGc-USP), São Paulo, SP, 05508-080, Brasil.

[lpedrosasoares@gmail.com](mailto:lpedrosasoares@gmail.com)

5 – The Nature Conservancy Brasil-TNC, Av. Paulista, 2439/91, 01311-300, São Paulo-SP, Brasil. [itymus@tnc.org](http://itymus@tnc.org);

[cbalieiro@tnc.org](mailto:cbalieiro@tnc.org)

6 – World Resources Institute - WRI, Rua Cláudio Soares, 72 - 1510, CEP 05422-030, São Paulo - SP, Brasil. [marcelo.matsumoto@wri.org](mailto:marcelo.matsumoto@wri.org)

7 – Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP 340, KM 127 S/N, CEP 13820-000, Jaguariúna - SP, Brasil.

[luciana.spinelli@embrapa.br](mailto:luciana.spinelli@embrapa.br); [luiz.vicente@embrapa.br](mailto:luiz.vicente@embrapa.br)

**RESUMO:** Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA, ou drones) possuem alto potencial para monitorar atividades de Restauração Florestal, tendo apresentado boa acurácia ao medir parâmetros estruturais da vegetação, mas ainda carecendo de maiores estudos quanto à medição automática do parâmetro biodiversidade. Em florestas em início de regeneração na Amazônia, a dominância do gênero *Cecropia* é indicadora de alta taxa de recuperação da biodiversidade e de biomassa. Este trabalho tem o objetivo de avaliar a capacidade de uma técnica de *Deep Learning* na detecção automática de árvores do gênero *Cecropia* em áreas de restauração florestal da Amazônia imageadas por drone de baixo custo. Para aprimorar o treinamento do algoritmo, foi utilizada a rede Mask-RCNN, que trabalha com segmentação de instâncias, junto ao mecanismo de *transfer learning* e uso de imagens sintéticas. Os resultados de detecção automática de *Cecropia* foram robustos (IoU=0,77 e F1=0,85), evidenciando mais um potencial do uso de drones para o monitoramento de áreas em processo de restauração florestal. Trabalhos futuros deverão avaliar métodos de Domínio de Adaptação para aprimorar o grau de generalização de detecção automática de *Cecropia* em imagens aéreas obtidas em diferentes condições climáticas da imagem, além de avaliar o potencial de detecção automática de outras espécies-chave.

**Palavras-Chave:** VANT; RPA; Multi-rotor; Mask-RCNN; RGB

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16712875>

**ABSTRACT:** Remotely Piloted Aircrafts (RPA, or drones) have a high potential to monitor Forest Restoration (FR) activities because they accurately measured structural parameters, but since the Amazon is a biodiversity hotspot, more studies regarding the FR biodiversity must be conducted. On early Amazon FR, canopy cover dominated by *Cecropia* suggests good recovery of biodiversity and biomass. Considering that Deep Learning techniques have revolutionized the fields of Computer Vision and image processing, this study aims to evaluate Artificial Intelligence methods on identifying *Cecropia* occurrence on an RPA image of a FR area in the Brazilian Amazon. The Mask-RCNN architecture, which performs instance segmentation, along with a transfer learning and creation of synthetic images method was applied. The automatic mapping of *Cecropia* was accurate (IoU=0,77 and F1=0,85), which shows one more low-cost RPA potential for monitoring FR projects. Future studies must assess Domain Adaptation methodologies to improve the generalization capacity of the *Cecropia* sp. automatic mapping from aerial images acquired in different FR areas and different light conditions. Future studies should also assess the RPA potential to map other relevant species automatically.

**Keywords:** VANT; RPA; Multi-rotor; Mask-RCNN; RGB

**Introdução:** O monitoramento da Restauração Florestal (RF) é imprescindível para avaliar a taxa de recuperação e o alcance dos objetivos de provisão de serviços ecossistêmicos. A restauração ecológica pode resultar em maior ou menor sucesso dependendo do estado inicial de degradação e das intervenções aplicadas (DELUCA et al., 2010; CHAVES et al., 2015; MCDONALD et al., 2016). O bioma Amazônia, que recentemente tem passado por um considerável aumento no desmatamento (SILVA-JUNIOR et al., 2021), consiste em uma região onde o sucesso do restabelecimento da estrutura da vegetação e diversidade de espécies nos projetos de RF desempenharão papel importante na mitigação das mudanças climáticas (RÖDIG et al., 2018).

Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), do termo inglês *Remotely Piloted Aircraft*, popularmente conhecidas como drones, possuem alto potencial

para monitorar projetos de RF (ZAHAWI et al., 2015; ALBUQUERQUE et al., 2021), afinal suas imagens possuem alta resolução espacial e recobrem toda a área de interesse (AASEN et al., 2015) com alto controle de revisitas ao longo dos diferentes estádios da vegetação (MICHEZ et al., 2016). Por exemplo, os RPA de menor custo (TAROLLI, 2014) conseguem medir com acurácia os parâmetros estruturais da vegetação, especialmente em condições de dossel aberto (CHEN et al., 2017; WU et al., 2019; BELMONTE et al., 2020; ALBUQUERQUE et al., 2021), mas o parâmetro biodiversidade medido por esta tecnologia ainda carece de maiores estudos (ALBUQUERQUE et al., 2021).

Apesar da possibilidade de RPA de menor custo medir os parâmetros estruturais da vegetação, o monitoramento da biodiversidade por drones ainda carece de estudos (ALBUQUERQUE et al., 2021). Para identificar espécies do dossel de florestas por Sensoriamento Remoto, técnicas de Visão Computacional chamadas de aprendizado profundo, ou *Deep Learning* (LECUN; BENGIO; HINTON, 2015), revolucionaram o campo do processamento de imagens (ZHAO et al., 2017; ZHU et al., 2017; BRODRICK; DAVIES; ASNER, 2019) e já mostraram que imagens de RPA são capazes de detectar algumas espécies na Amazônia (FERREIRA et al., 2020; MOURA et al., 2021), bem como espécies arbóreas de uma floresta na Alemanha (SCHIEFER et al., 2020). Porém, a Amazônia é um *hotspot* de biodiversidade (MYERS et al., 2000), então o mapeamento automático de espécies ainda carece de mais estudos.

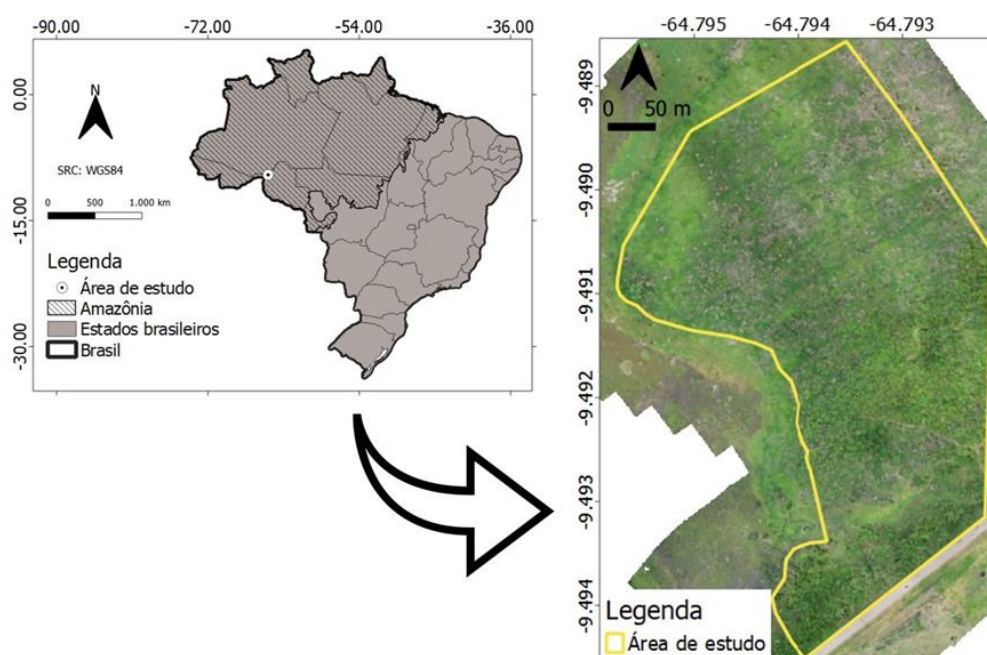
Este trabalho tem o objetivo de avaliar a capacidade do *Deep Learning* em detectar automaticamente árvores do gênero *Cecropia* em áreas de restauração florestal na Amazônia que foram imageadas por RPA de baixo custo (um pequeno quadricóptero elétrico com sensor RGB). No processo de mapeamento automático, buscou-se avaliar a qualidade da detecção de indivíduos, do delineamento das copas e da distribuição das áreas como um todo.

### **Material e métodos:**

**Área de estudo:** A área de estudo situa-se no bioma Amazônia, município de Porto Velho, estado de Rondônia (RO) (Figura 1).

**Materiais:** O RPA utilizado foi o Phantom 4 Pro (multi-rotor), embarcado com sensor RGB 1"CMOS 20MP (detalhes em <<https://www.dji.com/br/phantom-4-pro>>), capaz de produzir imagens de alta resolução espacial, georreferenciadas, na faixa do espectro visível da luz.

Figura 1: Localização da área de estudo no município de Porto Velho. A área avaliada é uma restauração ativa com ocorrência de *Cecropia* e possui 14,07 hectares em meio à UHE Jirau, margem direita do Rio Madeira.



Fonte: Autoria própria.

*Ground Control Points* (GCP), ou pontos de controle, foram coletados pelo *Global Navigation Satellite System* (GNSS) geodésico Spectra Precision SP60. Mais detalhes sobre este equipamento podem ser vistos em <<https://spectrageospatial.com/sp60-gnss-receiver/>>.

O planejamento de voo foi feito utilizando-se o software Map Pilot (DRONESMA- DEEASY.COM, 2020). O Modelo Digital de Superfície (MDS), Modelo Digital de Terreno (MDT) e ortomosaico foram gerados no software Agisoft Metashape (AGISOFT.COM, 2020). Os procedimentos de *Deep Learning* foram feitos utilizando a linguagem de programação Python (Python Core Team, 2015) versão 3.5 e os gráficos em R (R Core Team, 2013) versão 3.6. Os layouts

dos mapas foram feitos no software QGIS (QGIS Development Team, 2021) versão 3.12.

**Métodos:** Os voos foram realizados em dezembro de 2019 de acordo com as normativas nacionais (ANAC, 2017) a 80 metros de altura, obtendo-se aproximadamente 2 centímetros de resolução espacial, ou *Ground Sample Distance* (GSD) e as sobreposições longitudinal e lateral foram de, respectivamente, 90% e 80%. Um total de três pontos de controle foram utilizados na imagem do RPA.

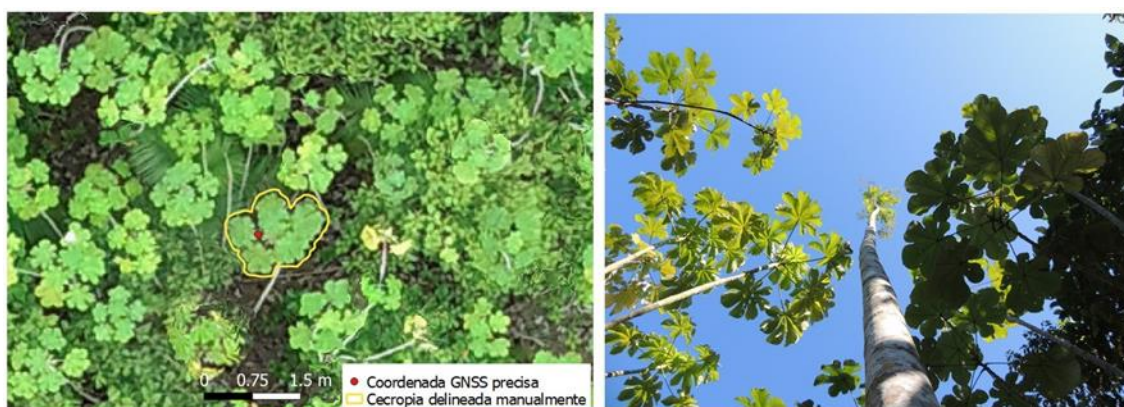
Para o procedimento de *Deep Learning*, foi utilizada a rede neural Mask-RCNN, pois esta é uma rede que faz segmentação de instâncias, que é quando objetos de uma mesma classe são discriminados quando se tocam, ao invés de segmentação semântica, que é quando objetos de uma mesma classe são contados como um quando se tocam (RUIZ-SANTAQUITERIA et al., 2020). No âmbito florestal, para se avaliar a complexidade estrutural de um dossel registrado por imagens de RPA, bem como para levantar o total de indivíduos no local, as copas das árvores devem ser devidamente separadas quando sobrepostas ou adjacentes entre si (BRAGA et al., 2020; FERREIRA et al., 2020). Apesar de realizar a segmentação de instâncias, a desvantagem da rede neural Mask-RCNN é o maior tempo de processamento computacional (BRAGA et al., 2020; FERREIRA et al., 2020), mas considerando que a coleta de amostras e processo de treinamento são notáveis desvantagens do *Deep Learning* (DARGAN et al., 2019) e que idealmente a rede neural deve funcionar sem a necessidade de coletar mais amostras, o que acontece, por exemplo, com o algoritmo de detecção de rostos em fotos (GUO; ZHANG, 2019), o Mask-RCNN é uma alternativa interessante. Afinal, o processo de previsão de alvos do Mask-RCNN, ao contrário do processo de treinamento, é rápido, o que torna oportuno investir num devido treinamento do Mask-RCNN até que o mesmo apresente ampla capacidade de generalização e possa ser utilizado apenas em processos de previsão.

O processo de treinamento do Mask-RCNN utilizou um total de 400 amostras, sendo 240 para treinamento, 80 para validação e 80 para teste. Para

lidar com a dificuldade da falta de amostras para obtenção de resultados robustos em *Deep Learning* (DARGAN et al., 2019), Braga et al. (2020) apresentaram uma forma de criação de imagens sintéticas que promovem augmentação das amostras. Neste caso, foram criadas 1800 imagens sintéticas para o processo de treinamento e 600 imagens sintéticas para o processo de validação, contendo cada imagem sintética um total de 5 amostras. O total de épocas no processo de treinamento foi de 150. Um procedimento de *fine-tuning* foi aplicado no treinamento no qual as primeiras 30 épocas treinam apenas as "cabeças" da rede neural, sendo que na sequência toda a rede é treinada.

Para confirmar o aspecto de Cecropia nas imagens do RPA, coordenadas precisas foram coletadas destas árvores. Conforme ilustrado na Figura 2, árvores de Cecropia possuem aspecto bem característico não só nas imagens, mas também em nível de solo.

Figura 2: Exemplo de Cecropia manualmente delineada de acordo com coordenadas GNSS precisas que confirmaram o aspecto do alvo na imagem do RPA (a); e foto tomada em nível de solo (b).



Fonte: Autoria própria.

Para que o modelo apresente boa acurácia, é fundamental que o processo de treinamento inclua imagens com diferentes classes de fundo (backgrounds). Uma vez que gramíneas volumosas e palmeiras geraram confusão com a Cecropia, foram geradas imagens sintéticas com dimensões de 1024 x 1024 pixels com background contendo estas duas feições. Tal procedimento aumentou o custo

computacional em relação às imagens sintéticas de 128 x 128 pixels inicialmente testadas, mas aprimorou consideravelmente os resultados.

Para avaliação da acurácia, os erros de omissão (Falso-Negativo; FN), comissão (Falso-Positivo; FP) e Acurácia Geral (CONGALTON, 1991) permitem o cálculo dos índices Recall, Precisão e F1 conforme as equações 1, 2 e 3, respectivamente. Tais índices variam de 0 (zero) a 1 (um), sendo que o valor 1 (um) indica totalmente acurado (GOUTTE; GAUSSIER, 2005).

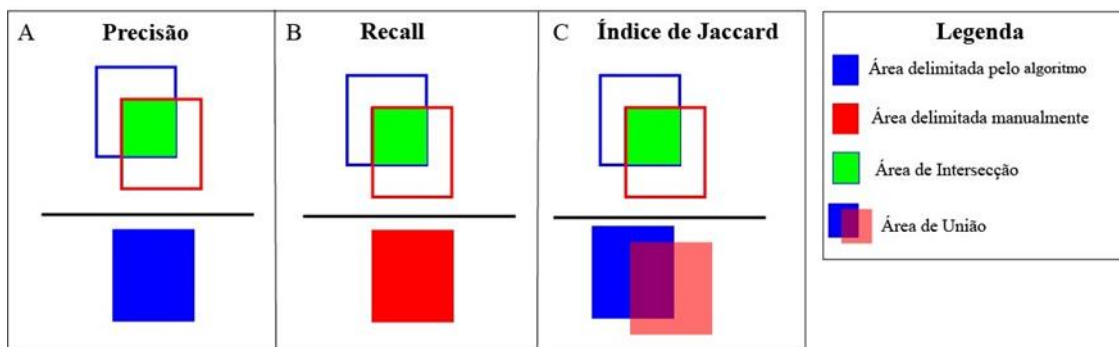
$$r = \frac{VP}{(VP + FN)} \quad (1)$$

$$p = \frac{VP}{(VP + FP)} \quad (2)$$

$$F1 = 2 * \frac{(r * p)}{(r + p)} \quad (3)$$

Uma amostra de teste é considerada devidamente identificada (Verdadeiro-Positivo) quando pelo menos 50% de sua área se intersecta com o objeto automaticamente mapeado. Entretanto, não somente a detecção de objetos individuais deve ser avaliada, mas também a qualidade do delineamento dos objetos (BRAGA et al., 2020). Logo, os índices Recall, Precisão, F1 e Índice de Jaccard, também conhecido como Interseccion over Union (IoU), foram usados conforme mostra a Figura 3 para avaliar a qualidade do delineamento. Segundo (BRAGA et al., 2020), árvores corretamente delineadas apresentam  $IoU \geq 0,5$ , sendo o  $IoU > 0,7$  considerado de elevada semelhança ao dado referência.

Figura 3: Recall, Precisão e Índice de Jaccard para avaliação da qualidade do delineamento automático dos alvos.

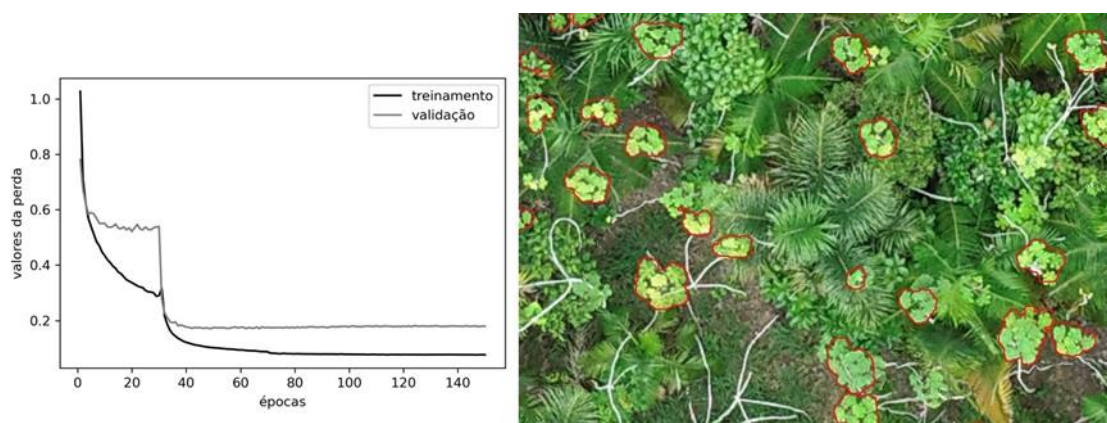


Fonte: Autoria própria.

Além de avaliar a detecção e a qualidade do delineamento dos objetos, erros de omissão e comissão também devem avaliar a distribuição de áreas para evitar possíveis vícios de superestimação da acurácia (RADOUX; BOGAERT, 2017). A detecção de objetos considera interseção maior que 50%, enquanto que a distribuição das áreas considera toda a área do dado de referência. Logo, os índices Acurácia Geral, Recall, Precisão e F1 também foram calculados considerando toda a área das amostras de testes.

**Resultados:** A Figura 4 mostra os resultados do treinamento conforme as épocas e os alvos de Cecropia mapeados automaticamente na imagem do RPA.

Figura 4: Processo de treinamento da Cecropia (a) e resultados da previsão automática dos alvos (b).



Fonte: Autoria própria.



A avaliação de acurácia demonstra resultados robustos, conforme valores apresentados na Tabela 1. O Índice de Jaccard (ou IoU) de 0,77 é acurado porque IoU maior que 0,7 é considerado um delineamento quase perfeito (BRAGA et al., 2020), enquanto o F1 de 0,85 para distribuição de áreas é considerado acurado segundo a literatura (MOHAN et al., 2017; WAGNER et al., 2019; ALBUQUERQUE et al., 2020; FERREIRA et al., 2020; BRAGA et al., 2020; SCHIEFER et al., 2020; WAGNER et al., 2020b; FERREIRA et al., 2021; BELMONTE et al., 2020). Tais resultados mostram amplo potencial dos RPA em mapear automaticamente a ocorrência de Cecropia em projetos de Restauração Florestal no bioma Amazônia.

Tabela 1: Acurácia da qualidade do delineamento e distribuição de áreas de Cecropia obtidos pela arquitetura Mask-RCNN.

Parâmetro	Acurácia Geral	Árvores identificadas	Árvores identificadas e corretamente delineadas	IoU	Precisão	Recall	F1
Acurácia do delineamento dos alvos	-	91,25%	91,78%	0,772	0,937	0,820	0,875
Acurácia da distribuição das áreas	99,27%	-	-	-	0,976	0,752	0,849

Fonte: Autoria própria.

**Discussão:** O método de Deep Learning foi robusto para identificar e quantificar copas de Cecropia no dossel de uma floresta em restauração imageada por RPA de baixo custo. A detecção automática de Cecropia já havia ocorrido de forma acurada em imagem de satélite utilizando segmentação semântica (WAGNER et al., 2019) e em imagem de RPA utilizando bounding box sem delineamento da copa (MOURA et al., 2021). Porém, neste trabalho ocorreu o delineamento automático de cada copa, o que permite quantificar o total de

indivíduos no local (BRAGA et al., 2020; FERREIRA et al., 2020) e calcular métricas geométricas de cada copa (YURTSEVEN et al., 2019).

O levantamento da distribuição e do total de indivíduos de determinada espécie é importante para o planejamento do manejo florestal de conservação ou econômico, pois essas informações permitem saber o status de proteção de cada indivíduo, assim como regiões com menor e maior abundância da espécie (GUARIGUATA; PINARD, 1998; VARMA; FERGUSON; WILD, 2000). Além da importância do levantamento do número de indivíduos de cada espécie (obtido por segmentação de instâncias), a distribuição espacial e distância física entre indivíduos da mesma espécie (o que pode ser obtido por segmentação de instâncias ou por segmentação semântica) também é importante para elementos como fragmentação, adjacência (VARMA; FERGUSON; WILD, 2000), verificação de adequação da distribuição, polinização e avaliação de indicadores de restauração (GUARIGUATA; PINARD, 1998).

Este trabalho contribui, portanto, para a busca de um aprimoramento no manejo florestal da Amazônia, pois, assim como os trabalhos de Ferreira et al. (2020) e Moura et al. (2021), demonstra que os RPAs têm potencial para identificar espécies importantes da região. Imagens de satélite de alta resolução espacial, apesar da não-gratuidade para alguns sistemas atualmente, são também uma alternativa para identificação de espécies relevantes ao manejo florestal da Amazônia (WAGNER et al., 2020a; FERREIRA et al., 2021), podendo cada gestor avaliar a vantagem destas plataformas em relação aos RPAs conforme especificidades de projeto, como tamanho da área, resolução mínima das imagens, periodicidade de aquisição de novas imagens, acessibilidade no campo, custos, etc. (BÖTTCHER et al., 2009).

Os bons resultados obtidos pelo uso de câmera com sensor RGB padrão (não multiespectral nem hiperespectral) e de baixo custo reiteram a capacidade do algoritmo em trabalhar dados de altíssima resolução espacial e baixa resolução espectral. Atualmente, há imagens de satélite oriundas de nano e microsatélites que possuem resoluções espaciais e espectrais relevantes, consistindo, portanto,

num campo de estudos a ser explorado para o mapeamento de espécies importantes para a restauração florestal.

Apesar dos resultados robustos obtidos neste trabalho, para que a identificação automática de *Cecropia* via Sensoriamento Remoto, assim como de outras espécies, possa se tornar pragmática (funcional a profissionais não-especializados em Sensoriamento Remoto), é necessário que o algoritmo seja capaz de distinguir o alvo sem a necessidade de um rigoroso processo de coleta de amostras. Neste caso, para que o alvo seja identificável pelo algoritmo sem a necessidade de coleta de amostras, o processo de treinamento deve ocorrer em imagens coletadas em diferentes horários e diferentes estações do ano, pois assim será possível criar plugins em softwares livres, como o QGIS, capazes de rodar o algoritmo de uma forma amigável por profissionais não-especialistas em Sensoriamento Remoto. Trabalhos futuros deverão, portanto, avaliar a questão do Domínio de Adaptação (ZHANG et al., 2020) para tornar a identificação automática de *Cecropia* viável para profissionais de RF não-especializados em Sensoriamento Remoto.

O presente estudo é, portanto, relevante por demonstrar mais uma possibilidade oferecida por RPA. Outros gêneros de espécies devem ser avaliados futuramente quanto ao mapeamento automático, por exemplo, o gênero *Vismia*, cuja predominância no dossel sugere que a restauração florestal não apresentará boa riqueza de espécies no futuro.

**Conclusão:** RPAs de baixo custo apresentam amplo potencial para detecção de *Cecropia*, um alvo de interesse em projetos de RF na Amazônia porque sua ampla ocorrência sugere que a vegetação apresentará riqueza de espécies futuramente. Realizado este primeiro passo, trabalhos futuros deverão avaliar o desenvolvimento de maior capacidade de generalização da identificação automática de *Cecropia* em imagens obtidas em diferentes condições da que foi analisada neste trabalho. Trabalhos futuros deverão também estudar quais outras espécies, preferencialmente as mais importantes em projetos de

restauração florestal, são possíveis de serem identificadas automaticamente em imagens de RPA.

**Financiamento:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Este trabalho também foi financiado pela Embrapa Cenargen. M.E.F. (proc. #315699/2020-5) e C.H.G. (proc. #423481/2018-5 e #304413/2018-6) são bolsistas de produtividade de pesquisa CNPq.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem a Embrapa, o suporte em campo da CoopJirau e a Universidade Federal de Goiás/LAPIG/Pro-Vant pelo apoio aos projetos de drones. Também agradecemos o SPAMLab do IEE-USP pela disponibilização do drone e do GNSS geodésico utilizados no estudo, bem como pela infraestrutura computacional para processamento e análise dos dados. Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento de bolsa de pós-graduação do autor. Agradecemos também os proprietários das áreas em processo de restauração florestal (Indústria Jirau).

#### **Referências:**

AASEN, H.; BURKART, A.; BOLTEN, A.; BARETH, G. Generating 3d hyperspectral information with lightweight uav snapshot cameras for vegetation monitoring: From camera calibration to quality assurance. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Elsevier, v. 108, n. 10, p. 245–259, 2015.

AGISOFT.COM. **Discover intelligent photogrammetry with Metashape**. 2020. Disponível em: <<https://www.agisoft.com/>>.

ALBUQUERQUE, R. W.; COSTA, M. O.; FERREIRA, M. E.; CARRERO, G. C.; GROHMANN, C. H. Remotely piloted aircraft imagery for automatic tree counting in forest restoration areas: a case study in the amazon. **Journal of Unmanned Vehicle Systems**, NRC Research Press 1840 Woodward Drive, Suite 1, Ottawa, ON K2C 0P7, v. 8, n. 3, p. 207–223, 2020.

ALBUQUERQUE, R. W.; FERREIRA, M. E.; OLSEN, S. I.; TYMUS, J. R. C.; BALIEIRO, C. P.; MANSUR, H.; MOURA, C. J. R.; COSTA, J. V. S.; BRANCO, M. R. C.; GROHMANN, C. H. Forest restoration monitoring protocol with a low-cost remotely piloted aircraft: Lessons learned from a case study in the brazilian atlantic forest. **Remote Sensing**, v. 13, n. 12, 2021. ISSN 2072-4292. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/13/12/2401>>.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Resolução número 419, de 2 de maio de 2017. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial, RBAC-E número 94.** 2017.

BELMONTE, A.; SANKEY, T.; BIEDERMAN, J. A.; BRADFORD, J.; GOETZ, S. J.; KOLB, T.; WOOLLEY, T. Uav-derived estimates of forest structure to inform ponderosa pine forest restoration. **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, Wiley Online Library, v. 6, n. 2, p. 181–197, 2020.

BÖTTCHER, H.; EISBRENNER, K.; FRITZ, S.; KINDERMANN, G.; KRAXNER, F.; MCCALLUM, I.; OBERSTEINER, M. An assessment of monitoring requirements and costs of 'reduced emissions from deforestation and degradation'. **Carbon balance and management**, BioMed Central, v. 4, n. 1, p. 1–14, 2009.

BRAGA, J.; PERIPATO, V.; DALAGNOL, R.; FERREIRA, M.; TARABALKA, Y.; ARAGÃO, L.; VELHO, H. de C.; SHIGUEMORI, E.; WAGNER, F. Tree crown delineation algorithm based on a convolutional neural network. **Remote Sensing**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 12, n. 8, 2020.

BRODRICK, P. G.; DAVIES, A. B.; ASNER, G. P. Uncovering ecological patterns with convolutional neural networks. **Trends in ecology & evolution**, Elsevier, 2019.

CHAVES, R. B.; DURIGAN, G.; BRANCALION, P. H.; ARONSON, J. On the need of legal frameworks for assessing restoration projects success: new perspectives from são paulo state (brazil). **Restoration Ecology**, Wiley Online Library, v. 23, n. 6, p. 754–759, 2015.

CHEN, S.; MCDERMID, G.; CASTILLA, G.; LINKE, J. Measuring vegetation height in linear disturbances in the boreal forest with uav photogrammetry. **Remote Sensing**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 12, p. 1257, 2017.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote sensing of environment**, Elsevier, v. 37, n. 1, p. 35–46, 1991.

DARGAN, S.; KUMAR, M.; AYYAGARI, M. R.; KUMAR, G. A survey of deep learning and its applications: A new paradigm to machine learning. **Archives of Computational Methods in Engineering**, Springer, p. 1–22, 2019.

DELUCA, T. H.; APLET, G. H.; WILMER, B.; BURCHFIELD, J. The unknown trajectory of forest restoration: a call for ecosystem monitoring. **Journal of Forestry**, Oxford University Press, v. 108, n. 6, p. 288–295, 2010.

DRONESMADEEASY.COM. **Map Pilot for DJI**. 2020. Disponível em: <<https://support.dronesmadeeasy.com/hc/en-us/categories/200739936-Map-Pilot-for-iOS>>.

FERREIRA, M. P.; ALMEIDA, D. R. A. de; PAPA, D. de A.; MINERVINO, J. B. S.; VERAS, H. F. P.; FORMIGHIERI, A.; SANTOS, C. A. N.; FERREIRA, M. A. D.; FIGUEIREDO, E. O.; FERREIRA, E. J. L. Individual tree detection and species classification of amazonian palms using uav images and deep learning. **Forest Ecology and Management**, Elsevier, v. 475, p. 118397, 2020.

FERREIRA, M. P.; LOTTE, R. G.; D'ELIA, F. V.; STAMATOPOULOS, C.; KIM, D.-H.; BENJAMIN, A. R. Accurate mapping of brazil nut trees (*bertholletia excelsa*) in amazonian forests using worldview-3 satellite images and convolutional neural networks. **Ecological Informatics**, Elsevier, v. 63, p. 101302, 2021.

GOUTTE, C.; GAUSSIÉ, E. A probabilistic interpretation of precision, recall and f-score, with implication for evaluation. In: SPRINGER. **European Conference on Information Retrieval**. Heidelberg, 2005. p. 345–359.

GUARIGUATA, M. R.; A. Pinard, M. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: Implications for natural forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 112, n. 1, p. 87–99, 1998. ISSN 0378-1127. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112798003181>>.

GUO, G.; ZHANG, N. A survey on deep learning based face recognition. **Computer vision and image understanding**, Elsevier, v. 189, p. 102805, 2019.

LECUN, Y.; BENGIO, Y.; HINTON, G. Deep learning. **nature**, Nature Publishing Group, v. 521, n. 7553, p. 436–444, 2015.

MCDONALD, T.; GANN, G.; JONSON, J.; DIXON, K. **International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts**. [S.I.], 2016.

MICHEZ, A.; PIÉGAY, H.; LISEIN, J.; CLAESSENS, H.; LEJEUNE, P. Classification of riparian forest species and health condition using multi-temporal and hyperspatial imagery from unmanned aerial system. **Environmental monitoring and assessment**, Springer, v.188, n. 146, 2016.

MOHAN, M.; SILVA, C.; KLAUBERG, C.; JAT, P.; CATTS, G.; CARDIL, A.; HUDAK,

A.; DIA, M. Individual tree detection from unmanned aerial vehicle (UAV) derived canopy height model in an open canopy mixed conifer forest. **Forests**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 8, n. 9, p. 340, 2017.

MOURA, M. M.; OLIVEIRA, L. E. S. de; SANQUETTA, C. R.; BASTOS, A.; MOHAN, M.; CORTE, A. P. D. Towards amazon forest restoration: Automatic detection of species from uav imagery. **Remote Sensing**, v. 13, n. 13, 2021. ISSN 2072-4292. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-4292/13/13/2627>>.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. D.;

KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, Nature Publishing Group, v. 403, n. 6772, p. 853, 2000.

Python Core Team. Python: A dynamic, open source programming language. **Python Software Foundation**, v. 78, 2015.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. [S.l.], 2021. Disponível em: <<https://www.qgis.org>>.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. URL <<http://www.R-project.org>>. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**, Vienna, Austria, 2013.

RADOUX, J.; BOGAERT, P. Good practices for object-based accuracy assessment. **Remote Sensing**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 9, n. 7, p. 646, 2017.

RUIZ-SANTAQUITERIA, J.; BUENO, G.; DENIZ, O.; VALLEZ, N.; CRISTOBAL, G. Semantic versus instance segmentation in microscopic algae detection. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, Elsevier, v. 87, p. 103271, 2020.

RÖDIG, E.; CUNTZ, M.; RAMMIG, A.; FISCHER, R.; TAUBERT, F.; HUTH, A. The importance of forest structure for carbon fluxes of the amazon rainforest. **Environmental Research Letters**, IOP Publishing, v. 13, n. 5, p. 054013, apr 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabc61>>.

SCHIEFER, F.; KATTENBORN, T.; FRICK, A.; FREY, J.; SCHALL, P.; KOCH, B.;

SCHMIDTLEIN, S. Mapping forest tree species in high resolution uav-based rgb-imagery by means of convolutional neural networks. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 170, p. 205 - 215, 2020. ISSN 0924-2716. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271620302938>>.

SILVA-JUNIOR, C. H. L.; PESSÔA, A. C. M.; CARVALHO, N. S.; REIS, J. B. C.; ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C. The brazilian amazon deforestation rate in 2020 is the greatest of the decade. **Nature Ecology & Evolution**, Nature Publishing Group, v. 5, n. 2, p. 144-145, 2021.

TAROLLI, P. High-resolution topography for understanding earth surface processes: Opportunities and challenges. **Geomorphology**, Elsevier, v. 216, p. 295-312, 2014.

VARMA, V. K.; FERGUSON, I.; WILD, I. Decision support system for the sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v. 128, n. 1, p. 49-55, 2000. ISSN 0378-1127. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112799002716>>.

WAGNER, F. H.; DALAGNOL, R.; CASAPIA, X. T.; STREHER, A. S.; PHILLIPS, O. L.; GLOOR, E.; ARAGÃO, L. E. Regional mapping and spatial distribution analysis of canopy palms in an amazon forest using deep learning and vhr images. **Remote Sensing**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 12, n. 14, p. 2225, 2020.

WAGNER, F. H.; SANCHEZ, A.; AIDAR, M. P.; ROCHELLE, A. L.; TARABALKA, Y.; FONSECA, M. G.; PHILLIPS, O. L.; GLOOR, E.; ARAGÃO, L. E. Mapping atlantic rainforest degradation and regeneration history with indicator species using convolutional network. **PloS one**, Public Library of Science San Francisco, CA USA, v. 15, n. 2, p. e0229448, 2020.

WAGNER, F. H.; SANCHEZ, A.; TARABALKA, Y.; LOTTE, R. G.; FERREIRA, M. P.; AIDAR, M. P.; GLOOR, E.; PHILLIPS, O. L.; ARAGAO, L. E. Using the u-net convolutional network to map forest types and disturbance in the atlantic rainforest with very high resolution images. **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, Wiley Online Library, v. 5, n. 4, p. 360–375, 2019.

WU, X.; SHEN, X.; CAO, L.; WANG, G.; CAO, F. Assessment of individual tree detection and canopy cover estimation using unmanned aerial vehicle based light detection and ranging (uav-lidar) data in planted forests. **Remote Sensing**, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 11, n. 8, p. 908, 2019.

YURTSEVEN, H.; AKGUL, M.; COBAN, S.; GULCI, S. Determination and accuracy analysis of individual tree crown parameters using uav based imagery and obia techniques. **Measurement**, Elsevier, 2019.

ZAHAWI, R. A.; DANDOIS, J. P.; HOLL, K. D.; NADWODNY, D.; REID, J. L.; ELLIS, E. C. Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery. **Biological Conservation**, Elsevier, v. 186, p. 287–295, 2015.

ZHANG, J.; LIU, J.; PAN, B.; SHI, Z. Domain adaptation based on correlation subspace dynamic distribution alignment for remote sensing image scene classification. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, IEEE, v. 58, n. 11, p. 7920–7930, 2020.

ZHAO, B.; FENG, J.; WU, X.; YAN, S. A survey on deep learning-based fine-grained object classification and semantic segmentation. **International Journal of Automation and Computing**, Springer, v. 14, n. 2, p. 119–135, 2017.

ZHU, X. X.; TUIA, D.; MOU, L.; XIA, G.-S.; ZHANG, L.; XU, F.; FRAUNDORFER, F. Deep learning in remote sensing: A comprehensive review and list of resources. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine**, IEEE, v. 5, n. 4, p. 8–36, 2017.



# APLICAÇÃO DE ANAGLIFOS NO LEVANTAMENTO DE VOÇOROCAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO PALMITAL - MINAS GERAIS, BRASIL

Ádria Kanome Mori Soares<sup>1</sup>; Valéria Guimarães Silvestre Rodrigues<sup>2</sup>; Silvio

Crestana<sup>3</sup>; Joel Barbujani Sígolo<sup>4</sup>

1 – Ádria Kanome Mori Soares. Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. [adriakms@usp.br](mailto:adriakms@usp.br)

2 – Valéria Guimarães Silvestre Rodrigues. Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. [valguima@usp.br](mailto:valguima@usp.br)

3 – Silvio Crestana. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil. [silvio.crestana@embrapa.br](mailto:silvio.crestana@embrapa.br)

4 – Joel Barbujani Sígolo. Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. [ibsigolo@usp.br](mailto:ibsigolo@usp.br)

**RESUMO:** Os processos erosivos contribuem imensamente para a perda de solos. Na região de Nazareno e Conceição da Barra de Minas (Minas Gerais), as voçorocas são encontradas com elevada frequência nas áreas rurais. Para compreender a evolução da degradação e possibilitar gestão adequada de áreas afetadas e suscetíveis, faz-se necessário realizar mapeamento das feições erosivas. Assim, este trabalho objetiva avaliar a aplicação de anaglifos, que permitem a visualização tridimensional de imagens de satélite, no levantamento de voçorocas na Bacia Hidrográfica do Córrego do Palmital, nos municípios de Nazareno e Conceição da Barra de Minas. A elaboração dos anaglifos utilizou *softwares* gratuitos (*Google Earth PRO* e *Anaglyph Maker 10.8*), permitindo a obtenção de 29 pares de imagens para cada ano (2016 e 2019), convertidos em anaglifos coloridos em vermelho e azul, visualizados com óculos bicoloridos. A delimitação das feições erosivas do tipo voçoroca foi realizada no *software ArcMap 10.4*. Foram identificadas 63 voçorocas no ano de 2016 e 65 em 2019, com área total de 3.979,34 km<sup>2</sup> e 4.044,81 km<sup>2</sup>, respectivamente. Observou-se aumento de área erodida em 2016, em relação aos levantamentos já existentes para o mesmo ano, sem a elaboração de anaglifos, em 39%. Também houve aumento de aproximadamente 6% da área erodida, comparando 2016 e 2019. Os resultados indicam que a aplicação de anaglifos na detecção de voçorocas permite maior sensibilidade na delimitação das suas áreas de ocorrência. Além disso, o aumento de número de voçorocas, bem como de suas áreas, indica a continuidade do desenvolvimento da erosão.

**Palavras-Chave:** Conceição da Barra de Minas; Nazareno; erosão; SIG; Estereoscopia.

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16712944>

**ABSTRACT:** The erosive processes contribute immensely to soil loss. Gullies are found frequently in rural areas, such as in the region of Nazareno and Conceição da Barra de Minas (Minas Gerais). In order to understand degradation's evolution and make possible to adequately manage affected and susceptible areas, it is necessary to map erosive features. This, this work aims to evaluate anaglyph's application – in which is possible to visualize satellite images in 3D – to mapping gullies in Palmital stream watershed, in Nazareno and Conceição da Barra de Minas. The anaglyphs were prepared with free software (Google Earth PRO and Anaglyph Maker 10.8), which enabled to obtain 29 pair of images for each year (2016 and 2019), converted to red and blue colored anaglyphs, that can be visualized with bicolored glasses. Erosion features were delimited with ArcMap 10.4. There were 63 gullies in 2016 and 65 in 2019, with total area of 3,979.34 km<sup>2</sup> and 4,044.81 km<sup>2</sup>, respectively. Eroded areas grew 39% from previous surveys (without anaglyphs) to this work and approximately 6% from 2016 to 2019. These results indicate that the application of anaglyphs in gullies' detection is more sensitive to their delimitations. Furthermore, the increase of the number and extent of gullies shows the continuity of erosion development.

**Keywords:** Conceição da Barra de Minas; Nazareno; Erosion; GIS; Stereoscopia.

**Introdução:** Dentre os processos erosivos, as voçorocas são os de maior complexidade e que geram maiores perdas sociais, ambientais e econômicas, sendo alvo de pesquisa por décadas. As voçorocas são processos erosivos de grande porte, chegando a dezenas ou centenas de metros, que apresentam a combinação do escoamento superficial e subsuperficial (MORGAN, 1995). Sendo processos com instabilidade, trazem consigo, além da alteração visual da paisagem, a constante perda de solos e avanço da erosão nas propriedades rurais, causando perdas também na produtividade (PIMENTEL et al., 1987).

No sul do estado de Minas Gerais, na região de Nazareno e Conceição da Barra de Minas (MG), em pesquisas anteriores já foram verificadas aproximadamente 95 voçorocas, sendo que na bacia do Córrego do Palmital (Figura 1), foram delimitadas cerca de 60 voçorocas.

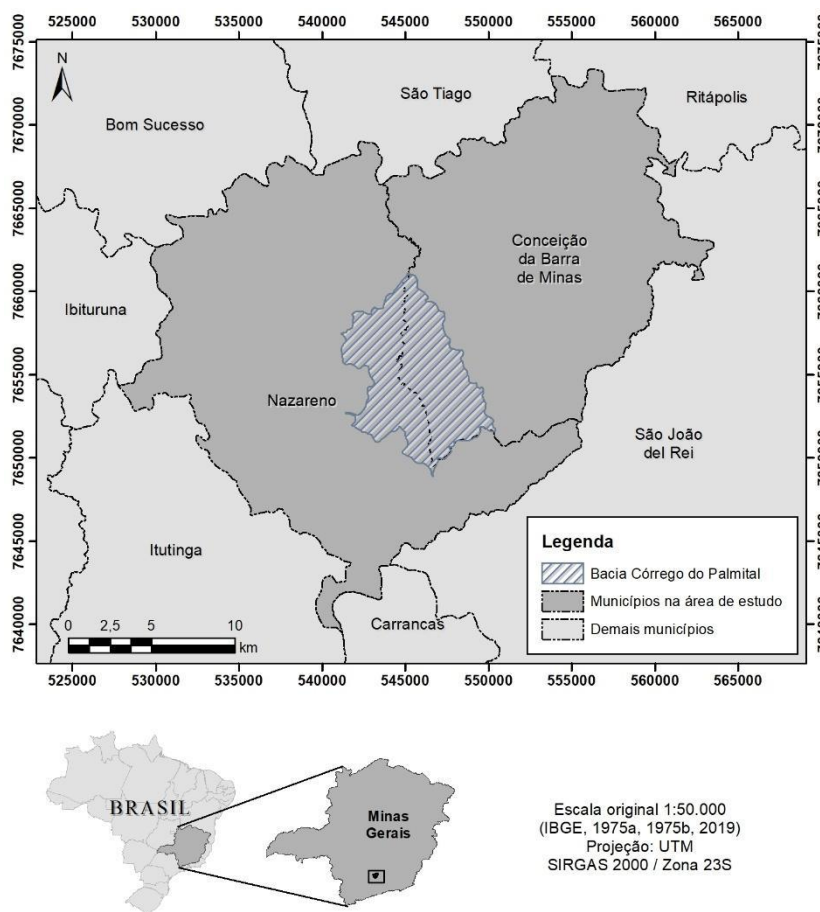
As origens das voçorocas na região de Nazareno e Conceição da Barra de Minas estão relacionadas com as atividades de mineração (século XVII), com a construção de estradas sem o sistema de drenagem adequado e com a presença de valas limítrofes entre propriedades, concentrando o escoamento superficial em regiões de maior susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos (FERREIRA et al., 2011; SAMPAIO, 2014; REAL, 2019). Somado aos fatores anteriormente citados, tem-se à excessiva prática de pastagem na região de estudo (FERREIRA, 2008). Logo, na bacia do Córrego do Palmital são encontradas voçorocas estáveis e instáveis, além de uma variedade de condições ambientais de susceptibilidade à erosão, ampliadas pelo uso do solo.

As ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento no contexto do Sistema de Informação Geográfica (SIG) possibilitam a observação, interpretação e análise de áreas por meio de produtos como imagens de satélite ou radar, fotografias aéreas e modelos digitais de elevação (MDE). Estudos como Ferreira (2005), Höfle et al. (2013), Castillo et al. (2014), Liu et al. (2018), Cassaro (2018), Real (2019) e Real et al. (2020a) utilizam SIG na detecção de voçorocas. Sua aplicação no levantamento de feições erosivas permite o estudo da área antes do trabalho de campo, envolvendo a identificação de voçorocas, observação das mudanças de seus limites e avaliação da evolução ao longo do tempo.

Os anaglifos partem do princípio da estereoscopia, na qual a sobreposição de duas imagens permite a observação tridimensional da área. Fiorucci et al. (2015) utilizaram imagens de satélite estereoscópicas para realização de mapeamento de ravinas e voçorocas efêmeras, o que ressalta a sua aplicabilidade. Centeno e Silva Junior (2015) propuseram uma metodologia de elaboração de anaglifos de baixo custo, utilizando imagens de satélite disponíveis no *Google Earth PRO*, o que amplifica as possibilidades de utilização da técnica. São capturadas duas imagens, sendo uma deslocada lateralmente. O par de imagens é processado em *software* capaz de sobrepor e recolorir as mesmas (uma imagem na cor vermelha e outra na cor azul), sendo necessário o emprego de óculos bicolores (lentes vermelha e azul) para visualizar também a dimensão de profundidade, o que facilita a delimitação das áreas nas quais ocorrem voçorocas.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicação de anaglifos no levantamento de voçorocas na Bacia Hidrográfica do Córrego do Palmital (imagens de 2016 e 2019), observando sua efetividade na identificação de feições e dos seus limites.

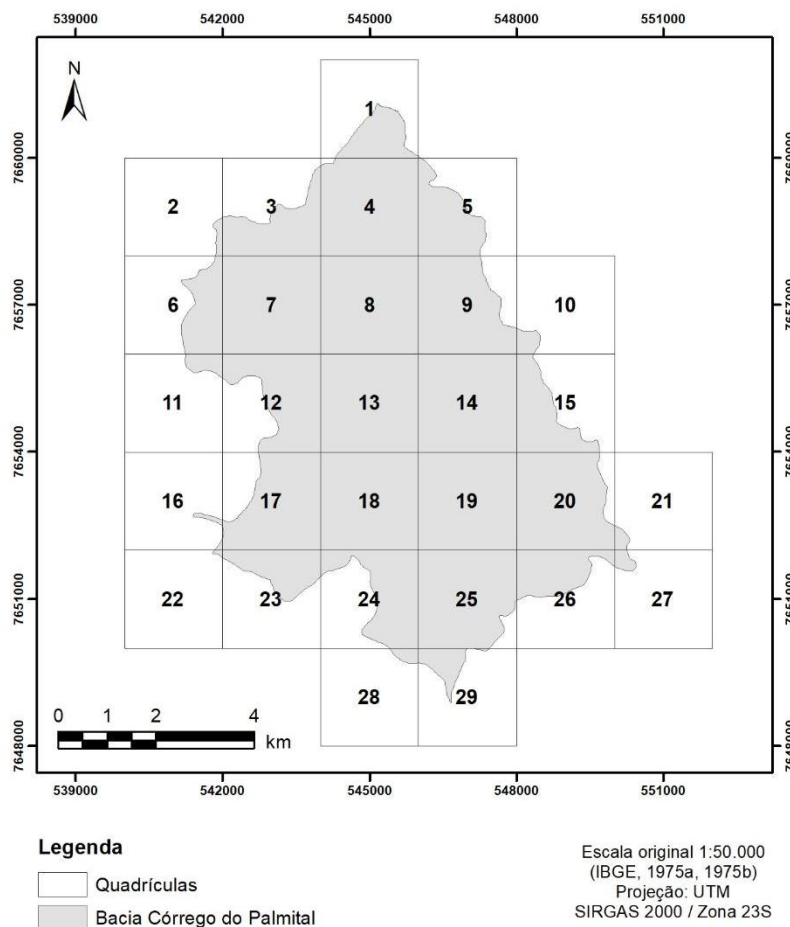
Figura 1: Mapa de localização da bacia do Córrego do Palmital.



Fonte: Dos autores.

**Material e métodos:** A bacia hidrográfica do Córrego do Palmital foi delimitada com base nas folhas Nazareno (SF-23-X-C-I-2) e Itutinga (SF-23-X-C-I-4), em escala de 1:50.000 (IBGE, 1975a; IBGE, 1975b). Sobre o *shapefile* da bacia, posicionou-se uma malha de pontos que marca os vértices de quadrículas de 2000 m de altura por 4000 m de largura (Figura 2).

Figura 2: Mapa de quadrículas sobre a bacia do Córrego do Palmital.



Fonte: Dos autores.

Assim, foram definidas 29 subáreas, que nortearam a obtenção das imagens de satélite no *software Google Earth PRO*. Foram salvas imagens de resolução máxima (4800 x 2312 pixels), com altitude do ponto de visão de 3,85 km, para os anos de 2016 (13/07/2016 e 29/03/2017 para complementação) e 2019 (07/01/2019). A escolha das datas referentes às imagens teve como critérios a disponibilidade no *software* e a qualidade, privilegiando as imagens de boa visibilidade e ausência de nuvens. Outro fator que levou à escolha dos anos de 2016 e 2019, foi o fato de Real (2019) e Cassaro (2018) já terem delimitado as voçorocas nestas imagens, sem o uso do anaglifo.

Cada subárea possui duas imagens, sendo a primeira (esquerda) centralizada na quadrícula e a segunda (direita), deslocada 1000 m para leste. As duplas de imagens foram sobrepostas e transformadas em anaglifos do tipo “*Anaglyph Color (Red-Cyan)*” com auxílio do *software* gratuito *Anaglyph Maker*,

versão 1.08. Dessa forma, tornou-se possível a visualização tridimensional da área de estudo, com o uso de óculos bicoloridos (de lentes vermelha e azul).

A delimitação das voçorocas foi realizada no *software ArcMap 10.4*, pertencente ao pacote *ArcGIS 10.4*. Levou-se em consideração os *shapefiles* já existentes de levantamentos anteriores (SAMPAIO, 2014; CASSARO, 2016; REAL, 2019; REAL et al., 2020a; REAL et al., 2020b).

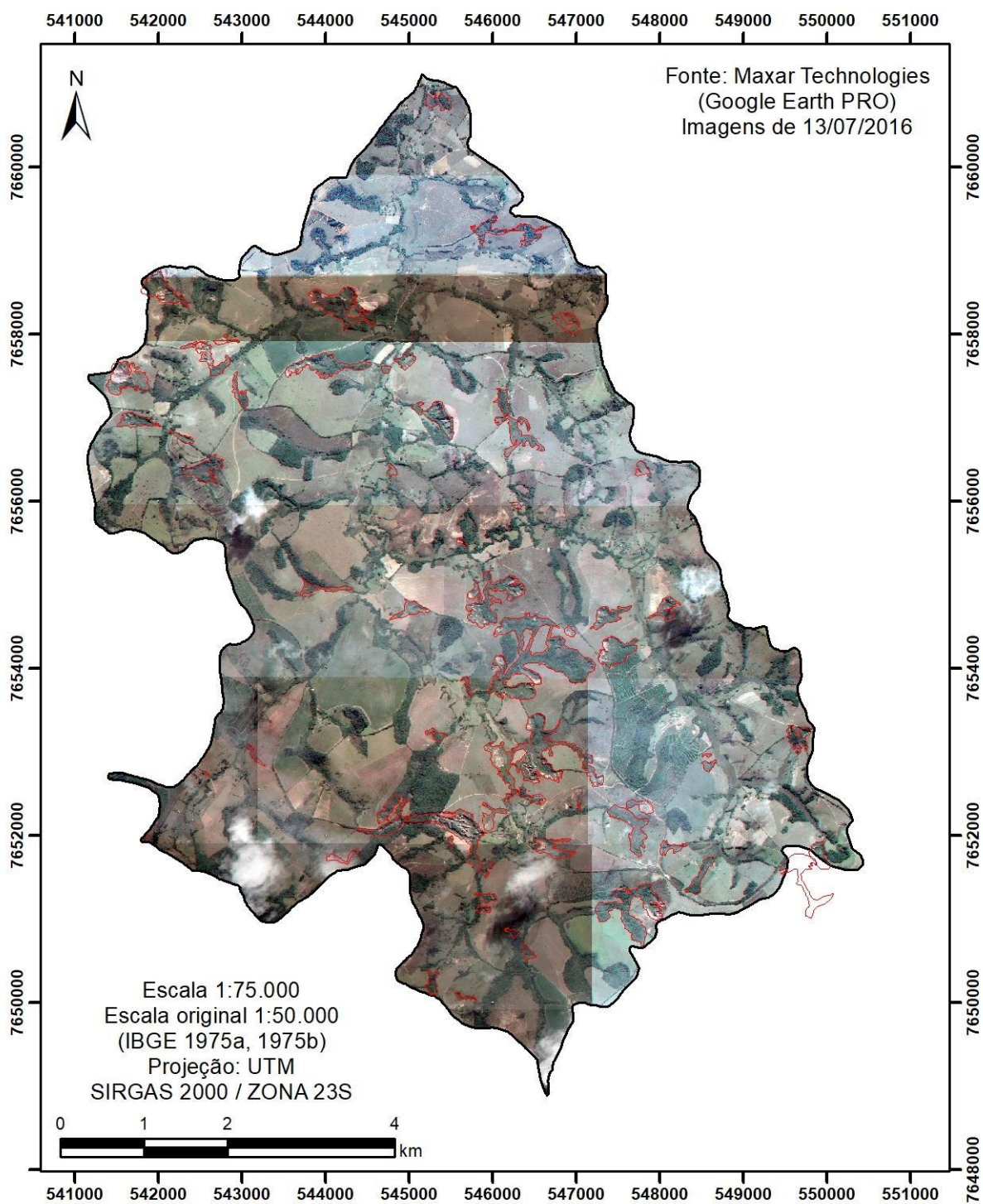
**Resultados:** Foram obtidos 29 anaglifos para cada ano, de modo a cobrir a área correspondente à bacia hidrográfica. O mosaico de anaglifos de 2016 é apresentado na Figura 3, ao passo que os anaglifos de 2019 são mostrados na Figura 4.

As voçorocas correspondentes ao ano de 2016, sem a utilização de anaglifos, foram levantadas por Cassaro (2018) e Real (2019) e totalizam 78 feições, que somam 2.871,79 km<sup>2</sup>. A partir dos anaglifos, foi possível delimitar 63 voçorocas, correspondentes a 3.979,34 km<sup>2</sup>. Apesar do número de feições ter reduzido com a aplicação de anaglifos no levantamento de voçorocas por sensoriamento remoto, houve aumento de 1.107,55 km<sup>2</sup> da área erodida. Isto é justificado pois 15 feições foram resultado da união de voçorocas levantadas nos trabalhos anteriores. Além disso, foram identificadas 7 novas voçorocas. Houve um caso de separação de uma voçoroca, identificada por Real (2019), em 2 feições. E, ainda, 3 feições anteriormente delimitadas não foram observadas com o uso de anaglifos.

Em 2019, o número de voçorocas aumentou para 65, sendo 4.044,81 km<sup>2</sup>. Dessa forma, observou-se aumento de 65,47 km<sup>2</sup> em relação aos resultados de 2016. Duas das três feições não observadas nos anaglifos de 2016 foram delimitadas nas imagens de 2019. Duas voçorocas resultaram da união de feições identificadas anteriormente. Uma voçoroca delimitada em 2016 não foi identificada em 2019. Adicionalmente, foram observadas 2 novas feições.

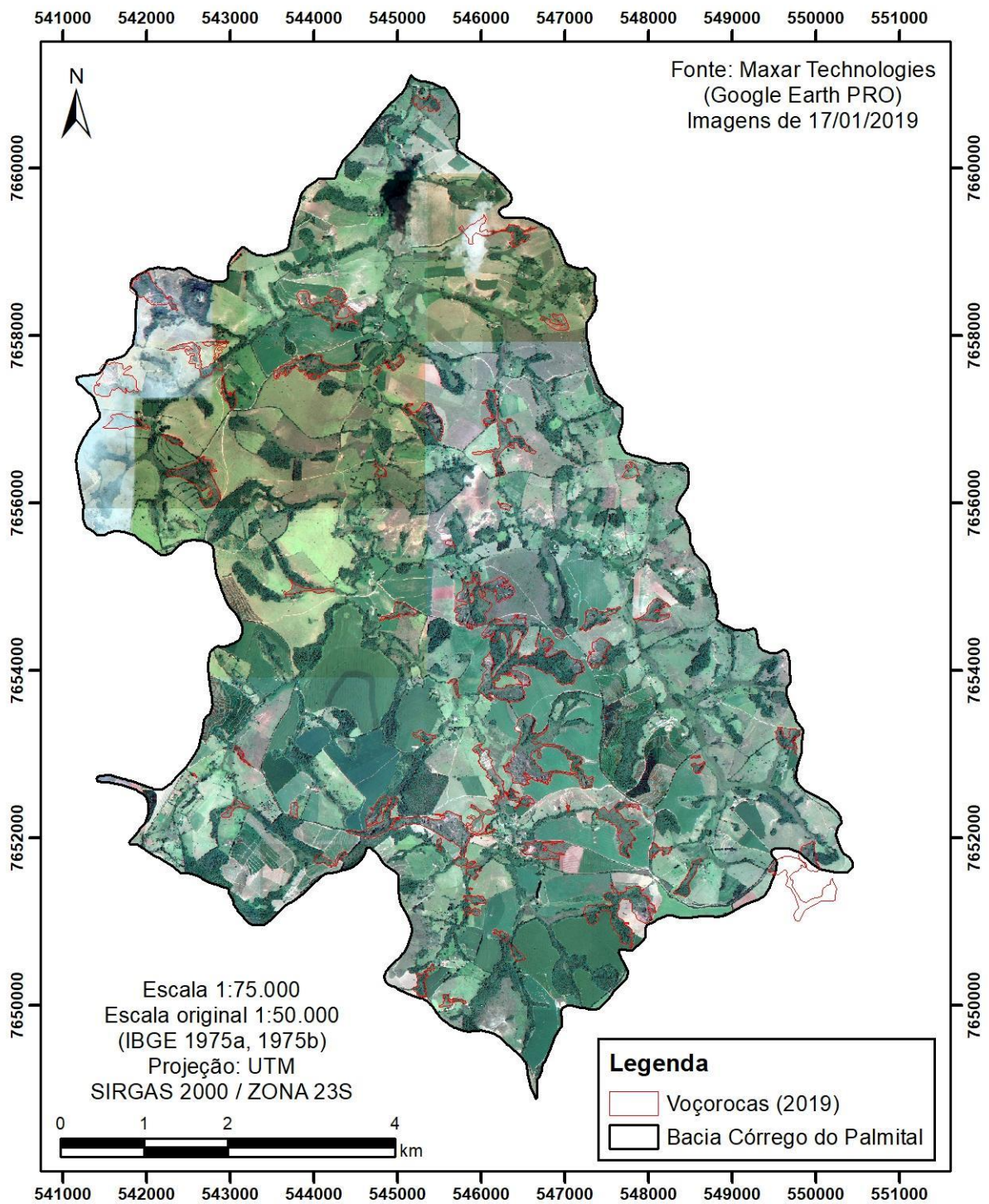
A Figura 5 permite comparar estas feições erosivas presentes nos anos de 2016 e 2019.

Figura 3: Composição de anaglifos da bacia Córrego do Palmital (2016).



Fonte: Dos autores.

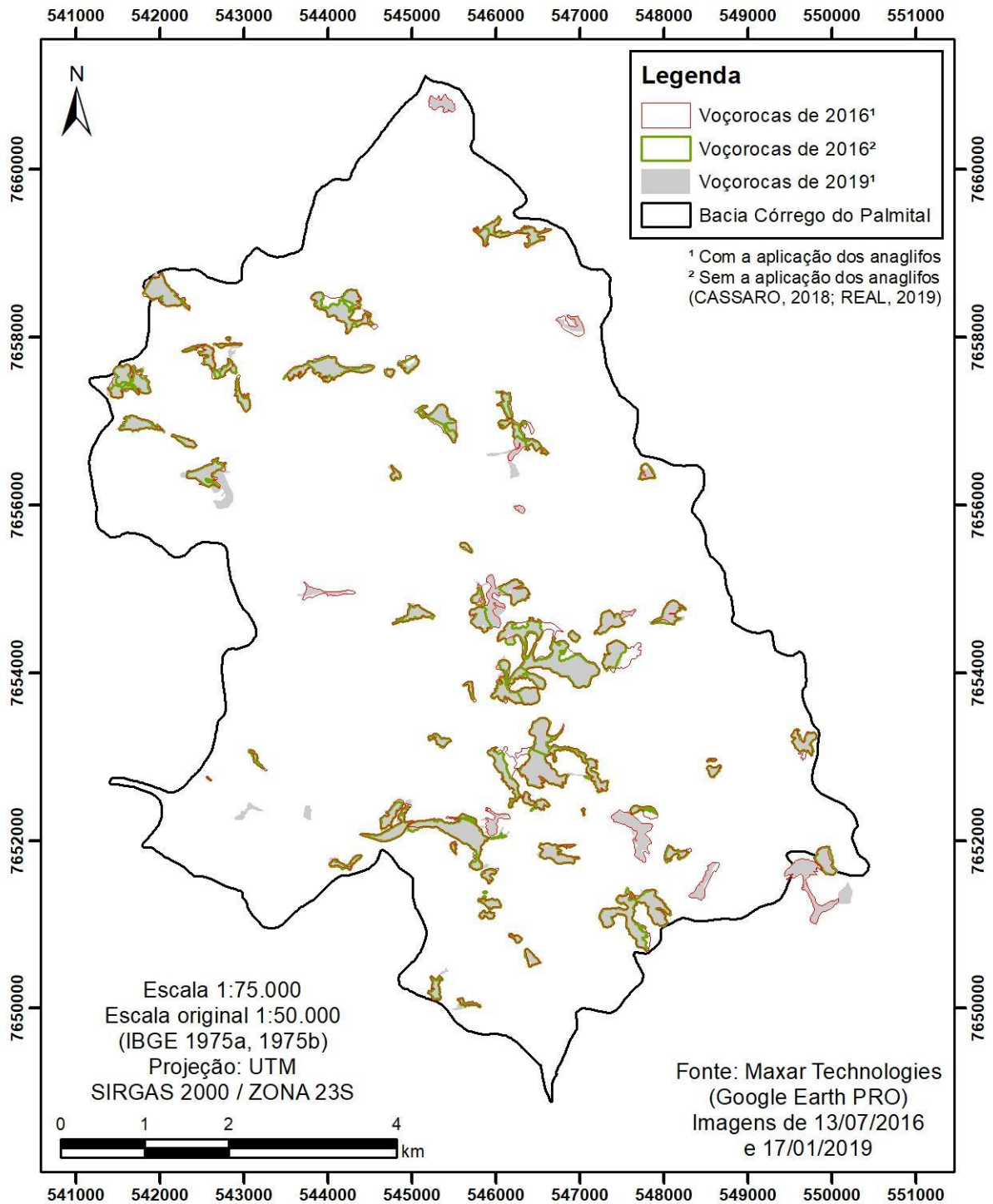
Figura 4: Composição de anaglifos da bacia Córrego do Palmital (2019).



Fonte: Dos autores.



Figura 5: Comparativo das delimitações das voçorocas da bacia Córrego do Palmital em 2016 e 2019.



Fonte: Dos autores.

**Discussão:** A primeira análise possível diz respeito às diferenças observadas entre o mapeamento de voçorocas utilizando imagens de satélite sem e com o uso de anaglifos. Os levantamentos realizados por Cassaro (2018) e Real (2019) não utilizaram anaglifos, mas tiveram confirmação de campo. Assim, as três feições que não foram identificadas neste trabalho provavelmente contaram com a confirmação *in loco* nos levantamentos anteriores, uma vez que a sua visualização e delimitação era difícil apenas por sensoriamento remoto.

Algumas voçorocas delimitadas nos levantamentos anteriores, que se mostravam separadas apesar de próximas, foram unidas no presente trabalho. Real et al. (2020b), a partir da análise fractal, multifractal e lacunaridade, observaram a conexão existente entre algumas voçorocas desta mesma bacia, comprovando a análise das imagens com o emprego do anaglifo. Real et al. (2020b), concluem que esta conexão pode estar ligada ao fluxo subterrâneo durante seu desenvolvimento ou ligações entre os cursos d'água ao longo da bacia.

Sete voçorocas anteriormente não identificadas foram delimitadas. Observou-se aumento da área erodida em 39% com o uso de anaglifos.

Considerando os mapeamentos de 2016 e de 2019, ambos seguindo a mesma metodologia, foram identificadas 2 novas feições e houve aumento da área erodida, em cerca de 6%, indicando a continuidade do processo erosivo tanto nas voçorocas ativas quanto em áreas suscetíveis.

**Conclusão:** A delimitação da área pertencente à voçoroca pode ser difícil, pois seus limites podem estar encobertos por vegetação ou apresentarem a mesma textura que outras áreas na imagem. Entretanto, a percepção de profundidade a partir de imagens de satélite é promissora no levantamento de voçorocas, tendo em vista que elas alcançam maiores profundidades em comparação com outras feições erosivas. Assim, foi possível observar diferenças, como tamanho, conexão e novas voçorocas, nas imagens de satélite de 2016 e 2019, com e sem o uso de anaglifos. Os resultados indicam que a aplicação de anaglifos na detecção de voçorocas permite maior sensibilidade na delimitação

das suas áreas de ocorrência. Além disso, o aumento de número de voçorocas, bem como de suas áreas, indica a continuidade do desenvolvimento da erosão.

**Agradecimentos:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo N° 420740/2018-0).

### Referências:

CASSARO, R. Análise dos processos erosivos na bacia do Córrego do Forro – Município de Conceição da Barra de Minas (MG): Estudo dos condicionantes geológicos-geotécnicos. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 159 p. 2018.

CASTILLO, C.; TAGUAS, E. V.; ZARCO-TEJADA, P.; JAMES, M. R.; GÓMEZ, J. A. The normalized topographic method: an automated procedure for gully mapping using GIS. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 39, p. 2002-2015, 2014. DOI 10.1002/esp.3595.

CENTENO, V.V.; SILVA JR, O.G. Utilização dos softwares Google Earth Pro e Zone Photo Studio para a obtenção de imagens 3D. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DOS GRUPOS PET, XI, (XI JICPET), Amazônia: a interatividade científica e o elo multiprofissional em prol da sustentabilidade, 2015, Belém, PA. Anais [...]. Belém: Universidade Federal do Pará, 2015, p. 251-256.

FERREIRA, V. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; SILVA, M. A.; AVANZI, J. C. Influência antrópica e atributos de solo: inter-relações em ambientes de voçorocas na mesorregião Campos das Vertentes, MG. *Geografia, Rio Claro*. v. 36 (1), p. 209-219. 2011.

FERREIRA, R. R. M. Qualidade física de cambissolos sobre dois materiais de origem com pastagens extensivas. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, p. 106. 2008.

FIORUCCI, F.; ARDIZZONE, F.; ROSSI, M.; TORRI, D. The Use of Stereoscopic Satellite Images to Map Rills and Ephemeral Gullies. *Remote Sensing*, v. 7, p. 14151-14178, 2015. DOI 10.3390/rs71014151.

HÖFLE, B.; GRIESBAUM, L.; FORBRIGER, M. GIS-Based Detection of Gullies in Terrestrial LiDAR Data of the Cerro Llamoca Peatland (Peru). *Remote Sensing*, v. 5, p. 5851-5870, 2013. DOI 10.3390/rs5115851.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Carta do Brasil. Folha SF-23-X-C-I-2 Nazareno. IBGE, 1975a. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Carta do Brasil. Folha SF-23-X-C-I-4 Itutinga. IBGE, 1975b. 1 mapa, color. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Malha municipal. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em: 29 abr. 2020.

LIU, K.; DING, H.; TANG, G.; SONG, C.; LIU, Y.; JIANG, L.; ZHAO, B.; GAO, Y.; MA, R. Large-scale mapping of gully-affected areas: An approach integrating Google Earth images and terrain skeleton information. *Geomorphology*, v. 314, p. 13-26, 2018. DOI 10.1016/j.geomorph.2018.04.011.

MORGAN, R. P. C. Soil erosion and its control. 2ª ed. Nova York: Longman, 1995. 198p.

PIMENTEL, D.; ALLEN, J.; BEERS, A.; GUINAND, L.; LINDER, R.; MCLAUGHLIN, P.; MEER, B.; MUSONDA, D.; PERDUE, D.; POISSON, S.; SIEBERT, S.; STONER, K.; SALAZAR, R.; HAWKINS, A. World agriculture and soil erosion. *BioScience*, v. 37, n. 4, p. 277-283, 1987.

REAL, L. S. C. Fractal, multifractal e lacunaridade como uma nova ferramenta de análise para voçorocas: um estudo de caso. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2019.

REAL, L. S. C.; CRESTANA, S.; FERREIRA, R. R. M.; RODRIGUES, V. G. S. Evaluation of gully development over several years using GIS and fractal analysis: A case study of the Palmital watershed, Minas Gerais (Brazil). *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 192, p. 434-456, 2020a. DOI 10.1007/s10661-020-08362-7.

REAL, L. S. C.; CRESTANA, S.; FERREIRA, R. R. M.; SÍGOLO, J. B.; RODRIGUES, V. G. S.. Proposition for a new classification of gully erosion using multifractal and lacunarity analysis: A complex of gullies in the Palmital stream watershed, Minas Gerais (Brazil). *Catena*, v. 186, 2020b. DOI 10.1016/j.catena.2019.104377.

SAMPAIO, L. F. Estudo geológico-geotécnico dos processos erosivos e proposta de macrodrenagem: Voçoroca do Córrego do Cravo (Nazareno-MG). Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2014.

# CONVERSÃO URBANA: ANÁLISE TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA NO CRESCIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE RIO VERDE (GO)

Marcos Vinícius Santos de Freitas<sup>1</sup>; Amiel Araujo Soares Santos<sup>2</sup>; Lorena Souza Miranda<sup>3</sup>; Guilherme Antonio da Silva<sup>4</sup>

1 – Marcos Vinícius Santos de Freitas. Universidade Federal de Goiás. [mar\\_freita.s@discente.ufg.br](mailto:mar_freita.s@discente.ufg.br)

2 – Amiel Araujo Soares Santos. Universidade Federal de Goiás. [amielaraujo@discente.ufg.br](mailto:amielaraujo@discente.ufg.br)

3 – Lorena Souza Miranda. Universidade Federal de Goiás. [lorenasouza@discente.ufg.br](mailto:lorenasouza@discente.ufg.br)

4 – Guilherme Antonio da Silva. Universidade Federal de Goiás. [silva\\_antonio@discente.ufg.br](mailto:silva_antonio@discente.ufg.br)

**RESUMO:** O uso e cobertura da terra juntamente com as geotecnologias tem sido amplamente utilizada como subsídio para a análise da degradação ambiental de um território, a implementação de uma perspectiva histórica torna possível inferir sobre as tendências de conversão de certas áreas e relacioná-las com outros fenômenos que ocorreram no mesmo período estudado. Embora, o Brasil tenha passado por um intenso processo de urbanização no século passado, atualmente são as pequenas e médias cidades que possuem os maiores índices de crescimento brasileiros muitas vezes, ligadas à dinâmica econômica dos seus arredores. Neste sentido, este estudo procurou analisar a variação histórica (2000-2019) do uso e ocupação da terra no município de Rio Verde, localizado no Estado de Goiás e discriminar a participação das classes de uso e cobertura na expansão da área urbana. Verificou-se que o município de Rio Verde sofreu grandes alterações em suas áreas urbanas durante o intervalo estudado, a mancha urbana expandiu-se 116% e observou-se que a maior parte das áreas convertidas em manchas urbanas pertenceram à classe das pastagens.

**Palavras-Chave:** Uso e cobertura da terra; Expansão Urbana; Análise temporal; Rio verde

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16745980>

**ABSTRACT:** Land use and land cover along with geotechnologies has been widely used as a subsidy for the analysis of the environmental degradation of a territory, coupled with a historical perspective it is possible to infer on the conversion trends of certain areas and relate them to other phenomena that occurred in the same period studied. Although, Brazil went through an intense urbanization process in the last century, currently it is the small and medium-sized cities that have the highest growth rates in Brazil, often linked to the economic dynamics of their surroundings. In this sense, this study sought to analyze the historical variation (2000-2019) of land use and land cover in the municipality of Rio Verde, located in the State of Goiás and to discriminate the participation of use and cover classes in the expansion of the urban area. It was verified that the municipality of Rio Verde suffered expressive alterations in its urban areas during the studied interval, the urban area expanded 116% and it was observed that most of the areas converted into urban land belonged to the pasture class.

**Keywords:** Land use and land cover; Urban Expansion; Temporal Analysis; Rio Verde

**Introdução:** De acordo com Leite (2012) o “conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas”. Nos estudos geográficos, muito se tem discutido sobre o uso e cobertura da terra e como ela é um fator predominante para a tomada de decisões ou práticas de gestão do território e necessária para que haja a diminuição dos impactos ambientais e dessa forma contribuindo para desenvolvimento sustentável dos territórios.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021) a aplicação desta metodologia, pode ser entendida como um “conjunto de informações referentes à classificação dos tipos de cobertura e usos da terra, voltados para a representação e análise da dinâmica do território em termos dos processos de ocupação, da utilização da terra e suas transformações.”

Neste sentido, para melhor compreensão sobre o uso e cobertura da terra, um dos principais meios de análise, são os mapas que indicam a forma da distribuição espacial dos fenômenos.

A análise temporal neste caso, torna-se imprescindível pois o uso e cobertura da terra é fundamental para o planejamento de cenários futuros de determinada área de pesquisa. Por isso, o uso de técnicas e métodos de Geoprocessamento são cada vez mais utilizados, Terra et al. (2020) afirmam como essas metodologias podem identificar e compreender quais usos da terra estão se expandindo, assim pode-se delimitar e caracterizar as estruturas logísticas envolvidas (Silveira et al., 2015 apud Terra et al., 2020).

O processo de expansão urbana refere-se ao desenvolvimento da cidade resultando em seu crescimento, ao caracterizá-lo como uma ampliação territorial urbana, podemos também entender na perspectiva da ocupação da terra com características próprias, com o intuito de analisar tanto a intensificação na utilização de recursos quanto nos padrões de crescimento da malha urbana.

Considerando o surgimento de empregos e de novas técnicas derivadas da revolução industrial, o crescimento das cidades é instigado de forma significativa, uma vez que o processo se configura pelas necessidades das funções do ser humano que quanto mais se desenvolve mais necessita de espaço (JAPIASSÚ e LINS, 2014).

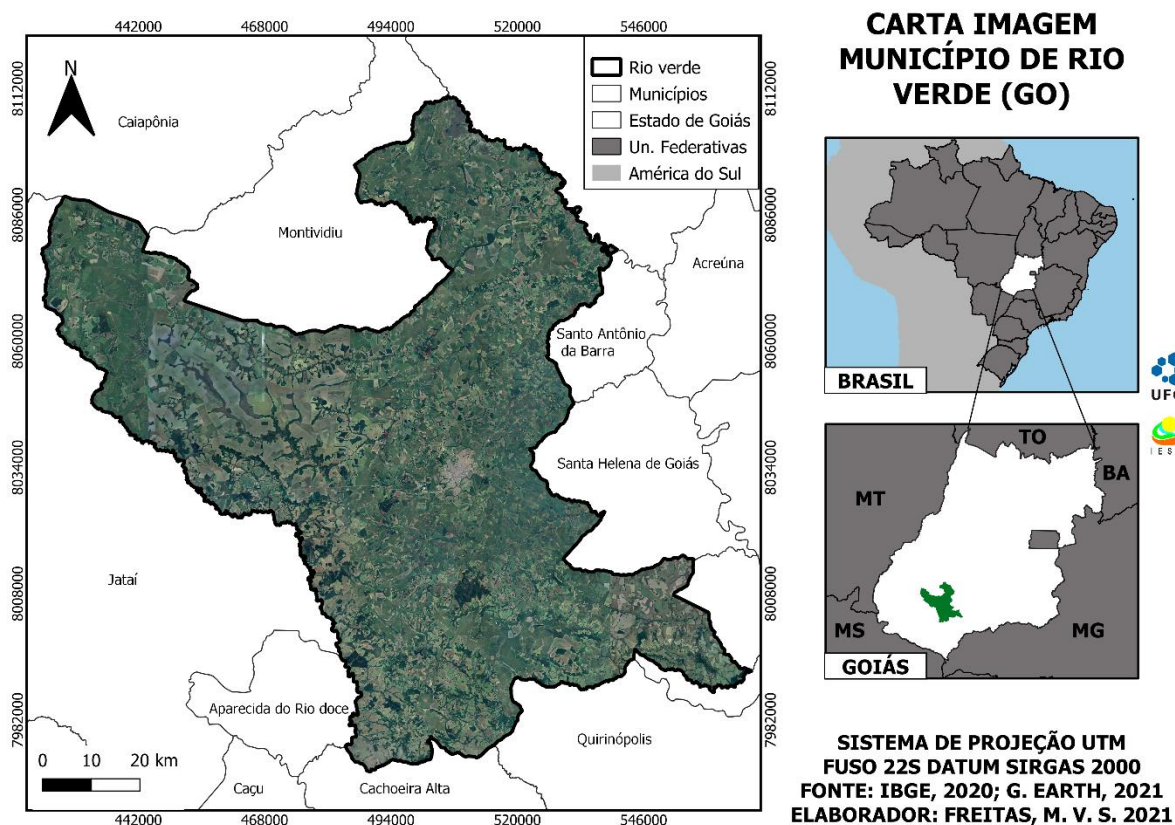
A análise da conversão do uso e cobertura da terra destaca-se ao evidenciar a quantidade e proporção de áreas convertidas em relação as suas diferentes classes, desta forma os dados servem para auxiliar os pesquisadores na busca da lógica dessas transformações tanto no que se refere ao tempo quanto espaço, seus agentes e condicionantes (SEABRA; CRUZ, 2013). Munidos com estas informações deve-se compreender melhor cenários futuros e refinar o aproveitamento da conversão das áreas durante a urbanização.

Portanto, o estudo sobre uso e cobertura da terra, envolve o entendimento de suas características físico-químicas e sua relação com fatores socioeconômicos e políticos, entendendo como alteram-se em seus complexos contextos.

Dessa forma, os objetivos da pesquisa foram analisar a variação, a partir de uma perspectiva histórica, do uso e cobertura da terra e identificar quais usos e coberturas foram convertidos em área urbana, ao longo de 19 anos buscando as tendências implícitas neste processo.

**Área de estudo:** Localizado no Bioma Cerrado e na região Centro-Oeste do país (figura 1), o município de Rio Verde configura-se como o mais importante da porção sudoeste do Estado de Goiás, com uma extensão territorial de 8.379,7 km<sup>2</sup>, o município de acordo com estimativas para o ano de 2020 possuía 241.518 habitantes (IBGE, 2020). Sua fundação deve-se à posse de terras às margens do rio São Tomás, entretanto sua consolidação ocorreu a partir da inserção do Cerrado à cadeia produtiva.

Figura 1 – Mapa de localização de Rio Verde



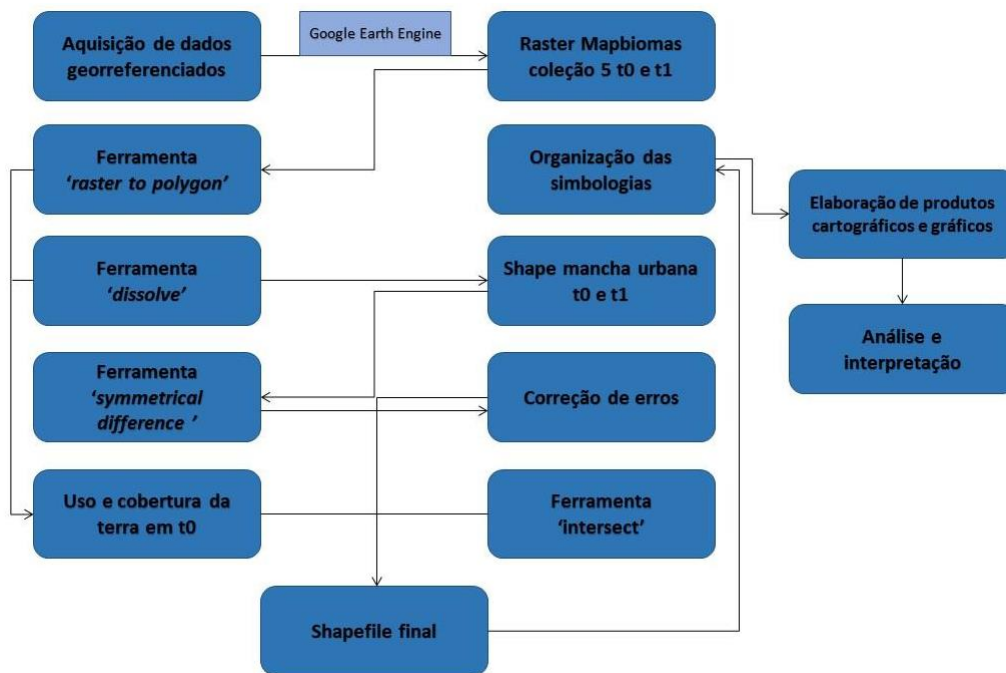
Fonte: FREITAS *et al.* (2021).



**Material e métodos:** Na montagem do banco de dados geográficos referente à área de estudo foi adquirida por meio da plataforma em nuvem *Google Earth Engine* através de *script* os dados *raster* de uso e cobertura da terra da coleção 5 do *Mapbiomas*, em dois anos 2000 e 2019, denominados nesta pesquisa por 't0' e 't1' respectivamente, ainda em nuvem, foi realizado o recorte dos dados *raster* para o município de Rio verde (GO). No tratamento dos dados foi utilizado o software ArcMap, assim houve a organização das simbologias referente à paleta de cores utilizada pelo *Mapbiomas*, em seguida a partir da perspectiva da análise temporal geral da variação de uso e cobertura da terra partiu-se para a elaboração de produtos cartográficos e gráficos. Já na perspectiva priorizando as áreas que foram convertidas em manchas urbanas dentro do período analisado houve a utilização da ferramenta '*Raster to polygon*' em t0 e t1 transformando os dados do tipo *raster* em tipo vetorial, neste arquivo de uso e cobertura da terra foi aplicado '*dissolve*' para simplificação das feições, a partir disso extraiu-se os shapes das malhas urbanas, para delimitar somente as manchas de expansão, entre t0 e t1 aplicou-se '*Symmetrical Difference*', logo em seguida ocorreu a correção de erros, através de imagens do Google Earth, como áreas sobrepostas devido à própria limitação da classificação de usos e coberturas.

Por fim aplicou-se '*Intersect*' entre o shape do uso e cobertura em t0 e shape da mancha urbana em t1, o produto derivado seguiu para a organização das simbologias e elaboração de produtos cartográficos e gráficos (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma metodológico

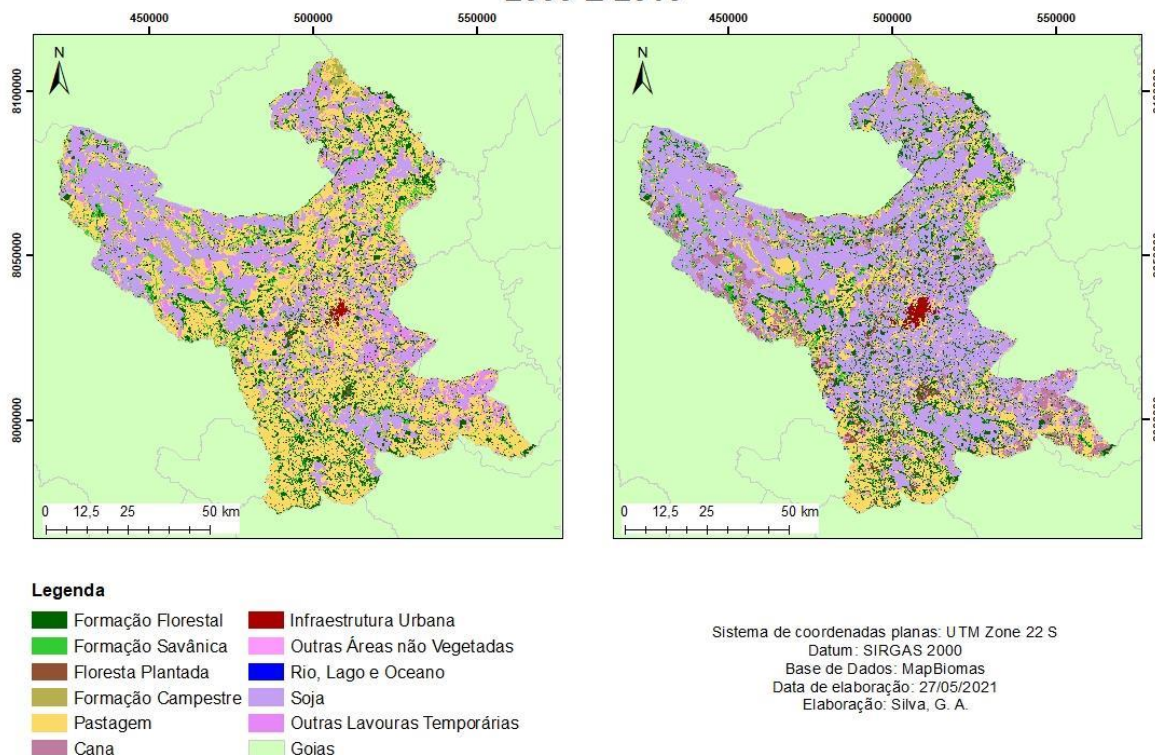


Fonte: FREITAS *et al.* (2021).

**Resultados e discussões:** Através dos resultados obtidos (Figura 3), observou-se que durante o ano 2000, no município de Rio Verde, algumas áreas destacam-se em comparação ao ano de 2019, como as classes *Formação Campestre*, *Pastagem*, *Cana*, *Infraestrutura Urbana* e *Soja*. Durante o período analisado as classes eleitas sofreram expressivas variações. No caso da *Formação Campestre*, *Cana*, *Infraestrutura Urbana* e *Soja*, houve uma expansão maior sobre o município, ocorrendo de forma contrária à *Pastagem*. No ano de 2000 a *Pastagem* possuía a maior participação, mais de 44% do município, já no ano de 2019 é a *Soja* que ocupa quase todo território de Rio Verde, deste modo substituindo as áreas que antes eram compostas pela *Pastagem*.

Figura 3: Emparelhamento do uso e cobertura da terra

### MAPA DE COMPARAÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA - RIO VERDE (GO) 2000 E 2019



Fonte: SILVA *et al.* (2021).

As classes *Formação Campestre*, *Cana* e *Soja*, sofreram as maiores mudanças entre os anos 2000 (2,05%; 0,01%; 24,25%, respectivamente) e 2019 (20,76%; 4,33%; 49,6%, respectivamente). Na classe *Formação Campestre*, o expressivo crescimento de sua área pode ter relação de acordo com Moro *et al.* (2007) aos usos para fins lucrativos, servindo como ambiente secundário para produção. Nas classes *Cana* e *Soja* vemos que o crescimento do ano de 2000 para 2019, passa pelo pensamento de Terra *et al.* (2020) onde o crescimento do Agronegócio passa pela utilização cada vez maior de cultivares e a automação dos processos de produção. Graças a esse crescimento, o município de Rio Verde é considerando uma referência estadual e nacional em Agronegócio, elevando o crescimento da economia do Estado em torno de 18% (ROSA, 2020).

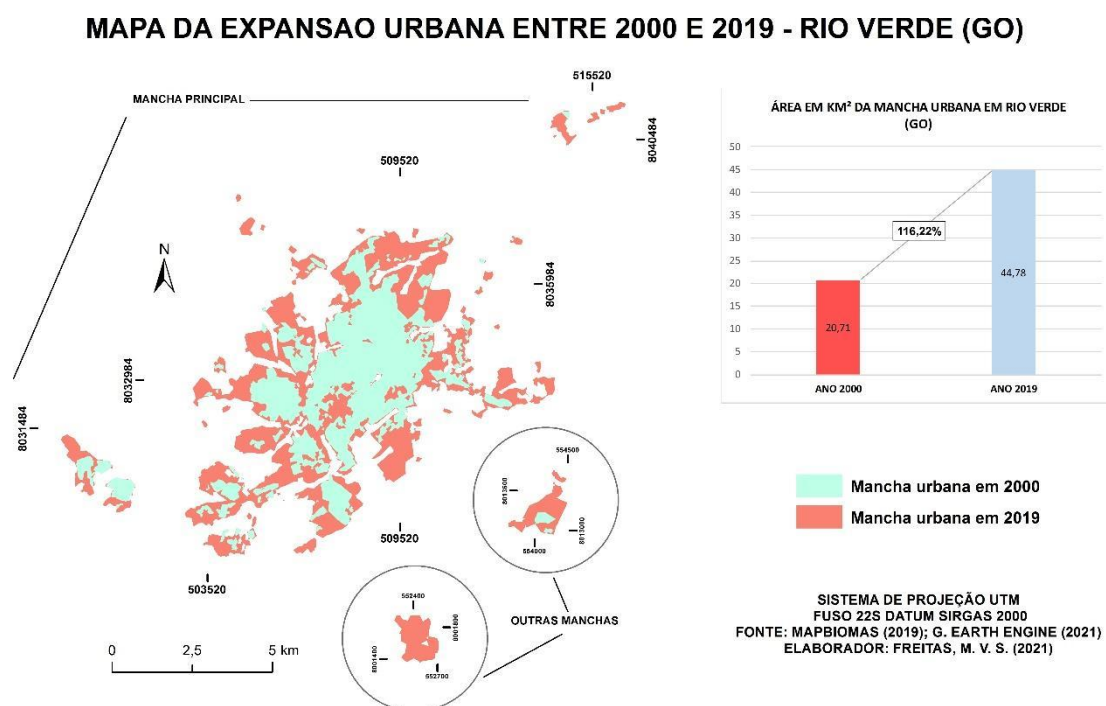
É importante observar que toda a evolução apresentada pela *Soja* no município de Rio Verde no ano de 2019 continua crescendo e está ligada com sua posição geográfica na região. A região do sudoeste goiano vem implantando um

investimento crescente no agronegócio, diversas vezes apoiadas por estímulos e planos nacionais de desenvolvimento espalhando-se por outros municípios, como Jataí e Mineiros que ilustram essa nova realidade (MACEDO, 2013).

Como apontam os autores Souza (2019) e Xavier (2013), o esforço de integralização do Cerrado e conseqüentemente o município de Rio verde ao capital internacional, no que diz respeito ao agronegócio de exportação de *commodities*, seja através de políticas desenvolvimentistas ou a implementação de corporações privadas, resultou num dinamismo econômico e acelerada expansão de sua mancha urbana.

Neste sentido, foi possível quantificar o crescimento a área em km<sup>2</sup> da mancha urbana de Rio verde (GO), no período de dezenove anos, a área urbana cresceu de 20,71 em 2000 para 44,78 em 2019, o que representa um aumento expressivo de 116,22%. Percebe-se também que o crescimento urbano se deu, não somente, na mancha principal, mas em zonas urbanas secundárias (Figura 4).

Figura 4: Crescimento da mancha urbana rio-verdense



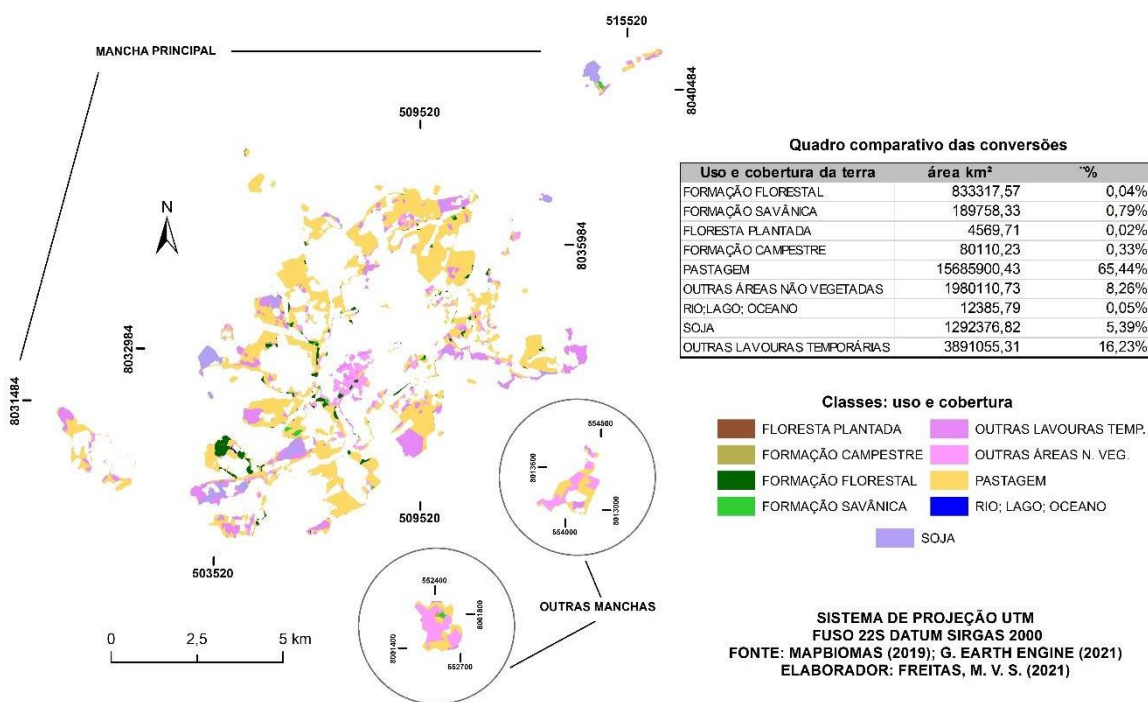
Fonte: FREITAS *et al.* (2021).

Os resultados atestam que os investimentos públicos e privados para a implementação de infraestrutura com o objetivo de apropriar-se das cadeias de produção, circulação e consumo, centralizaram novos fluxos com a atração de migrantes e conseqüentemente aceleraram o crescimento da zona urbana (MACEDO, 2013).

Observa-se que a principal classe que diminuiu em detrimento à mancha urbana, entre o período analisado, foi a pastagem representando um total de 15,68 km<sup>2</sup> convertido e 65,44% do total da área convertida (Figura 6). No que refere-se a mancha urbana principal notou-se em t0 a predominância da classe *Pastagem* nas áreas urbanas limítrofes atestando a forte influência da proximidade da classe em relação à mancha urbana no processo de conversão do uso e cobertura, resultado similar ao encontrado por GONÇALVES *et al.* (2019) em análise do município de Sinop (MT), outra cidade tendo o agronegócio como principal atividade econômica.

Figura 5: Crescimento da mancha urbana rio-verdense

**MAPA DA CONVERSÃO DE USO E COBERTURA DA TERRA ENTRE 2000 E 2019 - RIO VERDE (GO)**



Fonte: FREITAS *et al.* (2021).

Por outro lado, se tomarmos por referências as manchas secundárias a principal classe convertida foi a de *Outras áreas não vegetadas*, indicando uma preparação dessas terras para a conversão urbana; ao considerar o total de área convertida esta classe representa 1,9 km<sup>2</sup> e 8,26%. De forma generalizada as classes que tiveram as maiores taxas de conversão, já incluindo as mencionadas anteriormente, foram 'Outras lavouras temporárias' e 'Soja' com respectivamente 5,39% (1,29 km<sup>2</sup>) e 16,23% (3,89 km<sup>2</sup>).

Vale destacar ainda que a baixa conversão de cobertura da terra, ou seja, as classes *Formação florestal*, *Formação campestre* e *Formação savânica* não deve ser levado como indicativo de preservação dessas áreas uma vez que a análise dos dados utilizados mostra poucas áreas remanescentes do bioma Cerrado dentro do município.

**Conclusão:** A presente pesquisa expõe como o uso das técnicas de geoprocessamento são metodologias importantes capazes de produzirem análises detalhadas sobre a variação do uso e cobertura da terra, além disso o uso da perspectiva espacial torna possível detectar padrões de variação e inferir sobre tendências futuras que podem embasar políticas de planejamento.

Entre os 2000 e 2019 o município de Rio Verde apresentou enormes variações de seu uso e cobertura, deste modo foi possível observar a mudança na matriz econômica do município através da substituição de antigas pastagens por plantações de soja, assim as participações das classes *pastagem* e *soja* no período foram respectivamente 44,75%-1,93% e 24,25%-49,6%, destaca-se ainda as classes *Formação campestre* e *Cana* devido a sua grande variação.

Os dados indicam que a expansão urbana de Rio Verde foi de 116%, este crescimento não ocorreu somente na mancha urbana principal, mas também em manchas secundárias não contínuas favorecendo o aparecimento de novas áreas desta natureza. Este resultado representa o desenvolvimento trazido para o município através do agronegócio, desconsiderando-se neste caso os problemas surgidos por um crescimento rápido.

Com 65,44% o uso *Pastagem* foi o que mais contribuiu na conversão de novas áreas urbanas, seguida pelas classes *Outras lavouras temporárias* e *Outras áreas não vegetadas* apresentando respectivamente 16,23% e 8,28%. Ao considerar estudos como o do Gonçalves *et al.* (2019) revela-se uma tendência na substituição em maior proporção de áreas de pastagens por possuírem menores impedimentos à sua conversão, como por exemplo a ausência fitofisionomias lenhosas.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem ao Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira pela orientação deste projeto e pelos ensinamentos compartilhados na disciplina de Geoprocessamento.

#### Referências:

GONÇALVES, G. C.; AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.. Caracterização da expansão urbana e seus padrões em duas cidades amazônicas. *In:* 2019, Santos-SP. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Santos-SP: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019. p. 2216–2219.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cobertura e uso da terra**. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra.html>. Acessado em 03 de Junho de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Rio Verde. **IBGE**, 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/rio-verde/panorama>>. Acesso em: 01 jun. 2021

JAPIASSÚ, L. A. T.; LINS, R. D. B. As diferentes formas de expansão urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 02, p. 15-25, 2014.

LEITE, E. F.; ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106, 2012.

MACEDO, F. C. Transformação econômica, inserção externa e dinâmica territorial no Centro-Oeste Brasileiro: o caso de Rio Verde. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 35–50, 2013.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. *In:* MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (org). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007, p.93-98.

SEABRA, V. S.; CRUZ, C. M.. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 411-426, 2013.

REDAÇÃO GLOBO RURAL. Goiás, 3º maior produtor de soja do país, espera colher o recorde de 13,4 milhões de toneladas. **Globo Rural**, 2021. Disponível em: <[ROSA H. D. Rio Verde, a capital do agronegócio, sempre é notícia em todo o país. \*\*HÉRCULES DIAS A GRIFE DO JORNALISMO\*\*, 13 ago. 2020. Disponível em: <<http://www.herculesdias.com.br/editorias/economia/item/2604-rio-verde-a-capital-do-agronegocio-sempre-e-noticia-em-todo-o-pais>>. Acesso em: 03 jun. 2021](https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2021/02/goias-3-maior-produtor-de-soja-do-pais-espera-colher-o-recorde-de-134-milhoes-de-toneladas.html#:~:text=Rio%20Verde%20lidera%2C%20com%201,(PAM)%2C%20de%202019.>. Acesso em: 02 jun. 2021.</p></div><div data-bbox=)

SOUZA, T. R. Urbanização no Cerrado: a agricultura capitalista nos municípios de Rio Verde-GO e Jataí-GO. **GEOAMBIENTE ON-LINE**, [S. l.], n. 33, p. 1-21, 2019.

TERRA, T. N.; LUCIANO A. C. S.; ESQUERDO, J. C.D. M.; COUTINHO A. C. C.; ANTUNES, J. F. G. A.; SANTOS, J. L.; BERTOLO, L. S. Dinâmica da intensificação da agricultura temporária na Área de Proteção Ambiental Ilha do Bananal-Cantão. In: **GEOINFO**, 21., 2020, São José dos Campos. **Anais...São José dos Campos: INPE**, 2020. p. 246 - 251.

XAVIER, P. C. B.. Mestrado Em Desenvolvimento E Planejamento Territorial: **A Expansão Urbana Da Cidade De Rio Verde - 1970 / 2012** Paulo Cesar Borges Xavier. [S. l.], 2013.



# DESENVOLVENDO UM MÉTODO DE DETECÇÃO DE FLORESTAS DE IGAPÓ DA VOLTA GRANDE DO XINGU NAS DÉCADAS DE 1990 E 2000 A PARTIR DE RADARES DE ABERTURA SINTÉTICA

Alyne Almeida Affonso<sup>1</sup>; Carlos Henrique Grohmann <sup>2</sup>;

1 – Alyne Almeida Affonso. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [alynne.affonso@usp.br](mailto:alynne.affonso@usp.br)

2 – Carlos Henrique Grohmann. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [guano@usp.br](mailto:guano@usp.br)

**RESUMO:** A Volta Grande do Xingu é uma região de biodiversidade e riqueza ambiental ímpar. Apresentando uma geomorfologia diferenciada com muitos canais entrelaçados, cachoeiras e corredeiras, foi o local escolhido para abrigar a Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Agora, este megaempreendimento ameaça os igapós da Volta Grande do Xingu e da manutenção dos ecossistemas que dão suporte à vida. Além das ameaças à biodiversidade, também estão em risco os modos de vida das populações tradicionais que residem na área.

É importante identificar as florestas de igapó antes destas interferências, em situação de fluxo natural do rio, para que se possa compreender a proporção do impacto da instalação da usina e, a partir daí, buscar estratégias adequadas e efetivas de mitigação.

Para identificar as florestas alagadas em um estado mais natural, este trabalho propõe um mapeamento dos igapós da Volta Grande através de Sensores Remotos conhecidos como Radares de Abertura Sintética.

**Palavras-Chave:** Igapó; SAR; Radar de Abertura Sintética; Volta Grande do Xingu; Sensoriamento Remoto

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16712953>

**ABSTRACT:** The Volta Grande do Xingu is a region of unique biodiversity and environmental wealth. Featuring a differentiated geomorphology with many intertwined channels, waterfalls and rapids, it was the area chosen for the Belo Monte Hydroelectric Power Plant.

Now, this mega-enterprise threatens the viability of the Volta Grande do Xingu and the maintenance of ecosystems that support life. In addition to this, the livelihoods of traditional populations living in the area are also at risk.

It is important to identify the igapó forests before these interventions, in a situation of natural river flow, so that the proportion of the impact of the installation of the dam might be understood and, from there, to execute effective mitigation strategies.

To identify natural flooded forests from the Volta Grande do Xingu area, this work proposes to map the igapós using Remote Sensors known as Synthetic Aperture Radars.

**Keywords:** Igapó; SAR; Synthetic Aperture Radar; Volta Grande do Xingu; Remote Sensing

**Introdução:** A floresta amazônica pode ser dividida em apenas três grandes formações vegetais: florestas de igapó, de várzea (que juntas, estima-se serem 2% de toda a Amazônia brasileira, ou seja mais 120.000 km<sup>2</sup> de terras alagáveis) e de terra firme (RADAMBRASIL, 1978; KUBITZKI, 1989). As florestas de igapó são de grande relevância para a manutenção da biodiversidade da fauna e flora do bioma Amazônia.

De forma geral, há uma carência histórica na investigação científica das áreas alagáveis ao redor do planeta (JUNK, 1980). NELSON e OLIVEIRA (2001) afirmam que trabalhos que descrevam a florística e a estrutura das florestas periodicamente inundadas da Amazônia são escassos, com apenas poucos inventários florestais em igapó disponíveis no Brasil. Embora o nível das informações científicas sobre os mais diversos aspectos dos ecossistemas amazônicos, incluindo as florestas de igapó, tenha aumentado consideravelmente

nos últimos anos, é notável que muito conhecimento científico adicional ainda precisa ser gerado (SALOMÃO *et al.*, 2007).

No Rio Xingu, as florestas de Igapó são mais comuns nas margens, principalmente na zona do baixo curso. Estão localizadas na planície de inundação, onde o desnível varia entre 4 e 8 m nos picos anuais de enchente e vazante. A mata muitas vezes desce quase ao nível da água baixa e, algumas delas têm apenas dois meses de período seco (SALOMÃO *et al.*, 2007).

Alterações causadas por grandes empreendimentos, como as barragens da Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte, podem provocar transformações nos habitats e biomas, resultando em perda de biodiversidade, inclusive espécies endêmicas e de importância socioeconômica, visto que os impactos podem desequilibrar padrões e processos biogeoquímicos, geomorfológicos e das funções ecológicas dos ambientes afetados, inviabilizando um ecossistema saudável, comprometendo inclusive os modos de vida de comunidades tradicionais que dependem diretamente da vazão do rio Xingu e de seus pulsos de cheia (COSTA *et al.*, 2012; ASSAHIRA, 2014).

Por tudo isso, a dinâmica pós construção e início das operações da UHE Belo Monte tem potencial para afetar as florestas de igapó da Volta Grande do Xingu de forma irreversível, principalmente através do barramento do rio, porque afeta o fluxo de água e os pulsos de cheia, que por sua vez, controlam os padrões de inundação.

É importante, portanto, identificar as florestas de igapó pré barramento, em situação de fluxo natural do rio, para que se possa compreender a proporção do impacto da instalação da usina e, a partir daí, buscar estratégias adequadas e efetivas de mitigação.

O sensoriamento remoto tem contribuído de forma importante para o estudo de diversos ambientes, pois auxilia na compreensão de estruturas ecossistêmicas e suas interações. É usado para identificar e quantificar a distribuição da floresta (MYERS, 1988; ARCHARD *et al.*, 2002) uma vez que facilita a compreensão da variação espacial e temporal dos ambientes,

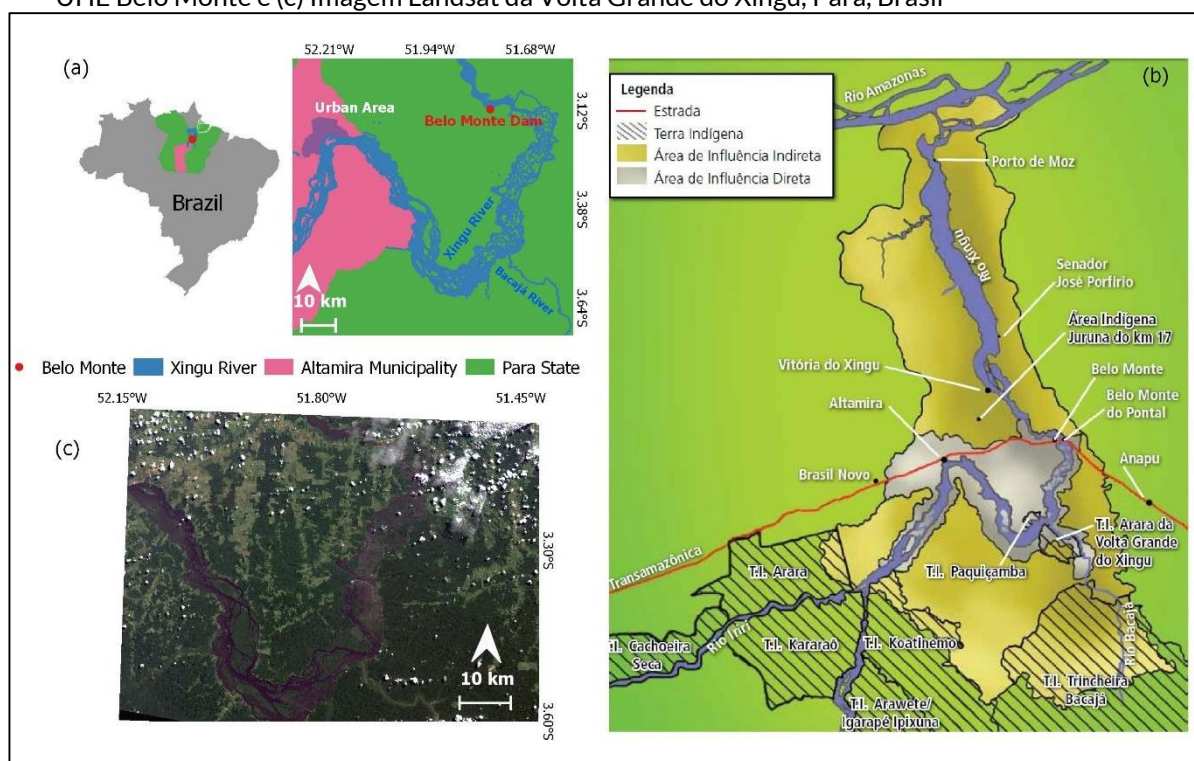
principalmente em áreas extensas, de difícil acesso e que exibem complexa variabilidade sazonal, onde o trabalho de campo e mapeamento tradicionais acabam por ser prejudicados ou inviabilizados.

Embora o sensoriamento remoto seja uma técnica abrangente, de fácil acesso e relativamente barata, o método apresenta limitações relacionadas aos sensores. Uma questão fundamental que limita seu uso nos ambientes tropicais é o prolongado período com cobertura de nuvens, que prejudica a periodicidade de aquisição de imagens (NOVO, 2008; ZANOTTA *et al.*, 2019).

Por isso, neste estudo deu-se preferência pelos Radares de Abertura Sintética (ou SAR, do inglês, *Synthetic Aperture Radar*) que mostraram-se ser ferramentas mais adequadas no mapeamento de florestas nos trópicos, já que são sensores ativos. Sensores ativos proporcionam sua própria fonte (portanto, artificial) de energia, diferente dos sensores óticos, que são sensores passivos, e dependem de uma fonte de iluminação externa, como o sol (MEYER, 2019).

**Material e métodos:** Os igapós objeto de estudo deste trabalho estão localizados na área de influência direta da UHE Belo Monte (Figura 1a), na Volta Grande do Xingu, Pará (Figura 1b).

Figura 1: (a) Localização Geográfica da Área de Estudo (b) Áreas de influência direta e indireta da UHE Belo Monte e (c) Imagem Landsat da Volta Grande do Xingu, Pará, Brasil



Fonte: b) ELETROBRÁS, 2009; c) USGS, 2000

Do sensor JERS-1, foram adquiridas 17 imagens *level* 2.1 (corrigidas radiométrica e geometricamente e georreferenciadas. O tamanho do pixel para os produtos 2.1 é de 12.5 metros) sobre a área de estudo, em diversas datas. Foram utilizadas para análises as imagens relativas aos períodos de cheia dos anos de 1993 (24/03/1993) e 1996 (11/05/1996).

Já o sensor ALOS-PALSAR forneceu diversas imagens, de vários períodos do ano, de diversas bandas, entre os anos 2006 e 2011. Foram utilizadas imagens das bandas polarimétrica (PLR) de polarização quádrupla (*quad-pol*), e polarização dupla (FBD, HH/HV) das seguintes datas:

- Banda Espectral PLR: 15/03/2007; 01/04/2007, 13/04/2007; 17/05/2007; 29/05/2007; 20/03/2009; 06/04/2009; 18/04/2009; 05/05/2009; 22/05/2009; 12/04/2011
- Banda Espectral FBD: 05/08/2007; 22/08/2007; 03/09/2007; 19/10/2007; 24/04/2008; 07/05/2008; 07/08/2008; 05/09/2008;

10/08/2009; 27/08/2009; 08/09/2009; 13/05/2010; 13/08/2010;  
11/09/2010; 28/09/2010; 15/10/2010.

As imagens baixadas foram produtos RTC (*Radiometric Terrain Corrected*), já corrigidas geométrica e radiometricamente e georretificadas, com resolução de 12,5 metros.

Para que os produtos dos sensores SAR possam ser utilizados em análises, uma série de etapas de processamento digital das imagens devem ser efetuadas, a fim de que a informação coletada pelos sensores tenha qualidade e significado, e possam ser interpretadas como a real situação do ambiente *in situ* no momento da aquisição, minimizando interpretações enviesadas e inadequadas.

Tanto para as imagens JERS-1, como para as imagens ALOS-PALSAR, foi aplicado um filtro Gamma (5x5) para atenuação de ruído *speckle*.

As imagens ALOS-PALSAR quad-pol foram utilizadas para identificar as áreas de igapó durante os períodos de cheia. Isto porque a floresta alagada se destaca na polarização HH devido ao efeito *double-bounce*, o que faz com que a sensibilidade trazida por esta característica do sensor seja bastante conveniente para este objetivo. Para cada data dos produtos adquiridos durante os pulsos de cheia, foi criado um *stack* com a imagem HH na banda do vermelho, HV na banda verde e VV na banda azul. As polarizações HH e VV evidenciam mais as contribuições do solo, uma vez que podem penetrar através da copa das árvores, e a polarização HV destaca mais a vegetação densa, porque está relacionada ao volume dos alvos.

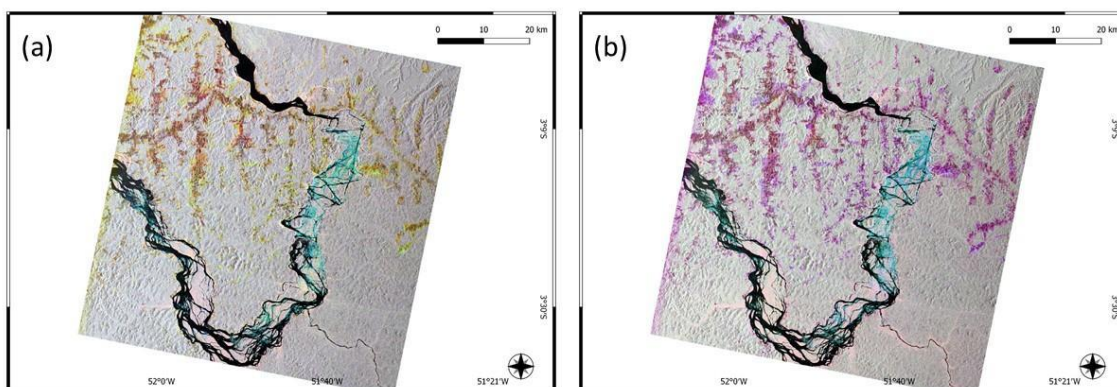
Depois de finalizada esta etapa, as imagens foram classificadas através do algoritmo *Random Forest*. As classes selecionadas para a classificação foram “vegetação”, “desmatamento”, “igapó” e “água”.

As imagens de polarização dupla foram agrupadas de acordo com o pulso do rio (seca ou cheia) e de acordo com a polarização (HH ou HV) e foram criados mosaicos de imagens que representassem o período do ano, separadas pela polarização (ou seja, Seca HH, Seca HV, Cheia HH e Cheia HV para cada ano

selecionado). Após a formação dos mosaicos, razão HH/HV foi calculada e um *stack* com as polarizações HH na banda vermelha, HV na banda verde e HH/HV na banda azul foi criado. Além disso, outro *stack* foi criado para observar as diferenças nos padrões de alagamento entre os períodos de cheia e seca, com o período de seca na banda vermelha e de cheia nas bandas verde e azul.

**Resultados:** A Figura 2 apresenta uma composição de série temporal a partir dos produtos JERS-1. Por uma questão de melhor visualização causada pelo destaque das cores quentes, as imagens relativas à cheia estão na banda vermelha.

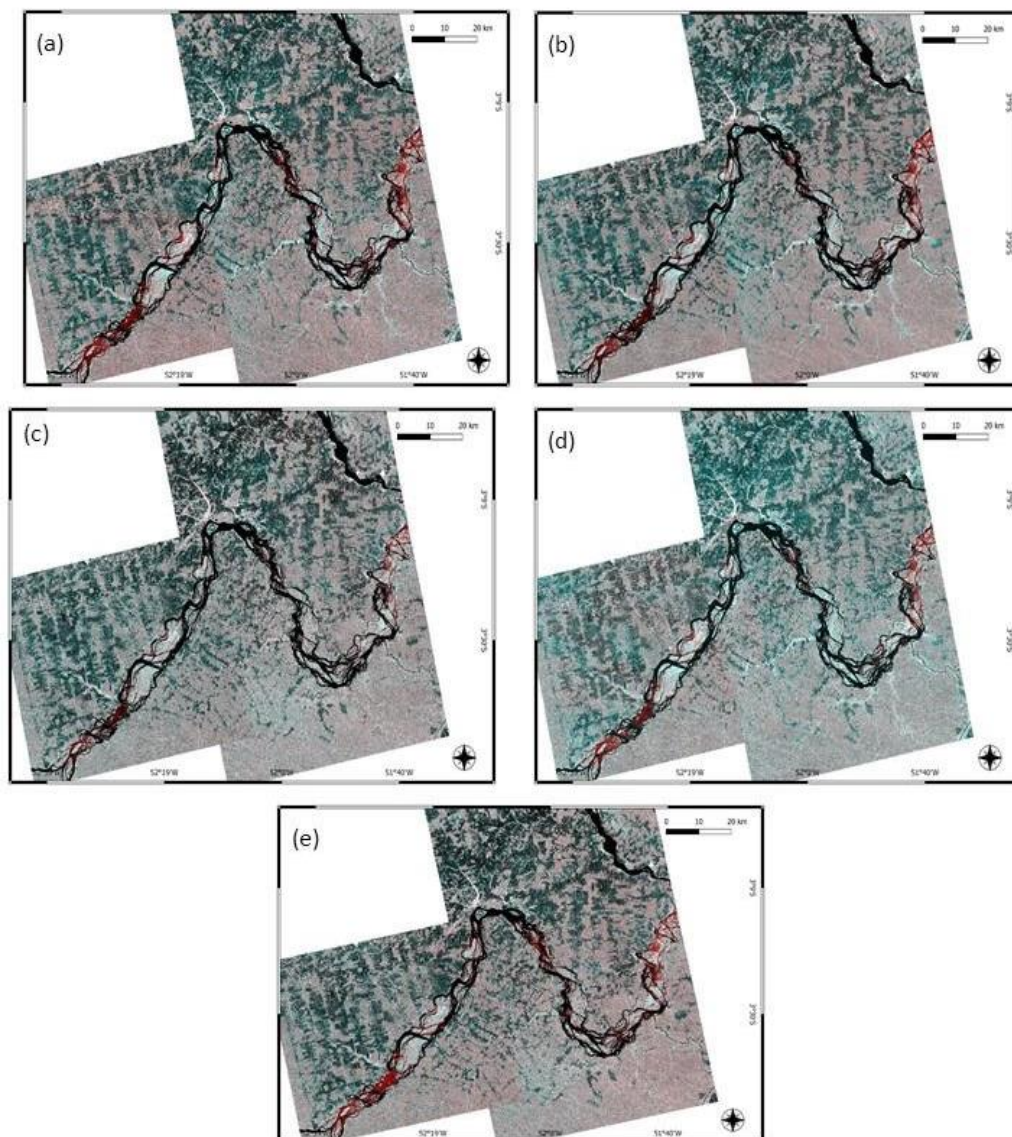
Figura 2: Composição de série temporal de imagens JERS-1. (a) O pulso de cheia relativa ao ano de 1993 se encontra na banda vermelha e as secas relativas aos anos de 1994 e 1996 estão nas bandas verde e azul. (b) O pulso de cheia relativa ao ano de 1996 se encontra na banda vermelha e as secas relativas aos anos de 1994 e 1996 estão nas bandas verde e azul



Fonte: Autoria própria

Também por uma questão de melhor visualização causada pelo destaque das cores frias nas áreas alagadas, as imagens relativas à cheia estão nas bandas azul e verde. As séries temporais criadas a partir das imagens do sensor PALSAR do satélite ALOS se encontram na Figura 3.

Figura 3: Composições de série temporal de imagens ALOS PALSAR 1. (a) Período de cheia de 2008: bandas azul e verde. Período seco de 2007: banda vermelha (b) Período de cheia de 2008: bandas azul e verde. Período seco também de 2008: banda vermelha (c) Período de cheia de 2008: bandas azul e verde. Período seco de 2009: banda vermelha (d) Período de cheia de 2010: bandas azul e verde. Período seco de 2009: banda vermelha (e) Período de cheia de 2010: bandas azul e verde. Período seco também de 2010: banda vermelha

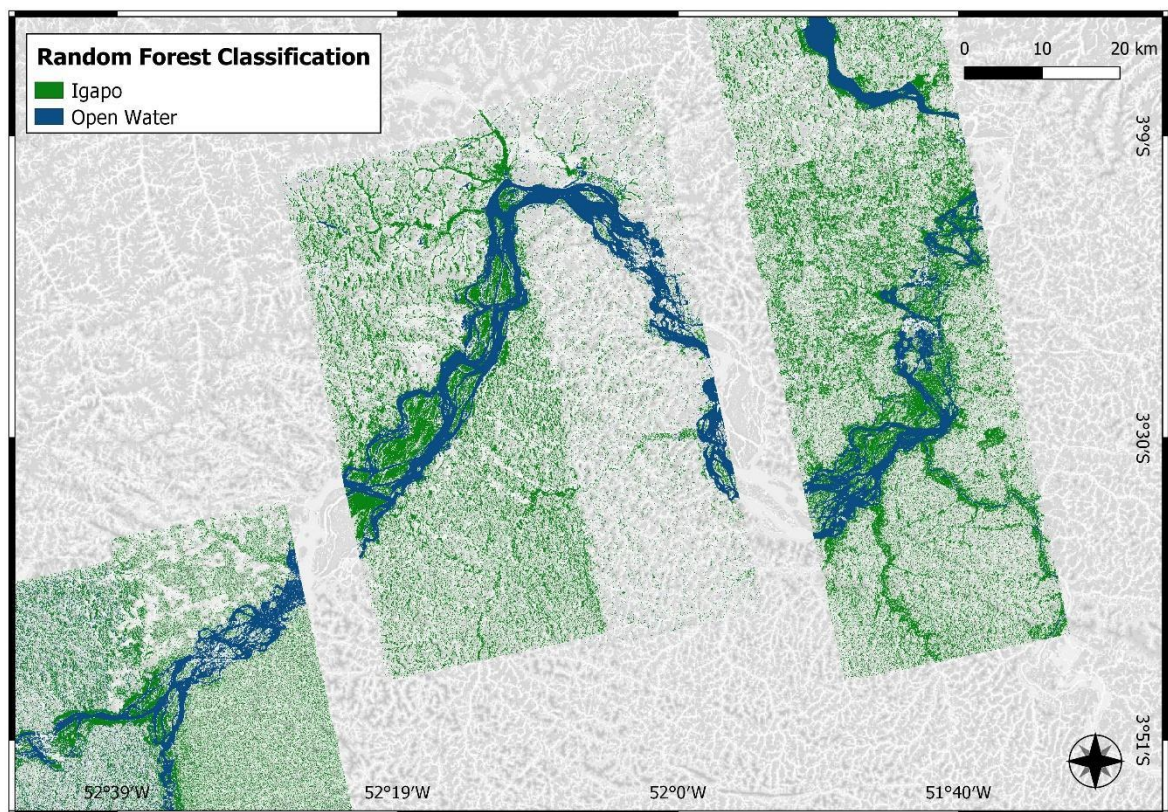


Fonte: Autoria própria

Na Figura 4 está o resultado da classificação *Random Forest* baseada no *stack* RGB constituídos de imagens durante o período de seca nas polarizações HH, HV e VV.



Figura 4: Classificação Random Forest baseada nas imagens quad-pol, procurando evidenciar as áreas de floresta alagada



Fonte: Autoria Própria

**Discussão:** Ao se mapear ambientes de florestas alagadas através de técnicas de sensoriamento remoto, procuramos delinear, classificar e exibir os limites destes ecossistemas e calcular sua distribuição na paisagem. Imagens multitemporais como as utilizadas neste trabalho ajudam a desvendar as condições dinâmicas destes ambientes e identificar os indutores de mudanças com potencial de causarem impactos nas florestas alagadas.

Na literatura, existem diversos exemplos de trabalhos que fazem uso de *stacks* e composições falsa-cor de séries temporais, em diferentes polarizações e razões entre polarizações para destacar os ambientes alagados em florestas (exemplos em TINER, 2015). No entanto, cabe ressaltar que os conjuntos de dados e as técnicas de análise empregadas são únicas para cada área de estudo, devido às particularidades do ambiente, dos processos atuantes e dos objetivos do trabalho. Uma determinada metodologia utilizada por um autor ou grupo de

pesquisa pode não ser adequada para um ambiente distinto daquele em que foi aplicada.

Na Figura 2(a), os tons de vermelho, rosa e pink são relativos ao período de cheia do ano de 1993. As intensidades dos tons de vermelho são bem delicadas, enquanto os tons de azul e verde, relativos aos pulsos de seca dos anos de 1994 e 1996 tem um sinal bem forte, indicando alto valor de reflectância, revelando grande exposição dos pedrais das corredeiras nos canais adelgaçados nos meses mais secos.

Na Figura 2(b), o período de cheia do ano de 1996 foi armazenado na banda vermelha, enquanto os meses de seca dos anos de 1994 e 1996 foram alocados nas bandas azul e verde. A baixa intensidade dos tons quentes indica baixa energia do pixel, em contraste com os tons frios bem destacados (altos valores de reflectância), revelando que a vazão média daquele ano não teve destaque.

Na análise temporal das Figuras 3(a) e (b), os meses do pulso de cheia do ano de 2008 se encontra nas bandas verde e azul, e a estação seca na banda vermelha (dessa forma, sendo o oposto do esquema de cores da Figura 2). Na Figura 3(a) é possível observar de forma mais pronunciada as áreas alagadas (identificadas pelos tons azulados/esverdeados relativos aos meses de cheia) que na Figura 2. A intensidade do sinal refletido é alta o suficiente para destacar o igapó ao longo do curso do rio Xingu e de seus tributários (como o rio Bacaja e o rio Ituna).

O mesmo raciocínio foi aplicado nas Figuras 3 (c), (d). Enquanto os meses de cheia foram armazenados nas bandas verde e azul em ambas as imagens, os meses do pulso de seca do ano 2009 (c) e 2010 (d) foram armazenados na banda vermelha. Embora na Figura 3(c) seja possível identificar tons claros de azul e verde, o sinal fica mais intenso nas Figuras 3(d) e (e), possibilitando uma melhor distinção da floresta alagada para o ano de 2010.

Na Figura 4 está a classificação *Random Forest* aplicada para realçar as áreas alagadas a partir de *composites* de imagens RGB HH/HV/VV (HH na banda

vermelha, HV na banda azul e VV na banda verde). Embora haja uma confusão na classificação com os pixels que deveriam identificar apenas as áreas alagadas (distribuídos de forma razoavelmente homogênea, num padrão granuloso, por toda a imagem), é possível identificar visualmente sem grande empecilho as áreas onde o ambiente é inundado nos meses de cheia ao redor do Rio Xingu e de vários de seus tributários.

**Conclusão:** Embora tenha sido possível identificar as florestas de igapó em períodos da década de 90 e 2000, é importante reconhecer que uma das limitações do mapeamento dos igapós da Volta Grande do Xingu é a disponibilidade reduzida de conjunto de dados, mesmo de diferentes sensores, sobre a área de estudo durante os períodos chave (cheia e seca), principalmente antes dos anos 2000. Esse fato acaba dificultando o reconhecimento dos igapós em estado natural da Volta Grande (ou seja, como era o ambiente antes dos grandes indutores de pressão antrópica). Esta limitação é importante porque caracterizar o ambiente previamente às inúmeras alterações que vem sofrendo recentemente é crucial para determinar os limiares aceitáveis de interferência e impacto, tanto da Usina de Belo Monte como em outros empreendimentos da região (mineração, garimpo e desmatamento para uso agropecuário).

Outra limitação encontrada é que, embora atualmente hajam produtos em alta resolução disponíveis gratuitamente, que permitem um mapeamento preciso da área, a definição e o realce dos igapós nas imagens nem sempre é nítido, mesmo aplicando diferentes técnicas de processamento e melhoramento das imagens.

Isto leva a outra ressalva: é evidente que apenas a análise visual não é suficiente para alcançar os objetivos propostos, e portanto, uma estatística robusta dos pixels é indispensável pra que as áreas alagadas sejam identificadas com mais precisão e acurácia.

Além disso, há uma grande complexidade envolvida na análise de dados SAR e na elaboração de estatísticas robustas relacionadas tanto ao

processamento de imagens quando aos dados hidrológicos. A interpretação de dados SAR é menos intuitiva que a de dados óticos.

Sugere-se para trabalhos futuros a aplicação de métodos estatísticos para tratamento das imagens: é evidente que apenas a análise visual não é suficiente para alcançar os objetivos propostos, e portanto, uma estatística robusta dos pixels é indispensável pra que as áreas alagadas sejam identificadas com mais precisão e acurácia. Sugere-se também que as análises se apoiem em outros conjuntos de dados, como dados hidrográficos e topográficos, além de imagens de outros sensores, tanto óticos como SAR.

**Agradecimentos:** Autor 1 agradece à CAPES pelo financiamento para esta pesquisa (código 001).

#### **Referências:**

ARCHARD, F. et al. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science*, v. 297, n. 5583, p. 999-1002, 2002. ISSN 0036-8075.

ARCHER, A. W. Review of Amazonian depositional systems. *Spec. Publs int. Ass. Sediment*, 35, 2005. 17-39.

ASSAHIRA, C. **A relação entre a usina hidroelétrica de Balbina e a morte de árvores de *Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth. (Fabaceae) nas florestas alagáveis a jusante do Rio Uatumã, Amazônia Central.** Dissertação de mestrado apresentada ao INPA. Manaus: INPA, 2014.

AYRES, J. M. **As matas de várzea do Mamirauá: Médio Rio Solimões.** Brasília: CNPQ, 1995.

COSTA, B. B. S. et al. Licenciamento ambiental no Brasil sobre Usinas Hidrelétricas: um estudo de caso da Usina de Belo Monte, no Rio Xingu (Pará). *Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas*, 15, Outubro 2012. 19-33.

ELETROBRÁS. **Relatório de Impacto Ambiental - Aproveitamento hidrelétrico de Belo Monte.** Ministério de minas e Energia. [S.l.], p. 197. 2009.

FERREIRA, L. V. **O uso de análise de lacunas e paisagens para a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade no bioma Amazônia.** Anais,

54 Congresso Nacional de Botânica. : Museu Paraense Emílio-Goeldi. 2003. p. 143-144.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis - um desafio para Limnologia. **Acta Amazonica**, 10, n. 4, 1980. 775-795.

JUNK, W.; BAYLEY, P.; SPARKS, R. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences**, n. 106, 1989. 110-127.

KUBITZKI, K. The ecogeographical differentiation of Amazonian inundation forests. **Plant systematics and evolution**, 1989. 285-304.

MEYER, F. Spaceborne Synthetic Aperture Radar: Principles, Data Access, and Basic Processing Techniques. In: FLORES-ANDERSEN, A. I., et al. **The SAR Handbook: Comprehensive Methodologies for Forest Monitorins and Biomass Estimation**. 1ª. ed. [S.I.]: SERVIR Global Science Coordination Office, 2019. Cap. 2, p. 307.

MYERS, N. Tropical Deforestation and Remote Sensing. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, n. 23, 1988. 215-225.

NELSON, B. W.; OLIVEIRA, A. A. ÁREAS PRIORITÁRIAS POR GRUPOS TEMÁTICOS: Área Botânica. In: BRASIL, M. D. M. A. **Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade na Amazônia brasileira**. Brasília: Estação Liberdade, 2001. p. 90-95. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf\\_chm\\_rbbio/\\_arquivos/Sumario\\_Amazonia.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/Sumario_Amazonia.pdf)>. Acesso em: 2019.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 3ª. ed. São Paulo: Blucher, 2008. ISBN 978-85-212-0441-1.

OLTMAN, R. E. Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon River. **U. S. Geol. Surv. Circ.**, p. 16, 1968.

RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais. Folha SA. 20 Manaus**. Rio de Janeiro. 1978.

SALOMÃO, R. P. et al. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, 2, Set-Dez 2007. 57-153.

SOUZA FILHO, P. W.; PARADELLA, W. R.; SILVEIRA, O. F. M. Synthetic Aperture Radar for Recognition of Coastal Features in the Wet Tropics: Applications in the Brazilian Amazon Coast. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências Naturais**, 1, 2005. 149-154.

TINER, R. W. Early Applications of Remote Sensing for Mapping Wetlands. In: TINER, R. W.; LANG, M. W.; KLEMAS, V. V. **Remote Sensing of Wetlands -**

**Applications and Advances.** Boca Raton: CRC Press, 2015. Cap. 4, p. 544. ISBN 978-1-4822-3738-2.

USGS, U. S. G. S. Landsat-07 LE07\_L1TP\_225062\_20000526\_20170211\_01\_T1 - cena LE72250622000147AGS01. **Earth Explorer**, 26 maio 2000. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 2019.

ZANOTTA, D. C.; FERREIRA, M. P.; ZORTEA, M. **Processamento de imagens de satélite.** 1ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. ISBN 978-85-7975-316-9.

# ANÁLISE DA TRANSFORMAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO ENTRE OS ANOS 2000 E 2017 NA VOLTA GRANDE DO XINGU, PARÁ

Alyne Almeida Affonso<sup>1</sup>; Silvia Sayuri Mandai<sup>2</sup>; Tatiana Pineda Portella<sup>3</sup>; Carlos Henrique Grohmann<sup>4</sup>; José Alberto Quintanilha<sup>5</sup>

1 - Alyne Almeida Affonso. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [alynne.affonso@usp.br](mailto:alynne.affonso@usp.br)

2 - Silvia Sayuri Mandai. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [silvia.mandai@usp.br](mailto:silvia.mandai@usp.br)

3 - Tatiana Pineda Portella. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. [portellatp@gmail.com](mailto:portellatp@gmail.com)

4 - Carlos Henrique Grohmann. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [guano@usp.br](mailto:guano@usp.br)

5 - José Alberto Quintanilha. Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. [jaguinta@usp.br](mailto:jaguinta@usp.br)

**RESUMO:** Este estudo tem por objetivo avaliar as alterações no uso e cobertura do solo (UCS) entre os anos de 2000 e 2017 na região da Volta Grande do Xingu, Pará, relacionando-as com os principais indutores de pressão de transformação da paisagem. Para tal, foram utilizadas duas imagens do satélite *Landsat*, que foram tratadas e classificadas utilizando as classes floresta, agropasto, rio e pedrais. Por meio de técnicas de geoprocessamento, pode-se observar e quantificar as transformações induzidas pela barragem do rio Xingu, que inundou áreas de floresta à montante da UHE Belo Monte, expôs áreas de pedrais à jusante da usina, além de áreas de floresta, as quais foram substituídas por solo exposto, principalmente em decorrência de atividades agropecuárias.

**Palavras-Chave:** Belo Monte; Volta Grande do Xingu; Análise da paisagem; Uso e Cobertura do Solo; Sensoriamento Remoto

DOI: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.16745989>

**ABSTRACT:** This study aims to evaluate land use and cover change (LUCC) between 2000 and 2017 in the area of Volta Grande do Xingu, Pará, associating these changes to the main pressure inducers of landscape transformation. For this purpose, two Landsat satellite images were treated and classified (forest, agropasture, river and rocks classes). Using geoprocessing techniques, we observed and quantified changes induced by the damming in the Xingu River, which flooded areas upstream and exposed rocky areas downstream of the Belo Monte Hydroelectric Plant. In addition to that, forest areas were replaced by exposed soil, related to agriculture and pasture activities.

**Keywords:** Belo Monte; Volta Grande do Xingu; Landscape Analysis, Land Use and Land Cover Change; Remote Sensing

**Introdução:** A floresta amazônica é um bioma megadiverso, distribuído por nove países, principalmente no Brasil. Este bioma vem sofrendo interferência antrópica desde a década de 70, mas o impacto tem se intensificado nos últimos 20 anos (ROSA et al., 2017). Embora uma das principais atividades para o contínuo declínio das florestas tropicais ao redor do mundo esteja relacionada à agricultura (que cobre aproximadamente 50% deste bioma) (LERNER et al., 2013), implicações relacionadas às usinas hidroelétricas são expressivas. Na Amazônia brasileira, a construção de hidrelétricas vem aumentando desde os anos 90, guiada por governos em busca de segurança elétrica, crescimento econômico e industrialização (BERMANN, 2007). A Amazônia tem grande potencial para este tipo de empreendimento devido ao seu grande potencial hidráulico e seu imponente sistema de rios (MORETTO et al., 2012; PRADO et al., 2016; TIMPE E KAPLAN, 2017).

Impactos relacionados à perda de nichos ecológicos em áreas à montante e à jusante das barragens nos grandes rios tropicais vêm sendo negligenciados por décadas, pelo mundo todo (REVENGA, 2005). De acordo com Winemiller et al. (2016), estes impactos têm sido avaliados de forma tardia, afetando sua resiliência e capacidade de recuperação. Este é o caso da Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte na Volta Grande do Xingu (CALVI et al., 2020), onde são cada vez



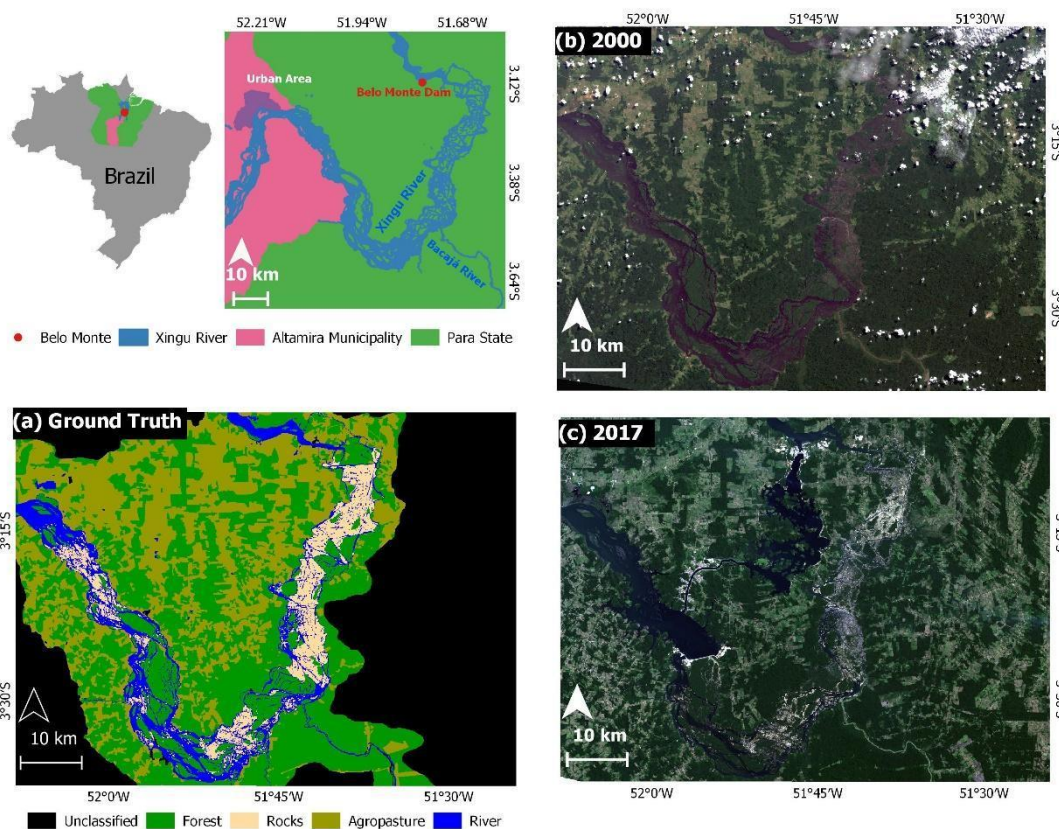
mais numerosas as evidências de alterações causadas pela usina e barragem nos habitats e biomas ao seu redor (JIANG et al., 2018, PEZZUTI et al., 2018, ZUANON et al., 2019). Uma grande área de vegetação foi diretamente desmatada ou perdida devido à inundação (LEME ENGENHARIA, 2009; JIANG et al., 2018). Houve também uma importante redução no fluxo de água do rio Xingu à jusante gerando impactos substanciais na pesca e uso da terra para agricultura, ameaçando inclusive o modo secular de povos indígenas e comunidades tradicionais da área em terras demarcadas ou não (PEZUTTI et al. 2018). Como consequência, muitas espécies endêmicas foram perdidas, uma vez que impactos antrópicos desequilibram processos geológicos e geomorfológicos e funções ecológicas, comprometendo os modos de vida das comunidades tradicionais que dependem diretamente do fluxo do rio Xingu e de seus pulsos de inundação (CALVI et al., 2020).

Calvi et al. (2020) também apontam que a construção destas grandes hidrelétricas no norte do Brasil tem sido criticada por seu baixo retorno econômico em contraste ao seu grande impacto ambiental e social. Muitas atividades são desenvolvidas na área onde a UHE é implementada, motivados pelos altos investimentos na região, na energia a ser explorada e pelo grande número de trabalhadores que se mudam e se fixam na área. Quando a construção do empreendimento é finalizada, os trabalhadores destas famílias precisam encontrar outras formas de subsistência, como agricultura e extração (FEARNSIDE, 2008). Este fluxo de atividades induz o distúrbio ecossistêmico e fragmenta o ambiente, resultando em um mosaico de diferentes formatos, tamanhos e usos (ROSA et al., 2017).

É essencial, portanto, monitorar continuamente e através de diferentes técnicas as áreas sujeitas a impactos por grandes empreendimentos, como barragens e usinas hidrelétricas, visando à preservação e conservação dos biomas e ecossistemas impactados. Por esta razão, este estudo visa a analisar e quantificar transformações de uso e cobertura do solo, em um intervalo de 17 anos (entre 2000 e 2017) na Volta Grande do Xingu, onde está instalada a UHE Belo Monte.

**Material e métodos:** A área de estudo é a Volta Grande do Xingu (Figura 1), onde está completamente instalada a UHE Belo Monte desde 2016, no município de Altamira, no estado do Pará. A cobertura florestal da região é de floresta tropical densa e floresta aluvial, primárias e secundárias, e áreas desmatadas ou cobertas por cultivos, além dos pedrais expostos ao longo do leito do Rio Xingu. Os principais usos do solo são agricultura, pecuária, mineração e exploração madeireira. Há duas terras indígenas (TI) na área de estudo – Arara da Volta Grande e Paquiçamba.

Figura 1: Localização da Volta Grande do Xingu e da Usina Hidrelétrica Belo Monte. (a) Imagem *ground truth* da área de estudo (ou seja, os dados desta imagem foram validados em campo; imagem obtida no Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento); (b) Imagem *Landsat 7* para o ano 2000 usada para as análises (c) Imagem *Landsat 8* do ano 2017 utilizada para as análises.



Fonte: Área de estudo: autoria própria. (a) Adaptado de LEME ENGENHARIA, 2009. (b) USGS, 2000.

As duas imagens usadas para a análise da paisagem, relativas ao ano 2000 (Figura 1b) e 2017 (Figura 1c) são produtos multiespectrais adquiridos a partir da plataforma *online* do Serviço Geológico Americano (disponível em:

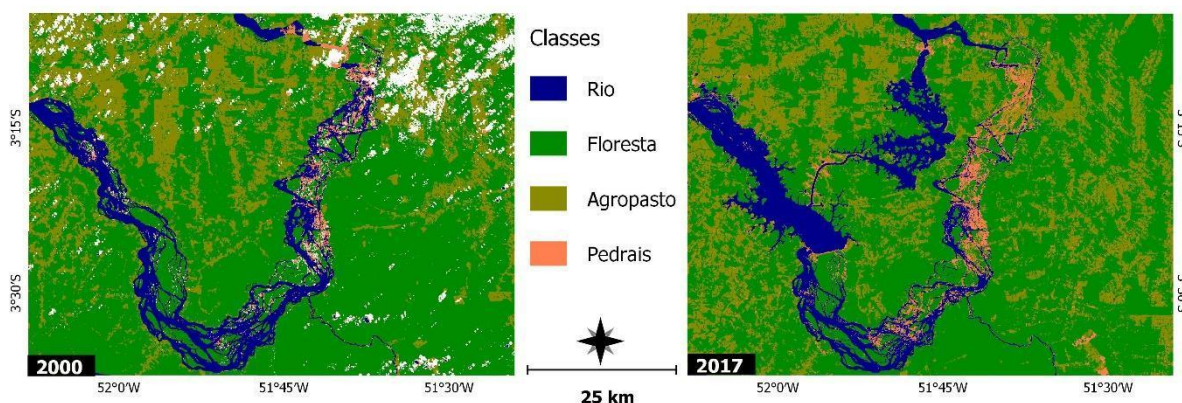
earthexplorer.usgs.gov). Ambas as imagens possuem resolução espacial de 30 metros. Para a geração dos produtos finais, foram utilizadas as bandas do azul, verde e vermelho. As imagens passaram por correção atmosférica antes do processo de classificação de uso e cobertura do solo. No método de classificação, foi aplicado o Classificador de Distância Mínima no *software* de SIG ENVI.

O método de classificação por Distâncias Mínimas é um método supervisionado, ou seja, o usuário define, a partir de um conjunto de dados confiáveis (ou referência de campo – do inglês *Ground Truth* – Figura 1a) as áreas de treinamento representativas de cada classe que se deseja definir. O algoritmo analisa a informação espectral *pixel a pixel* nas áreas de treinamento, caracterizando cada classe pelo valor da reflectância média em cada banda e os associa a *pixels* de valores desconhecidos com valores médios mais próximos, e assim, classifica a imagem toda de acordo com as classes definidas pelo usuário. Neste trabalho, as classes foram Rio, Floresta, Agropasto e Pedrais. Como a imagem do ano 2000 apresentava algumas nuvens, uma máscara de nuvens foi aplicada.

Para as análises de mudança de uso e cobertura do solo, utilizou-se uma técnica conhecida como Comparação Pós-Classificação (PRENZEL E TREITZ, 2006; VIRK E KING, 2007). A partir dos mapas de classificação, um algoritmo tabula de forma cruzada cada *pixel* das imagens classificadas, quantificando a transformação das classes. Foram elaborados mapas de mudança de UCS entre as classes Floresta ↔ Não-Floresta e Rio ↔ Não-Rio. Por fim, calculou-se a trajetória das transformações, ou seja, a área de cada uma das classes que foi convertida em outro tipo de cobertura do solo. A fim de incluir uma análise mais recente, foram utilizadas as classificações da coleção 6 do MapBiomias para os anos de 2000 e 2020, analisando-se as mudanças, em km<sup>2</sup>, entre as classes Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Pastagem, Área Urbanizada e Rio, Lago e Oceano.

**Resultados:** A classificação por Distâncias Mínimas das imagens *Landsat* relativas aos anos 2000 e 2017 (Figuras 1b e 1c) gerou o produto apresentado na Figura 2:

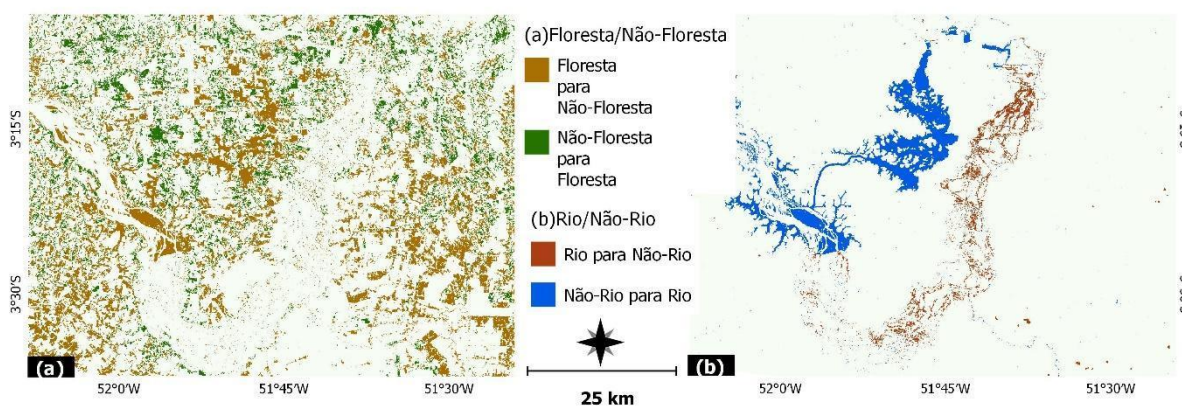
Figura 2: Classificação por Distâncias Mínimas das imagens *Landsat* dos anos 2000 e 2017 em quatro classes: rio, floresta, agropasto e pedrais.



Fonte: Autoria própria

A Comparação Pós-Classificação indicou as seguintes alterações da classe Floresta para Não-Floresta (Figura 3):

Figura 3: Mapa indicando as transformações da Floresta e do Rio Xingu entre os anos de 2000 e 2017.

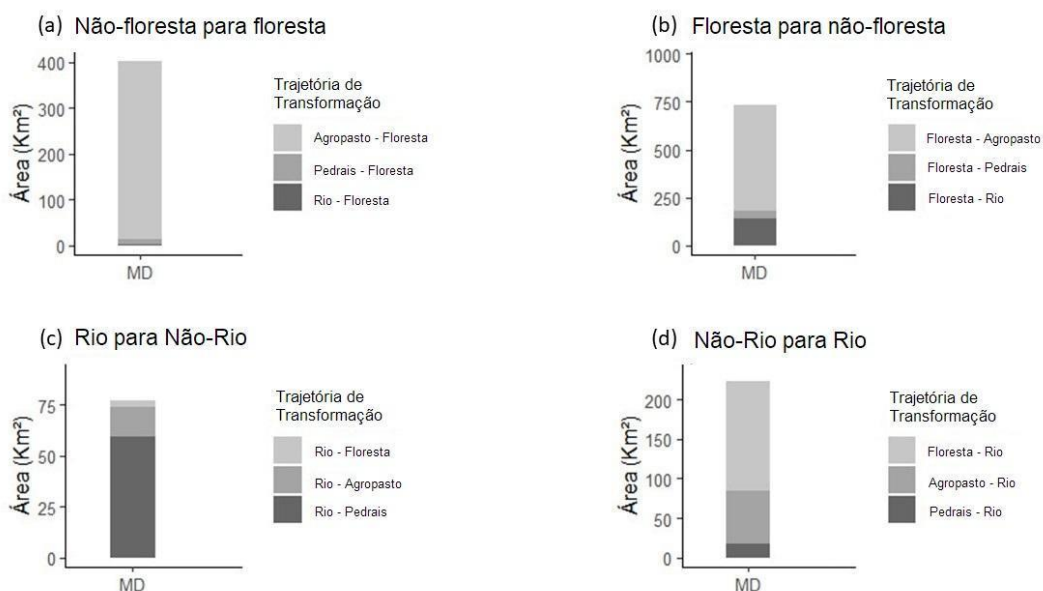


Fonte: Autoria Própria

A Figura 4 indica as transformações de Uso e Cobertura do Solo, em km<sup>2</sup> de área, de uma classe para outra. Além disso, utilizando dados secundários da coleção 6 do projeto MapBiomas, foi possível fazer uma análise para um ano mais recente, comparando as mudanças de uso e cobertura do solo entre os anos de 2000 e 2020, assim como observado na Figura 5. As Figuras 4b e 5 apontam que a

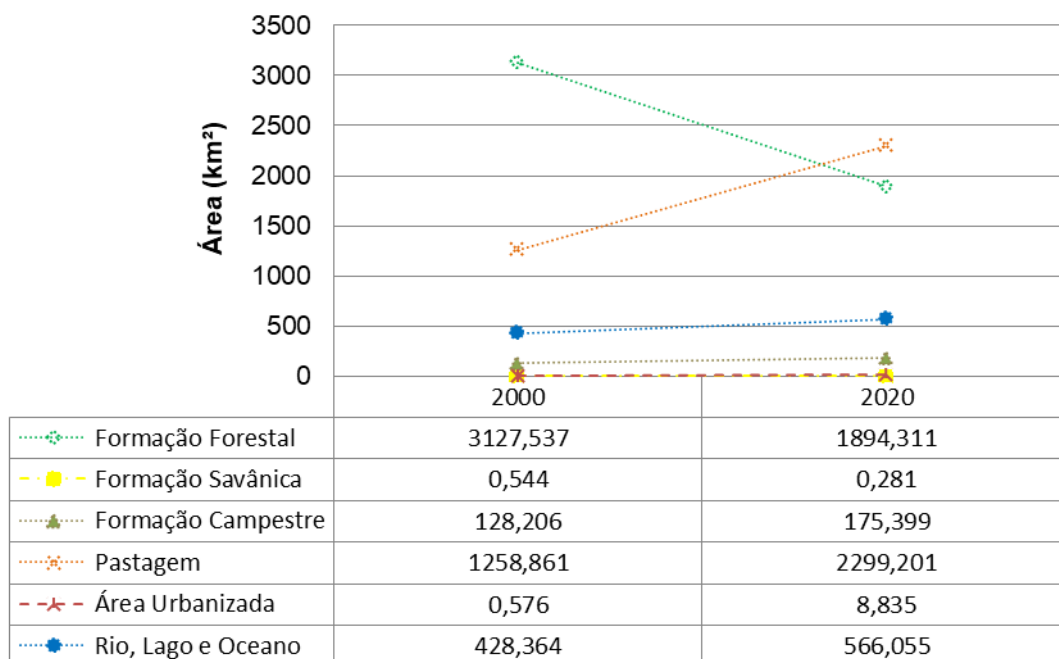
maior transformação ocorreu de formação florestal para pastagem , seguida de mudança de floresta para rio (Figuras 4d e 5).

Figura 4: Cálculo das áreas de cobertura do solo convertidas em uma categoria diferente entre 2000 e 2017 e as trajetórias de transformação entre as classes.



Fonte: Autoria Própria

Figura 5: Cálculo das áreas, em km<sup>2</sup>, de uso e cobertura do solo entre os anos de 2000 e 2020.



**Discussão:** Um dos principais impactos observados foi a conversão do rio Xingu ao sul da Volta Grande. O desvio do fluxo do rio expôs os pedrais e desconectou poços e corredeiras do fluxo de água principal (Figura 3b), desmantelando territórios preexistentes antes da barragem.

A fragmentação e interrupção do curso do rio, desconectando o fluxo de água das planícies alagáveis e florestas aluviais pode impactar o ciclo hidrológico, porque reduz a velocidade do fluxo, altera o aporte de sedimento e os nutrientes em suspensão na água. O ecossistema e o ciclo de vida das espécies ficam prejudicados ao ponto de influenciar o padrão migratório, reduzir a biodiversidade e afetar os recursos pesqueiros. O pulso de cheias do rio também pode ser modificado, e isso pode prejudicar não só os ecossistemas aquático e ribeirinho, mas também a navegação, os cultivos e plantações, a extração de madeira e outras atividades que dependam do rio (RAVENGA, 2005, BERMANN 2007, JUNK et al., 2014; JUNK et al., 2020). De fato, existem evidências de que a atividade pesqueira e a navegação na Volta Grande está prejudicada desde 2016, ano em que o fluxo do Xingu foi desviado. Há literatura relatando o impacto negativo nos peixes, tracajás e na floresta de igapó (PÉREZ, 2015; PEZUTTI et al., 2018, ZUANON et al., 2019).

A vazão reduzida afetou diretamente as comunidades tradicionais que dependem do rio Xingu, como os ribeirinhos e os indígenas das TI Paquiçamba e Arara. Atividades como pesca e navegação estão praticamente inviabilizadas desde o barramento, seja pela redução do fluxo ou pela má qualidade do pescado, já que a flora e a fauna se deterioraram. Não é exagero afirmar que os modos de vida seculares dessas populações tradicionais estão ameaçados (DE SOUSA JR E REID, 2010; SANTOS E HERNANDEZ, 2009).

Em contraste, a figura 3b também evidencia um aumento da área do rio à montante, já que, com a instalação da barragem, uma área significativa de solo seco foi alagada para a construção do reservatório. O EIA desse empreendimento (LEME ENGENHARIA, 2019) já previa este grande impacto antes mesmo da construção da barragem: 42% do Rio Xingu na região da Volta Grande e 24% das

florestas. Esta conversão pode ser observada nas figuras 3b, onde há a conversão de Rio para Não-Rio (jusante) e Não-Rio para Rio (montante).

Observa-se também, na figura 3a, a conversão de Floresta para Não-Floresta nas proximidades do reservatório. Isto acontece devido aos processos locais e regionais que influenciam diretamente o uso da terra, através do desmatamento no momento das obras, tanto do empreendimento em si, como pela construção de estruturas acessórias como estradas e moradia para os trabalhadores. Pelo mesmo motivo, há também transformação de floresta em áreas de pastagem e cultivo (GOLLNOW et al., 2018). A figura 3a mostra como as áreas de floresta foram convertidas de forma intensa em áreas de Não-Floresta e a figura 4 mostra a grande transformação da área de floresta em agropasto. O fenômeno se explica também pela criação da infraestrutura necessária para manter um empreendimento do tamanho de Belo Monte (FEARNSIDE, 2019).

É sabido que o desmatamento está associado à criação de rodovias e facilitação de acesso a áreas remotas, onde a UHE foi instalada (SOLER E VERBURG, 2010), bem como ao crescimento populacional e desordenado, como se verifica no município de Altamira (LAWRENCE et al., 2002; BARRETO, 2011; MIRANDA NETO, 2017). Além disso, a região também recebeu incentivo econômico para o desenvolvimento de agricultura e criação de gado (CALVI et al., 2019).

**Conclusão:** Entre os anos 2000 (quando a usina de Belo Monte ainda não havia sido instalada) e 2017 (após a conclusão total da construção), a cobertura do solo e os usos da terra se transformaram de forma impactante na Volta Grande do Xingu devido, principalmente, à construção da UHE.

As principais conversões de UCS foram de floresta para agropasto e floresta/agropasto para rio a montante da barragem, e de Rio para Não-Rio ao sul da Volta Grande, resultando em exposição dos pedrais. Estes impactos estão associados principalmente com a construção da barragem, com a criação do reservatório e conseqüente desvio do fluxo do Rio Xingu e com a expansão

agrícola e de criação de gado, que também são impactos indiretos deste empreendimento.

Os impactos causados pela UHE Belo Monte devem ser monitorados e trazidos ao conhecimento público de forma sistemática e contínua, para que sejam mitigados e, quando possível, evitados. Portanto, este trabalho colabora com a tarefa de sentinela da região afetada e propõe-se como ferramenta para cobrança de maior responsabilidade do poder público na operação da UHE.

**Agradecimentos:** Os autores gostariam de agradecer ao IEE/USP e ao PROCAM. O autor 4 agradece ao CNPQ (financiamentos #423481/2018-5 e #304413/2018-6). Autores 1, 2 e 3 agradecem à CAPES (financiamento código 001). A autora 2 agradece à FAPESP (Processo nº2020/07372-4).

#### Referências:

Bermann, C. (2007). Impasses and controversies of hydroelectricity. *Estudos avançados* 21:139-153.

Calvi, M.F., Moran, E.F., Silva, R.F.B., Batistella, M. (2020). The construction of the Belo Monte dam in the Brazilian Amazon and its consequences on regional rural labor. *Land use policy*, 90:104327-1-104326-12. doi: 10.1016/j.landusepol.2019.104327

De Sousa, W.C.J., Reid, J. (2010). Uncertainties in Amazon hydropower development: Risk scenarios and environmental issues around the Belo Monte dam. *Water Alternatives*, 3:249-268.

Fearnside, P.M. (2008). The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. *Ecology and Society*, 13:23. Available at <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art23/> Accessed May 2020

Fearnside, et al. (2019). Hidrelétricas na Amazônia brasileira: Questões ambientais e sociais. pp. 7-22. In: P.M. Fearnside (ed.) *Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras*. Vol. 3. Editora do INPA, Manaus pp. 148.

Gollnow, F., Göpel, J., Hissa, L.B.V., Schaldach, R., Lakes, T. (2018). Scenarios of land-use change in a deforestation corridor in the Brazilian Amazon: combining two scales of analysis. *Regional Environmental Change*, 18:143-159. doi: 10.1007/s10113-017-1129-1



JIANG, X; LU, D; MORAN, E.; CALVI, M.F.; DUTRA, L.V.; LI, G. Examining impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on land-cover changes using multitemporal Landsat imagery. *Applied Geography*, 97:35-47. doi: 10.1016/j.apgeog.2018.05.019

Junk, W.J., Piedade, M.T.F., Lourival, R., et al. (2014). Brazilian wetlands: Their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24:5-22. doi: 10.1002/aqc.2386

Leme Engenharia (2009). *Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte - Relatório de Impacto Ambiental*.

Lerner, A.M., Rudel, T.H., Schneider, L.C., McGroddy, M., Burbano, D.V., Mena, C.F. (2015). The spontaneous emergence of silvo-pastoral landscapes in the Ecuadorian Amazon: patterns and processes. *Regional Environmental Change*, 15:1421-1431. doi 10.1007/s10113-014-0699-4

Moretto, E.M., Gomes, C.S., Roquett,i D.R., Jordão, C.D.O. (2012). Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: A antiga e atual fronteira amazônica. *Ambiente e Sociedade*, 15:141-164. doi: 10.1590/S1414-753X2012000300009

PEREZ, M. S. Where The Xingu Bends and Will Soon Break. *American Scientist*, v. 103, n. 06, p. 395, 11-12 2015. ISSN 10.1511/2015.117.395. Disponível em: <<https://www.americanscientist.org/article/where-the-xingu-bends-and-will-soon-break>>. Acesso em: 2018.

Pezutti, J., Carneiro, C., Mantovanelli, T., Garzón, B.R. (2018). *Xingu, o rio que pulsa em nós. Monitoramento independente para registro de impactos da UHE Belo Monte no território e no modo de vida do povo Juruna (Yudjá) da Volta Grande do Xingu*. 1ª Edição. Instituto Socioambiental, pp 46.

Prado, F.A., Athayde, S., Mossa, J., et al. (2016). How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53:1132-1136. doi: 10.1016/j.rser.2015.09.050

Prenzel, B.G., Treitz, P. (2006). Spectral and spatial filtering for enhanced thematic change analysis of remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 835-854. Doi 10.1080/01431160500300321

Rosa, I.M.D., Gabriel, C., Carreiras, J.M.B. (2017). Spatial and temporal dimensions of landscape fragmentation across the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change*, 17:1687-1699. doi 10.1007/s10113-017-1120-x.

Ravenga, C. (2005). Developing indicators of ecosystem condition using geographic information systems and remote sensing. *Regional Environmental Change*, 5:205-214. doi 10.1007/s10113-004-0085-8.

Santos, S.B.M.; Hernandez, F.M. (2009). Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. Belém, Brazil: *Painel de Especialistas sobre a Hidrelétrica de Belo Monte*, pp 230.

Soler, .L.S., Verburg, P.H. (2010). Combining remote sensing and household level data for regional scale analysis of land cover change in the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change*, 10:371-386. doi 10.1007/s10113-009-0107-7

Timpe, K., Kaplan, D. (2017). The changing hydrology of a dammed Amazon. *Science Advances*, 3:1–14. doi: 10.1126/sciadv.1700611

Virk, R., Kiing, D. (2007). Comparison techniques for forest change mapping using Landsatdata in Karnataka, *Geocarto International*, 21:49–57.

Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarizzp, T., Nam, S., Saézn, L. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, 351: 128-129. doi: 10.1126/science.aac7082

ZUANON, J. et al. Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da Volta Grande do Xingu. *Paper do NAEA*, v. 28, n. 2 (413), p. 21-62, 2019. ISSN 5169111.

