

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/348210786>

# Perfil da pesquisa acadêmica sobre pesca em reservatórios de hidrelétricas: uma análise global

Chapter · December 2020

CITATIONS

0

READS

89

5 authors, including:



**Ellen Amaral**

Universidade Federal de Tocantins

9 PUBLICATIONS 50 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Elineide Marques**

Universidade Federal de Tocantins

61 PUBLICATIONS 1,010 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Simone Athayde**

Florida International University

89 PUBLICATIONS 807 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Reservoir Ecology: impact on fish fauna and management [View project](#)



The dynamics of indigenous knowledge and biocultural diversity in the Amazon [View project](#)



# **RIOS, TERRAS e CULTURAS:**

Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins

*Rivers, lands and cultures:*

*Learning from the Tocantins Social-ecological System*

Juliana Laufer | Elineide E. Marques | Simone Athayde  
A. Christine Swanson | Ana Daisy A. Zagallo  
(Orgs.)

Nas abordagens inter e transdisciplinares de temas socioecológicos, a promoção de diálogos consistentes entre atores permanece um desafio. Apesar desses diálogos serem crescentes à medida que a diversidade sociocultural, os conflitos socioecológicos e a competição pela ocupação de ambientes aumentam, os desafios pedagógicos oportunizam o aprendizado coletivo. Visando contribuir para enfrentar esses desafios, a publicação "Rios, Terras e Culturas: Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins" reúne experiências inter e transdisciplinares compartilhadas pelos participantes de um workshop homônimo, realizado pela Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas de 14 a 18 de maio de 2018, em Palmas-TO, Brasil. Para além dos textos produzidos, a experiência de compartilhar, sensibilizar e aprender de modo recíproco com atores envolvidos com a construção de barragens hidrelétricas em diferentes escalas (local, regional, nacional e internacional), soma-se às reflexões a respeito do processo como um todo, desde o planejamento, financiamento, licenciamento, implementação, compensação, monitoramento e efeitos pós-barragens, entre outros aspectos.

In inter- and transdisciplinary approaches of social-ecological themes, promoting consistent dialogues between actors remain a challenge. Even though these dialogues are expanding with increased sociocultural diversity, socio-environmental conflicts and competition for land, pedagogic challenges open-up opportunities for collective learning. The texts contained in this publication: "Rivers, Lands and Cultures: Learning from the Tocantins Social-ecological System", bring together the inter- and transdisciplinary experiences shared by participants in a workshop of the same name held by the Amazon Dams International Research Network from May 14 to 18, 2018 in Palmas-TO, Brazil. In addition to the texts produced, the experience of sharing, sensibilizing and co-learning with actors involved in the implementation of hydroelectric dams at different scales (local, regional, national and international), contributed to reflections about the whole process, including planning, financing, licensing, implementation, compensation, monitoring, post-dam effects and other aspects.



**Rios, Terras e Culturas:**  
Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins

**Rivers, Lands and Cultures:**  
Learning from the Tocantins Social-ecological System





## **Instituição Organizadora/Organizing Institution**

Universidade Federal do Tocantins – UFT

## **Parcerias nacionais/National partnerships**

Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Universidade de São Paulo (USP)

## **Parcerias internacionais/International partnerships**

Centro de Estudos Latinoamericanos, Programa de Conservação e Desenvolvimento Tropical/Center for Latin American Studies, Tropical Conservation and Development Program (TCD)

Universidade da Flórida/University of Florida (UF)

Serviço Geológico dos Estados Unidos/United States Geological Survey (USGS)

## **Equipe organizadora do Workshop Rios, Terras e Culturas: Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins/Organizing team of the Workshop Rivers, Lands and Cultures: Learning from the Tocantins Social-Ecological System**

Elineide E. Marques (UFT)

Adila Maria Taveira de Lima (UFT)

Vanessa Ribeiro de Sousa Santos (UFT)

Juliane Porto (UFT)

Marcio Trevisan (UFT)

Marisa Fernandes Souza (UFT)

Juliana Laufer (UFT/UF)

Max P. Obeso (IFTO)

Sylvia Setúbal (IFTO)

Bette Loiselle (UF)

Simone Athayde (UF)

Stephanie Bohlman (UF)

David Kaplan (UF)

Marliz Arteaga (UF)

A. Christine Swanson (UF)

Jacy Hyde (UF)

Theodore S. Melis (USGS)

Lucas Bair (USGS)

**Membros da Comissão Científica**  
**Members of the Scientific Comission**

Amintas N. Rossete (UNEMAT)  
Aparecido Osdimir Bertolin (UFT)  
Carla Simone Seibert (UFT)  
Carolina R. C. Doria (UNIR)  
Dernival V. Ramos Júnior (UFT)  
Elineide E. Marques (UFT)  
Evandro M. Moretto (USP)  
Héber R. Grácio (UFT)  
Juliana Laufer (UFT/UF)  
Jynessa Dutka-Gianelli (MSU)  
Kellen Lagares Ferreira Silva (UFT)  
José Ramiro Lamadrid Maron (UFT)  
Márcio Galdino dos Santos (UFT)  
Marina Hainzenreder Ertzogue (UFT)  
Sandro Sidnei Vargas de Cristo (UFT)  
Simone Athayde (UF)  
Stephanie Bohlman (UF)  
Victoria J. Isaac Nahum (UFGA)  
Walterlina Barbosa Brasil (UFT)

**Equipe de Comunicação e Registro Audiovisual/**  
**Audiovisual and Communications Team**

Equipe Audiovisual UFT  
Caio Mota (CPA)  
A. Christine Swanson (UF/ADN)  
Juliana Laufer (UFT/UF)  
Karla Sessin-Dilascio (ICV)  
Renata Utsunomiya (USP/ADN)

**Apoio/Support**

National Science Foundation - NSF  
Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins – FAPTO  
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES  
Tropical Conservation and Development Program/University of Florida – TCD/UF  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente/PPG Ciamb/UFT  
Instituto de Energia e Ambiente/Universidade de São Paulo – IEE/USP  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO  
Michigan State University - MSU  
United States Geological Survey – USGS  
Centro Popular do Audiovisual – CPA

## Organizadoras

### Editors

Juliana Laufer (UFT/UF)  
Elineide E. Marques (UFT)  
Simone Athayde (UF/FIU)  
A. Christine Swanson (UF)  
Ana Daisy A. Zagallo (UFT)

Este livro é fruto de um trabalho financiado pela National Science Foundation (NSF Fundação Nacional para a Ciência dos Estados Unidos), projeto no 167413. E. E. M. foi bolsista Capes, Estágio Sênior no Exterior (processo 88881.121078/2016-01). Quaisquer opiniões, achados, conclusões ou recomendações aqui expressas são de responsabilidade de seus autores, não refletindo, necessariamente, a visão da NSF ou de quaisquer outras instituições envolvidas.

This book is based upon work supported by the National Science Foundation (NSF) under Grant No. 1617413. E. E. M. Capes Scholarship, Senior Internship Abroad (process 88881.121078/2016-01). Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this book are those of the authors and do not necessarily reflect NSF views or any other institutions involved.

As designações empregadas e a apresentação do material neste produto de informação não representam a expressão de qualquer opinião por parte da National Science Foundation (NSF), Universidade da Flórida (UF), Universidade do Tocantins (UFT) ou qualquer outra Instituição que organiza o Workshop e este material referente ao status legal ou de desenvolvimento de qualquer país, território, cidade ou área ou de suas autoridades, ou referente à delimitação de suas fronteiras ou limites. A menção de empresas ou produtos específicos de fabricantes, patenteados ou não, não implica endosso ou recomendação pela NSF, UF, UFT ou outra, em preferência a outras de mesma natureza não mencionadas. As opiniões expressas neste produto informativo são do (s) autor (es) e não refletem necessariamente as opiniões ou políticas da NSF, UF, UFT que incentivam o uso, reprodução e disseminação de material neste produto de informação.

Exceto quando indicado de outra forma, o material pode ser copiado, baixado e impresso para fins privados de estudo, pesquisa e ensino, ou para uso em produtos ou serviços não comerciais, desde que NSF, UF e UFT sejam apropriadamente reconhecidas como fontes detentoras dos direitos autorais e que o endosso das opiniões, produtos ou serviços dessas instituições não esteja implícito sob nenhuma forma.

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the National Science Foundation (NSF), University of Florida (UF), University of Tocantins (UFT), or any other Institution organizing the Workshop and this material concerning the legal or development status of any country, territory, city, or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by NSF, UF, UFT or other in preference to others of a similar nature that are not mentioned. The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of NSF, UF, UFT.

NSF, UF, UFT encourages the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded, and printed for private study, research, and teaching purposes, or for use in noncommercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of NSF, UF, UFT as the sources and copyright holders is given and that NSF, UF, UFT endorsement of users' views, products, or services is not implied in any way.

# Rios, Terras e Culturas

Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins

**Rivers, Lands and Cultures:**  
Learning from the Tocantins Social-ecological System

**Organizadoras:**

Juliana Laufer

Elineide E. Marques

Simone Athayde

A. Christine Swanson

Ana Daisy A. Zagallo



**O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.**



Todos os livros publicados pela Editora Fi estão sob os direitos da [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR) [https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt\\_BR](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR)



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

LAUFER, Juliana et al.(Orgs.)

Rios, Terras e Culturas: Aprendendo com o Sistema Socioecológico do Tocantins [recurso eletrônico] / Juliana Laufer et al. (Orgs.) -- Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2020.

865 p.

ISBN - 978-65-87340-19-7

DOI - 10.22350/9786587340197

Disponível em: <http://www.editorafi.org>

1. Socioecologia; 2. Tocantins; 3. Cultura; 4. Estado; 5. Brasil; I. Título.

CDD: 309

---

Índices para catálogo sistemático:

1. Sociologia e história

309

# Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>23</b>
Juliana Laufer	A. Christine Swanson
Elineide E. Marques	Ana Daisy A. Zagallo
Simone Athayde	
<b>Summary .....</b>	<b>30</b>
Juliana Laufer	A. Christine Swanson
Elineide E. Marques	Ana Daisy A. Zagallo
Simone Athayde	
<b>Introdução à Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas .....</b>	<b>36</b>
Bette A. Loiselle	
<b>Introduction to the Amazon Dams International Research Network.....</b>	<b>42</b>
Bette A. Loiselle	

## Seção 1

### Interação entre atores sociais

### Interaction between social actors

<b>Capítulo 1.1 .....</b>	<b>51</b>
<b>Águas, rios, diálogos, valores e futuros para a Bacia do Tocantins: relato de experiências</b>	
Walterlina Brasil	Geânio Lopes
Amintas N. Rossete	José Lopes Soares Neto
Jynessa Dutka-Gianelli	Henrique Paiva de Paula
Adila Maria Taveira de Lima	José Maria da Silva Junior
Judite da Rocha	Luisa Astarita Sangoi
Paulo Waikarnase Xerente	Elineide E. Marques

**Waters, rivers, dialogues, values and futures of the Tocantins basin: report of experiences..... 69**

Walterlina Brasil	Geânio Lopes
Amintas N. Rossete	José Lopes Soares Neto
Jynessa Dutka-Gianelli	Henrique Paiva de Paula
Adila Maria Taveira de Lima	José Maria da Silva Junior
Judite da Rocha	Luisa Astarita Sangoi
Paulo Waikarnase Xerente	Elineide E. Marques

**Capítulo 1.2..... 85**

**Povos indígenas e gestão da água no Rio Colorado, EUA**

Lucas Bair	Theodore S. Melis
Karletta Chief	Denielle M. Perry
Benedict Colombi	

**Tribes and water management in the Colorado River, US.....106**

Lucas Bair	Theodore S. Melis
Karletta Chief	Denielle M. Perry
Benedict Colombi	

**Capítulo 1.3..... 127**

**Debate sobre conhecimento e políticas públicas: desafios e oportunidades para melhorar a tomada de decisão e a governança socioambiental na Amazônia**

David Kaplan	Robertson F. Azevedo
Simone Athayde	Agostinho Chaves
Evandro M. Moretto	Karla Sessin-Dilascio
Dernival V. Ramos Júnior	Carolina R. C. Doria
Elizabeth Anderson	Angela Livino
Cassiano S. Apinajé	Brent Millikan
Andressa Apinajé	Henrique Paiva de Paula

**Knowledge and policy debate: challenges and opportunities for improving socio-environmental decision-making and governance in the Amazon ..... 154**

David Kaplan	Robertson F. Azevedo
Simone Athayde	Agostinho Chaves
Evandro M. Moretto	Karla Sessin-Dilascio
Dernival V. Ramos Júnior	Carolina R. C. Doria Angela Livino
Elizabeth Anderson	Brent Millikan
Cassiano S. Apinajé	Henrique Paiva de Paula
Andressa Apinajé	

<b>Capítulo 1.4.....</b>	<b>179</b>
<b>Avaliação da colaboração inter e transdisciplinar entre participantes da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas (RBA): resultados iniciais do workshop de Palmas</b>	
A. Christine Swanson	Mason Matthews
Stephanie Bohlman	Simone Athayde

<b>Assessing inter- and trans-disciplinary collaboration among Amazon Dams International Research Network (ADN) participants: preliminary results from the Palmas Workshop.....</b>	<b>196</b>
A. Christine Swanson	Mason Matthews
Stephanie Bohlman	Simone Athayde

## Seção 2

### Aprendizagens transdisciplinares Transdisciplinary Learning

<b>Capítulo 2.1.....</b>	<b>215</b>
<b>Aprendendo com o outro: percepções e troca de saberes em uma visita de campo às comunidades tradicionais a jusante da Usina Hidrelétrica de Lajeado (Rio Tocantins, Brasil)</b>	
Kelson Dias Gomes	Mariza Fernandes Souza
Regina Célia Barbosa Abreu	Max P. Obeso
Adila Maria Taveira de Lima	Elineide E. Marques
Juliana Laufer	

<b>Learning with each other: perceptions and exchange of knowledge in a field trip to a traditional community downstream Lajeado dam (Tocantins, Brazil) .....</b>	<b>229</b>
Kelson Dias Gomes	Mariza Fernandes Souza
Regina Célia Barbosa Abreu	Max P. Obeso
Adila Maria Taveira de Lima	Elineide E. Marques
Juliana Laufer	

<b>Capítulo 2.2 .....</b>	<b>242</b>
<b>Um rio une povos indígenas das américas: um intercâmbio cultural sobre o legado dos impactos das barragens hidrelétricas nos rios Colorado e Tocantins</b>	
Denielle M. Perry	Benedict Colombi
Simone Athayde	Chad S. Marchand
Sylvia Setúbal	Suzette Molina
Karletta Chief	



**One river unites Indigenous peoples across the Americas: a cultural exchange on the legacy of hydroelectric dam impacts on the Colorado and Tocantins rivers..... 258**

Denielle M. Perry

Benedict Colombi

Simone Athayde

Chad S. Marchand

Sylvia Setúbal

Suzette Molina

Karletta Chief

**Capítulo 2.3 .....275**

**Valores e usos dos rios e tomada de decisão: relato de um exercício transdisciplinar realizado com participantes da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas**

Simone Athayde

Marliz Arteaga Gómez-Garcia

David Kaplan

Lucas Bair

**River values, uses and decision-making: report of a transdisciplinary exercise conducted with Amazon Dams International Research Network participants ..... 287**

Simone Athayde

Marliz Arteaga Gómez-Garcia

David Kaplan

Lucas Bair

**Seção 3**

**Conversando com os especialistas (A experiência dos pesquisadores)**

**Speaking to the experts (The experience of researchers)**

**Capítulo 3.1..... 301**

**Hidrelétricas e povos tradicionais na Amazônia: elementos para um prognóstico preliminar e introdutório**

Héber R. Grácio

Alice Ferreira Araujo

Relatoria:

Fabian Serejo Santana

Mariza Fernandes Souza

**Hydroelectric dams and Amazonian traditional peoples: elements for a preliminary and introductory prognosis..... 306**

Héber R. Grácio

Alexandra N. Sabo

Rapporteur:

A. Christine Swanson

Daniel Rondinelli Roquetti

<b>Capítulo 3.2 .....</b>	<b>310</b>
<b>Esquecendo as pessoas no desenvolvimento energético de belo monte e outras barragens</b>	
Emílio Moran	Alice Ferreira Araujo
Relatoria:	Fabian Serejo Santana
Mariza Fernandes Souza	
<b>Forgetting people in energy development of Belo Monte and other dams .....</b>	<b>318</b>
Emílio Moran	Alexandra N. Sabo
Rapporteurs:	A. Christine Swanson
Daniel Rondinelli Roquetti	
<b>Capítulo 3.3 .....</b>	<b>325</b>
<b>Impactos das mudanças climáticas nas águas dos povos Nativos Americanos: engajamento em soluções baseadas na cultura</b>	
Karletta Chief	Alice Ferreira Araújo
Relatoria:	Fabian Serejo Santana
Mariza Fernandes Souza	
<b>Climate change impacts on Native American water resources: engaging in culture-based solutions .....</b>	<b>328</b>
Karletta Chief	Alexandra N. Sabo
Rapporteurs:	A. Christine Swanson
Daniel Rondinelli Roquetti	
<b>Capítulo 3.4 .....</b>	<b>331</b>
<b>Os represamentos e as mudanças nos peixes e na pesca</b>	
Ângelo Antônio Agostinho	Alice Ferreira Araujo
Relatoria:	Fabian Serejo Santana
Mariza Fernandes Souza	
<b>Damming and changes to fish and fisheries .....</b>	<b>335</b>
Ângelo Antônio Agostinho	Alexandra N. Sabo
Rapporteurs:	A. Christine Swanson
Daniel Rondinelli Roquetti	

Seção 4  
Resumos expandidos/Comunicações curtas  
Extended abstracts/Short Communications

Parte 4.1  
Diversidade social, cultural e biológica  
Social, cultural and biological diversity

<b>Capítulo 4.1.1</b> .....	<b>343</b>
<b>Impactos associados aos empreendimentos hidroelétricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – Amapá, Brasil</b>	
Amintas N. Rossete	Christian Nunes da Silva
Alan Nunes Araújo	
<b>Capítulo 4.1.2</b> .....	<b>352</b>
<b>Impactos ambientais e sociais de UHE`s no circuito inferior da economia</b>	
Artur de Souza Moret	
<b>Capítulo 4.1.3</b> .....	<b>364</b>
<b>Variation in environmental impacts from transmission lines across states in the Brazilian Amazon</b>	
Jacy L. Hyde	Denis Valle
Stephanie Bohlman	
<b>Capítulo 4.1.4</b> .....	<b>374</b>
<b>Análise do uso da terra e a perda de biodiversidade no município de Santa Rosa do Tocantins, estado Tocantins, Brasil</b>	
Lucas da Silva Ribeiro	Sandro Sidnei Vargas de Cristo
<b>Capítulo 4.1.5</b> .....	<b>381</b>
<b>Avaliação dos casos de dengue no município de Estreito (MA), cidade sob influência da Usina Hidrelétrica de Estreito</b>	
Erivaldo da Silva Soares Filho	Andrielly Gomes de Jesus
Patricia Rogalski Lima	Helierson Gomes
<b>Capítulo 4.1.6</b> .....	<b>388</b>
<b>Dengue, chikungunya e zika e sua relação com a temperatura e precipitação pluviométrica</b>	
Letícia Brito de Oliveira Suarte	Kellen Lagares Ferreira Silva
Héber R. Grácio	Carla Simone Seibert

**Capítulo 4.1.7..... 396**  
**Enriquecimento de um fragmento de mata com frutíferas nativas no entorno do reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães**

Enio Grazianni Gonçalves Sirqueira

Eliana Kelly Pareja

**Capítulo 4.1.8..... 404**

**Estudo epidemiológico dos acidentes de *Crotalus durissus*, no Estado do Tocantins**

Cássio Milhomens Rodrigues

Kellen Lagares Ferreira Silva

Héber R. Grácio

Carla Simone Seibert

**Capítulo 4.1.9..... 411**

**Perfil dos acidentes ofídicos no município de Estreito (MA), cidade sob influência direta da UHE Estreito**

Erivaldo da Silva Soares Filho

Helierson Gomes

Patricia Rogalski Lima

Andrielly Gomes de Jesus

**Capítulo 4.1.10 ..... 419**

**Práticas ambientais e ecoturismo amazônico: um estudo de caso na Cachoeira do Jenipapo em Babaçulândia - Tocantins**

Andressa F. R. Leite

Leonardo Teixeira Amorim

Júnior Aguiar Barros

Pedro L. Karajá de Sousa

**Parte 4.2**

**Governança, atores sociais e políticas públicas**

**Governance, social actors and public policies**

**Capítulo 4.2.1..... 431**

**O papel da educação escolar indígena do povo Karitiana no contexto dos impactos provocados pelas hidrelétricas em Rondônia, Amazônia brasileira**

Adriana Francisca de Medeiros

Adnilson de Almeida Silva

Simone Athayde

**Capítulo 4.2.2 ..... 442**

**Estratégias de planejamento, negociação e participação social: o caso das usinas hidrelétricas do Rio Madeira**

Daniel Rondinelli Roquetti

Marliz Arteaga Gómez-García

Aidee Maria Moser Torquato Luiz

Carolina R. C. Doria



<b>Capítulo 4.2.3 .....</b>	<b>452</b>
<b>O papel do ambiente nas mudanças de modos de vida por deslocamento forçado nas usinas do Rio Madeira</b>	
Daniel Rondinelli Roqueti	Simone Athayde
Evandro M. Moretto	Berenice Perpétua Simão
<b>Capítulo 4.2.4 .....</b>	<b>465</b>
<b>A ANEEL e a fiscalização de empreendimentos hidrelétricos na etapa de operação</b>	
Henrique Paiva de Paula	
<b>Capítulo 4.2.5 .....</b>	<b>470</b>
<b>Hidrelétricas em Rondônia: vetores de desenvolvimento desigual</b>	
Neiva Araujo	Evandro M. Moretto
<b>Capítulo 4.2.6 .....</b>	<b>480</b>
<b>As barragens amazônicas do Brasil: impactos e tomada de decisão</b>	
Philip M. Fearnside	
<b>Capítulo 4.2.7 .....</b>	<b>491</b>
<b>A influência dos agrotóxicos na população indígena Xerente</b>	
Vanessa Ribeiro de Sousa Santos	Héber R. Grácio
Kellen Lagares F. Silva	Carla Simone Seibert
<b>Capítulo 4.2.8 .....</b>	<b>502</b>
<b>A lógica de retorno aos grandes projetos na amazônia: reflexões sobre o caso da UHE de Marabá e Hidrovia do Tocantins</b>	
Marcos Mascarenhas Barbosa Rodrigues	José Antônio Herrera
Maria Madalena de Aguiar Cavalcante	
<b>Capítulo 4.2.9 .....</b>	<b>510</b>
<b>Alterações ambientais no entorno do reservatório do Lajeado a partir do olhar ribeirinho (Rio Tocantins, Brasil)</b>	
Maria Josinete Araújo Costa	Elineide E. Marques
Iriene Siqueira Freitas	
<b>Capítulo 4.2.10.....</b>	<b>519</b>
<b>Hidrelétrica Belo Monte: o território usado do reassentamento RRC/ travessão do KM 27- Vitoria do Xingu-PA</b>	
Darlene Costa da Silva	José Antônio Herrera
Maria Madalena de Aguiar Cavalcante	

**Capítulo 4.2.11 .....527**

**Impactos socioambientais causados pela Usina Hidrelétrica Estreito no Município de  
Filadélfia/TO**

Franciélis Ferreira Vargas

Italo Schelive Correia

**Capítulo 4.2.12 .....534**

**Turismo de base comunitária, as mulheres e os babaçuais**

Stephanni Gabriella Silva Sudré

Alexsânia da Silva Gomes

Fernanda Furtado Costa

Eliseu Pereira de Brito

**Capítulo 4.2.13 ..... 541**

**Os impactos da UHE Luís Eduardo Magalhães aos ribeirinhos da comunidade Canela**

Kênia Paulino de Queiroz Souza

Daisy Parente Dourado

Marina Haizenreder Ertzogue

**Capítulo 4.2.14 ..... 549**

**Visita técnica dos bombeiros militares tocantinenses à Usina Hidrelétrica Luís  
Eduardo Magalhães**

Cléber José Borges Sobrinho

Dernival V. Ramos Júnior

### **Parte 4.3**

**Atividade pesqueira, peixes e pesca**

**Fishing, fish and fisheries**

**Capítulo 4.3.1 .....559**

**Perfil da pesquisa acadêmica sobre pesca em reservatórios de hidrelétricas: uma  
análise global**

Ellen Sílvia Amaral Figueiredo

Samuel da Silva Costa

Elineide E. Marques

Simone Athayde

Max P. Obeso

**Capítulo 4.3.2 .....567**

**A pesca em ambientes com hidrelétricas: os impactos sobre as populações  
tradicionais na Usina de Belo Monte**

Victoria Judith Isaac

Esther Mirian Cardoso Mesquita

Morgana Carvalho de Almeida

Simone Athayde

<b>Capítulo 4.3.3 .....</b>	<b>578</b>
<b>Barragens do Brasil e conservação de peixes migradores: o que aprendemos com a experiência do Alto Rio Paraná</b>	
Leandro Fernandes Celestino	Sergio Makrakis
<b>Capítulo 4.3.4 .....</b>	<b>591</b>
<b>Perfil dos pescadores a jusante da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães</b>	
Mariza Fernandes Souza	Alice Ferreira Araujo
Elineide E. Marques	Eva Barros Miranda
<b>Capítulo 4.3.5 .....</b>	<b>598</b>
<b>Variação sexual na peçonha da arraia de água doce <i>Potamotrygon rex</i></b>	
Juliane Monteiro dos Santos	Elineide E. Marques
Mônica Lopes Ferreira	Carla Simone Seibert

**Parte 4.4**  
**Hidrologia e geomorfologia**  
**Hydrology and geomorphology**

<b>Capítulo 4.4.1.....</b>	<b>607</b>
<b>A formação de voçorocas na Amazônia: o uso intenso do solo amazônico em atividades agropecuárias na agrovila Princesa do Xingu, Brasil Novo - PA</b>	
Nathany Melo Machado Arcanjo	José Antônio Herrera
Danyelly Feitosa da Costa	
<b>Capítulo 4.4.2 .....</b>	<b>615</b>
<b>Hidrodinâmica de formação de ilhas e planícies de inundação na represa da Usina Estreito, Filadélfia (TO)</b>	
Carlos Augusto Machado	Daniel Araújo Ramos dos Santos
<b>Capítulo 4.4.3 .....</b>	<b>623</b>
<b>Influência da construção de reservatórios no uso e ocupação do solo</b>	
Fernanda Brito de Abreu	José Lamadrid Marón
Juliane Nancy Lima Porto	Elisandra Scapin
Vanessa Ribeiro de Sousa Santos	Aparecido Osdimir Bertolin
Fabian Serejo Santana	
<b>Capítulo 4.4.4 .....</b>	<b>632</b>
<b>Uso de técnicas de geoprocessamento na caracterização ambiental da Bacia Hidrográfica Córrego Água Franca, Gurupi, TO</b>	
Jacinto Pereira Santos	Lucas Alencar Maranhão
Guibson Souto da Silva	

**Parte 4.5**  
**Mudanças climáticas**  
**Climate change**

<b>Capítulo 4.5.1.....</b>	<b>641</b>
<b>Mudanças Climáticas: a percepção cidadã no município de Palmas -TO</b>	
Maria Antônia Valadares de Souza	Héber R. Gracio
Juliane Farinelli Panontin	

**Parte 4.6**  
**Temáticas associadas – Transversais**  
**Cross-cutting themes**

<b>Capítulo 4.6.1.....</b>	<b>651</b>
<b>Facilitação gráfica e povos indígenas afetados por barragens na Amazônia</b>	
Renata Utsunomiya	

<b>Capítulo 4.6.2 .....</b>	<b>658</b>
<b>Aspectos de fragilidade físico-ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande, Palmas – Tocantins</b>	
Marcelo Divino Ribeiro Pereira	Sandro Sidnei Vargas de Cristo

<b>Capítulo 4.6.3 .....</b>	<b>665</b>
<b>Potencial de contaminação das águas por agroquímicos em uma área do cerrado</b>	
João Francisco Severo Santos	Carla Simone Seibert
Kellen Lagares Ferreira Silva	

<b>Capítulo 4.6.4 .....</b>	<b>674</b>
<b>Principais petrechos e estratégias de captura da pesca artesanal do Rio Araguaia, Tocantins, Brasil</b>	
Carolynne Ribeiro Gomes Dias	Adriano Prysthon da Silva

<b>Capítulo 4.6.5 .....</b>	<b>682</b>
<b>Recursos hídricos em unidade de conservação: determinação da qualidade microbiológica e físico-química do Ribeirão Bananeira, localizado na unidade de conservação Monumento Natural das Árvores fossilizadas do Tocantins (MNAFTO) em Filadélfia, Tocantins</b>	
Ana Paula Ribeiro dos Santos	Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro
Benilson Pereira de Sousa	Priciane Cristina Correa Ribeiro



**Parte 4.7**  
**Comunicações curtas (resumos)**  
**Short communications (abstracts)**

<b>Capítulo 4.7.1</b> .....	<b>691</b>
<b>Proteja Amazônia: ação em rede para o enfrentamento das violações de direitos humanos e ambientais na Amazônia</b>	
Caio Mota	Karla Sessin-Dilascio
Alan Gomes	João Andrade
<b>Capítulo 4.7.2</b> .....	<b>693</b>
<b>Usina Hidrelétrica de Estreito e desterritorialização: impactos sobre a saúde e resistência das famílias atingidas</b>	
Judite da Rocha	
<b>Capítulo 4.7.3</b> .....	<b>694</b>
<b>Adaptive Environmental Assessment and Management: implementing best practices to prioritize learning within and between Amazonian sub-basins</b>	
Lucas Bair	Elineide E. Marques
Carolina R. C. Doria	Christine Kirchhoff
Jynessa Dutka-Gianelli	Theodore S. Melis
<b>Capítulo 4.7.4</b> .....	<b>696</b>
<b>Caracterização da Bacia do Córrego Pouso do Meio de imagens de satélite</b>	
Lucas de Alencar Maranhão	Jacinto Pereira Santos
<b>Capítulo 4.7.5</b> .....	<b>697</b>
<b>Monitoramento da pesca e r-existência no Baixo Tocantins: para não ficar a margem do progresso e ver a hidrovia passar</b>	
Cristiane Vieira Cunha	Marcos Mascarenhas Barbosa Rodrigues
<b>Capítulo 4.7.6</b> .....	<b>699</b>
<b>Monitoramento e resgate faunístico na UHE Lajeado</b>	
Pedro Heber Estevam Ribeiro	
<b>Capítulo 4.7.7</b> .....	<b>700</b>
<b>Práticas ecoturísticas do Tocantins</b>	
Stephanni Gabriella Silva Sudré	

**Seção 5..... 701**

**Feira de Saberes e Experiências**

**Knowledge and Experiential Fair**

Simone Athayde

**Seção 6**

**Popularização da Ciência**

**Popularizing Science**

**Capítulo 6.1.....711**

**Mapeando pesquisas sobre energia hidráulica e sustentabilidade na Amazônia brasileira: avanços, lacunas de conhecimento e rumos futuros**

Simone Athayde	Elineide E. Marques
Mason Mathews	Theodore S. Melis
Stephanie Bohlman	Brent Millikan
Walterlina Brasil	Evandro M. Moretto
Carolina R. C. Doria	Anthony Oliver-Smith
Jynessa Dutka-Gianelli	Amintas Rossete
Philip M. Fearnside	Raffaele Vacca
Bette Loiselle	David Kaplan

**Capítulo 6.2 .....766**

**Fragmentação da conectividade dos Andes para Amazônia por barragens hidrelétricas**

Elizabeth P. Anderson	Max Hidalgo
Clinton N. Jenkins	Carlos M. Cañas
Sebastian Heilpern	Hernan Ortega
Javier Maldonado-Ocampo	Norma Salcedo
Fernando M. Carvajal-Vallejos	Mabel Maldonado
Andrea C. Encalada	Pablo A. Tedesco
Juan Francisco Rivadeneira	

**Fragmentation of Andes-to Amazon connectivity by hydropower dams ..... 788**

Elizabeth P. Anderson	Max Hidalgo
Clinton N. Jenkins	Carlos M. Cañas
Sebastian Heilpern	Hernan Ortega
Javier Maldonado-Ocampo	Norma Salcedo
Fernando M. Carvajal-Vallejos	Mabel Maldonado
Andrea C. Encalada	Pablo A. Tedesco
Juan Francisco Rivadeneira	

**Capítulo 6.3 ..... 803**

**A invisibilidade da pesca no processo de desenvolvimento de energia hidrelétrica na Amazônia**

Carolina R. C. Doria

Mauro Ruffino

Simone Athayde

David Kaplan

Elineide E. Marques

Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Maria Alice Leite Lima

Victoria Judith Isaac

Jynessa Dutka-Gianelli

**Capítulo 6.4 ..... 835**

**Diminuição da pesca e aumento dos preços: o custo econômico do represamento de rios tropicais**

Maria Alice Leite Lima

Ronaldo Angelini

Adriana Rosa Carvalho

Carolina R. C. Doria

Marcus Alexandre Nunes

**Capítulo 6.5 ..... 863**

**Grandes hidrelétricas: a hora de abandonar é agora**

Sérgio Guimarães

Joílson Costa

## Apresentação

*Juliana Laufer*

*Elineide E. Marques*

*Simone Athayde*

*A. Christine Swanson*

*Ana Daisy A. Zagallo*

Nas abordagens inter e transdisciplinares<sup>1</sup> de temas socioecológicos, a promoção de diálogos consistentes entre atores permanece um desafio. Apesar desses diálogos serem crescentes à medida que a diversidade sociocultural, os conflitos socioecológicos e a competição pela ocupação de ambientes aumentam, os desafios pedagógicos oportunizam o aprendizado coletivo.

Visando contribuir para enfrentar esses desafios, a publicação **“Rios, terras e culturas: aprendendo com o sistema socioecológico do Tocantins”** reúne experiências inter e transdisciplinares compartilhadas pelos participantes de um workshop homônimo, realizado pela Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas de 14 a 18 de maio de 2018, em Palmas-TO, Brasil. Para além dos textos produzidos, a experiência de compartilhar, sensibilizar e aprender de modo recíproco com atores envolvidos com a construção de barragens hidrelétricas em diferentes escalas (local, regional, nacional e internacional), soma-se às reflexões a

---

<sup>1</sup> A interdisciplinaridade pode ser entendida como um modo de conhecimento integrado de perspectivas disciplinares em busca de pontos de convergência e diálogo entre os referenciais teóricos e métodos das ciências, sem a fragmentação do fenômeno (FERNANDES e SAMPAIO, 2008). A abordagem da transdisciplinaridade ainda é relativamente nova e contestada nos meios acadêmicos. Para alguns, ela significa um modo de construção do saber integrativo que vai além das disciplinas da ciência ocidental, pressupondo o diálogo, as trocas e a integração de saberes entre academia e sistemas de conhecimento de participantes não acadêmicos (TRESS et al., 2005). Outros autores percebem a transdisciplinaridade como uma filosofia de compreensão do mundo que possibilita a transcendência das disciplinas, em que as ligações entre elas estariam situadas no interior de um sistema total, sem fronteiras estáveis (PIAGET, 1972; NICOLESCU, 2008).

respeito do processo como um todo, desde o planejamento, financiamento, licenciamento, implementação, compensação, monitoramento e efeitos pós-barragens, entre outros aspectos.

Nesse evento particularmente, o objetivo foi estimular o diálogo entre atores sociais envolvidos ao longo do processo de implantação das barragens, focando na discussão do sistema socioecológico da bacia do rio Tocantins. O evento contou com a participação de 224 pessoas, representantes locais de povos indígenas, estudantes de graduação e pós-graduação, pesquisadores, representantes de instituições governamentais e não governamentais de vários locais do Brasil e também dos Estados Unidos.

A escolha da bacia do rio Tocantins foi oportuna, pois compõe o sistema de rios amazônicos e tem sido transformada pelos represamentos desde a construção de Tucuruí, em 1994. Depois disso, mais seis grandes barragens foram construídas (Serra da Mesa, 1998; Cana Brava, 2002; Lajeado, 2001; Peixe Angical, 2006; São Salvador, 2009; e Estreito em 2010), além de inúmeras Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). A mesma bacia ainda exhibe a perspectiva de construção de vários outros grandes e pequenos empreendimentos para os próximos anos.

Todas essas usinas modulam o fluxo da água, o aporte de nutrientes na bacia e as dinâmicas socioecológicas locais e regionais, a partir de interesses definidos em escalas governamentais hierarquicamente superiores. Somam-se aos efeitos dos represamentos as alterações no uso e ocupação do solo (ex. substituição da vegetação nativa por atividades agropecuárias e o aumento da urbanização); o aumento da contaminação pelo uso de agrotóxicos, o incremento na retirada de água para irrigação e abastecimento urbano, e o uso do ambiente aquático para atividades como a criação de peixes em tanques-redes, recreação e pesca, dentre outros fatores. Por consequência, esse é um cenário que favorece a discussão do processo de modificação do território (ambiente aquático e terrestre) a partir da transdisciplinaridade, pois culturalmente a água assume diferentes representações.

Outrossim, a amplitude dos desafios aumenta à medida que cresce o número de empreendimentos propostos para a bacia Amazônica como um todo, incluindo vários países latino-americanos. Logo, espera-se que os conflitos em torno dessa questão se ampliem por uma região muito maior. Assim, a discussão, o detalhamento de experiências e a reciprocidade na troca de informações e conhecimentos podem nos mostrar outras possibilidades para o desenvolvimento socioeconômico e energético da região Amazônica.

Mesmo em países como os Estados Unidos, onde as hidrelétricas foram implementadas em períodos anteriores, os desafios seguem com outras interfaces. O enfrentamento das mudanças climáticas e as questões socioecológicas requerem uma continuidade na discussão para adequação da gestão adaptativa do sistema. Tantos para os gestores da bacia do rio Colorado como para os do rio Tocantins, tem-se procurado uma alternativa ao planejamento participativo e à gestão adaptativa dos sistemas hidrográficos. Assim, o evento foi também um convite aos atores locais e de diferentes regiões do Brasil e do mundo a contribuírem com a discussão de modo contínuo, em busca da gestão adaptativa do sistema a partir de uma abordagem com foco socioecológico e transdisciplinar.

Esta publicação registra as experiências do Workshop da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas<sup>2</sup> (RBA/ADN/RIRA). É apresentada em seis seções, iniciando com a interação entre os atores sociais (seção 1) que traz as experiências dos atores e tomadores de decisão envolvendo os processos; A seção dois passa pelas aprendizagens interdisciplinares vivenciadas em campo e com o envolvimento dos participantes do evento; A seção 3 destaca a conversa com pesquisadores experientes na temática, tanto no Brasil como nos Estados Unidos; a divulgação de pesquisas em andamento comunicadas por meio dos resumos expandidos e comunicações curtas, apresentadas na seção 4. A Feria de

---

<sup>2</sup> Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/Amazon Dams International Research Network/Red Internacional de Investigación en Represas Amazónicas (RBA/ADN/RIRA), para maiores informações consultar: [www.amazondamsnetwork.org](http://www.amazondamsnetwork.org)

saberes e experiências (seção 5) nos possibilitou uma troca incrível a partir do artesanato, da música, dos painéis e das boas conversas e histórias partilhadas informalmente. O livro finaliza com uma seção focando na popularização da ciência, com a disponibilização e tradução de artigos publicados por pesquisadores da Rede para o público em geral (seção 6).

A primeira seção, ***Interação entre os atores sociais***, composta por quatro textos, contempla a perspectiva de diversos atores envolvidos com o processo de planejamento, licenciamento, reassentamento e monitoramento de barragens hidrelétricas vivenciados no Brasil e nos Estados Unidos. O primeiro traz a perspectiva de atores sociais brasileiros que participam de processos de licenciamento e instalação de hidrelétricas na bacia do rio Tocantins - Brasil (capítulo 1.1). O segundo traz a perspectiva de atores estadunidenses e os desafios na gestão das águas do rio Colorado (capítulo 1.2). O terceiro trata de um debate entre a produção acadêmica de conhecimento, as políticas públicas e os desafios para a governança socioambiental na Amazônia (capítulo 1.3). O quarto texto realiza uma análise da participação da rede de atores sociais (capítulo 1.4).

Na segunda seção, ***Aprendizagens transdisciplinares***, foram relatadas duas atividades de campo. *Aprendendo com o outro* (capítulo 2.1) traz as percepções dos participantes do evento sobre uma visita de campo a comunidades de Pescadores e Ribeirinhos à jusante da Usina Hidrelétrica de Lajeado (Rio Tocantins, Brasil). *Um rio une povos indígenas das Américas* (capítulo 2.2), trata do intercâmbio intercultural sobre o legado dos impactos das barragens hidrelétricas nos rios Colorado e Tocantins, a partir da visita de representantes de povos indígenas Norte-Americanos<sup>3</sup> ao povo Xerente (Tocantins, Brasil). *Valores e usos dos rios e tomada de decisão* (capítulo 2.3) relata o exercício transdisciplinar realizado com os participantes presentes no workshop, sobre suas percepções sobre os valores dos rios e como esses podem ser abordados e levados em consideração em processos de pesquisa e tomada de decisão.

---

<sup>3</sup> Os participantes de povos Norte-Americanos incluíram representantes do povo Navajo, das Tribos Confederadas de Coleville e do Povo Pascua Yaqui.

A terceira seção, ***Conversando com os especialistas/A experiência dos pesquisadores*** é composta por quatro textos, editados a partir das conferências dos especialistas do workshop. Dois deles abordam o uso dos rios amazônicos para o desenvolvimento energético e os desafios socioecológicos - *Hidrelétricas e Povos Tradicionais na Amazônia* (capítulo 3.1), que sumariza a apresentação do Dr. Heber R. Grácio; e, *Esquecendo as pessoas no desenvolvimento energético de Belo Monte e outras barragens* (capítulo 3.2), que relata a fala do Dr. Emílio Moran. *Os Impactos das mudanças climáticas nas águas dos Povos Nativos americanos* trata do engajamento na busca de soluções baseadas na cultura, trazendo uma reflexão da Dra. Karletta Chief sobre sua experiência de trabalho com o povo Navajo (capítulo 3.3). O quarto texto, *Os represamentos e as mudanças nos peixes e na pesca*, levanta alguns pontos sobre a questão a partir dos estudos dessa temática em hidrelétricas no Brasil, apresentado pelo Dr. Ângelo A. Agostinho.

A quarta seção, ***Resumos expandidos/Comunicações curtas***, dissemina a contribuição das pesquisas dos participantes. São 51 contribuições de estudos em andamento. Os artigos foram agrupados em (capítulo 4.1, 10 artigos) *Diversidade social, cultural e biodiversidade*; (capítulo 4.2, 14 artigos) *Governança, atores sociais e políticas públicas*; (capítulo 4.3, 5 artigos) *Atividade pesqueira, peixes e pesca*; (capítulo 4.4, 4 artigos) *Hidrologia e geomorfologia*; (capítulo 4.5, 1 artigo) *Mudanças climáticas*; (capítulo 4.6, 5 artigos) *Temas transversais* associados aos empreendimentos; e (capítulo 4.7, 7 artigos) *Comunicações curtas*, estudos realizados e/ou em andamento em outros temas relacionados a barragens.

A quinta seção, ***Feira de saberes e experiências***, contém o registro fotográfico do encerramento do evento, com a troca de experiências e atividades culturais envolvendo os participantes do evento.

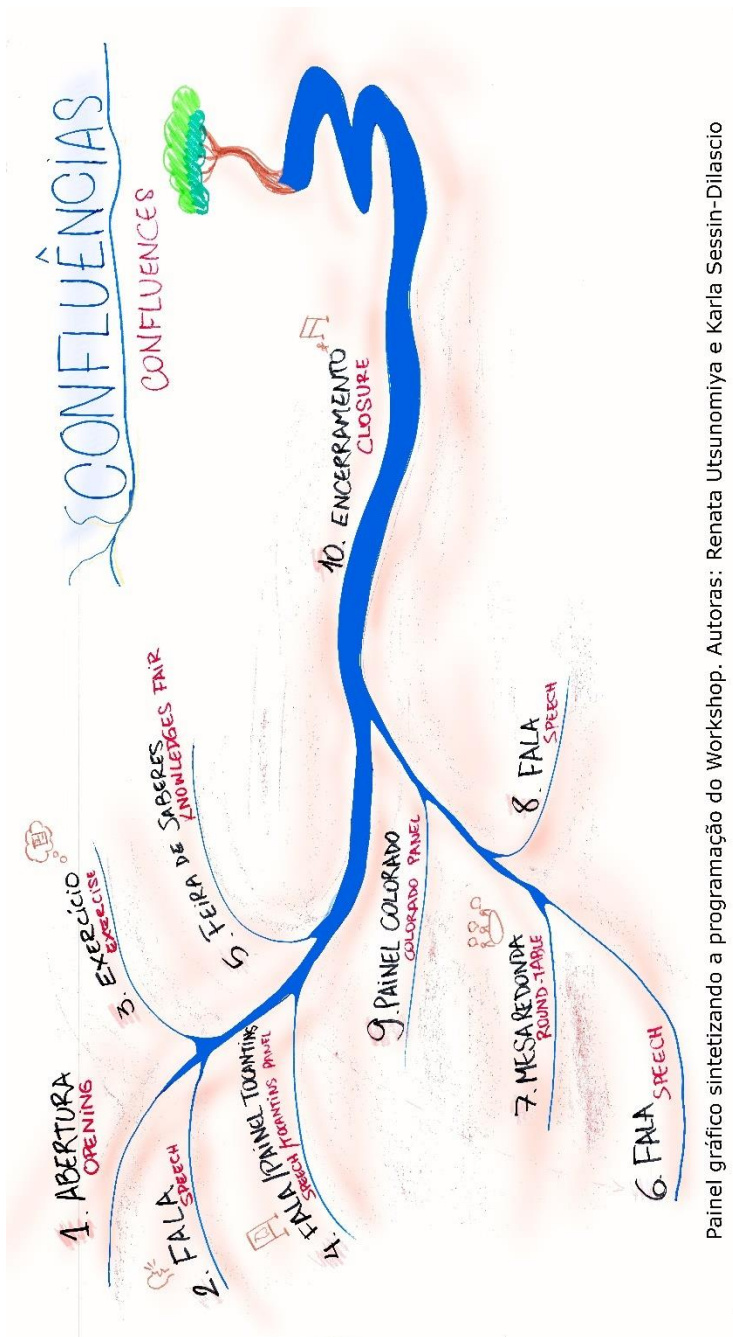
A sexta seção, ***Popularização da Ciência***, contém cinco artigos originalmente publicados em periódicos acadêmicos, os quais foram traduzidos para o português e reeditados aqui buscando uma linguagem mais acessível ao público em geral. Quatro publicações foram originalmente



escritas em inglês. O primeiro artigo faz o mapeamento das pesquisas sobre energia hidráulica e sustentabilidade na Amazônia brasileira, apontando os avanços, lacunas de conhecimento e possibilidades futuras (capítulo 6.1); Na sequência tem-se o artigo que trata da fragmentação da conectividade dos rios na Amazônia andina pelos projetos hidrelétricos, apresentando um panorama para a região (capítulo 6.2); A invisibilidade da atividade de pesca e a dificuldade de participação dos pescadores nos processos de implementação de usinas hidrelétricas na Amazônia é apresentada a partir de informações associadas a várias bacias hidrográficas e barragens na Amazônia (capítulo 6.3); o custo econômico do represamento de rios tropicais resultante da diminuição da pesca e aumento dos preços é mostrado por um estudo de caso sobre a pesca no rio Madeira (capítulo 6.4). Fechando essa seção apresenta-se o questionamento sobre a necessidade de se refletir sobre a construção dos grandes barramentos “*Grandes hidrelétricas: a hora de abandonar é agora*” (capítulo 6.5). Destacamos os painéis visuais que ilustram este livro, os quais resultaram do trabalho de facilitação gráfica realizado por Karla Sessin-Dilascio (Coletivo Projeta Amazônia) e Renata Utsunomiya (USP/ADN). Vale a pena conferir!

## **Referências:**

- FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 18, p. 87-94, jul./dez. 2008.
- NICOLESCU, B. (Ed.) Transdisciplinarity: Theory and practice. New Jersey: Hampton Press, 2008.
- PIAGET, J. Psychology and Epistemology: Towards a Theory of Knowledge. Harmondsworth: Penguin, 1972.
- TRESS, B.; TRESS, G.; FRY, G. Integrative studies on rural landscapes: policy expectations and research practice. Landscape and Urban Planning, v. 70, n. 1/2, p. 177-191, 2005.



Panel gráfico sintetizando a programação do Workshop. Autoras: Renata Utsunomiya e Karla Sessin-Dilascio

## Summary

*Juliana Laufer*  
*Elineide E. Marques*  
*Simone Athayde*  
*A. Christine Swanson*  
*Ana Daisy A. Zagallo*

In inter- and transdisciplinary<sup>1</sup> approaches of social-ecological themes, promoting consistent dialogues between actors remain a challenge. Even though these dialogues are expanding with increased sociocultural diversity, social-ecological conflicts and competition for land, pedagogic challenges open-up opportunities for collective learning.

The texts contained in this publication: **“Rivers, Lands and Cultures: Learning from the Tocantins Social-ecological System”**, bring together the inter- and transdisciplinary experiences shared by participants in a workshop of the same name held by the Amazon Dams International Research Network from May 14 to 18, 2018 in Palmas-TO, Brazil. In addition to the texts produced, the experience of sharing, sensibilizing and co-learning with actors involved in the implementation of hydroelectric dams at different scales (local, regional, national and international), contributes to reflections about the whole process, including planning, financing, licensing, implementation, compensation, monitoring post-dam effects and other aspects.

---

<sup>1</sup> Interdisciplinary research can be understood as a way of integrating knowledge from disciplinary perspectives in search of points of convergence and dialogue between the theoretical references and methods of the sciences, without the fragmentation of the phenomenon (FERNANDES and SAMPAIO, 2008). The approach to Interdisciplinary research is still relatively new and contested in academic circles. For some, it means a way of building integrative knowledge that goes beyond the disciplines of Western science, assuming dialogue, exchanges and integration of knowledge between academia and knowledge systems of non-academic participants (TRESS et al., 2005). Other authors perceive Interdisciplinary research as a philosophy of understanding the world that allows the transcendence of disciplines, in which the links between them would be located within a total system, without stable borders (PIAGET, 1972; NICOLESCU, 2008).

At this particular event, the goal was to stimulate dialogue between social actors involved throughout the dams development process, with a focus on discussing the social-ecological system of the Tocantins River basin. The event was attended by 224 participants: local representatives of Indigenous peoples, undergraduate and graduate students, researchers, and representatives from governmental and non-governmental institutions from various locations in Brazil and the United States.

The choice to focus on the Tocantins River basin was timely. This is part of the Amazon River system and has been impacted by the dams since the construction of Tucuruí in 1994. After that, six more large dams (Serra da Mesa, 1998; Cana Brava, 2002; Lajeado, 2001; Peixe Angical, 2006; São Salvador, 2009; and Estreito, 2010) and numerous small hydroelectric dams (SHPs) were built. Countless other large and small dams may still be built within the same basin in the coming years.

All of these dams modulate the flow of water, the supply of nutrients in the basin and the local and regional social-ecological dynamics in favor of interests defined at higher scales. In addition to the effects of dams, the river has been impacted by changes in land use and occupation (i.e., the replacement of native vegetation by agricultural activities and the increase in urbanization); increases in contamination from pesticide use; increases in the withdrawal of river water for irrigation and urban supply; and the use of the aquatic environment for activities such as aquaculture, recreation and fishing, among other factors. Consequently, this is a scenario that favors the discussion of the process of modifying the territorialization based on transdisciplinarity, water takes on different representations dependent on different world views and cultures.

In addition, the breadth of the challenges increases as the number of hydroelectric projects proposed for the whole Amazon basin grows, including several countries in Latin American. Therefore, conflicts on this issue are expected to spread over a much larger region. Thus discussion, detailing of experiences and the reciprocity in the exchange of information

and knowledge can show us other possibilities to the socioeconomic and energetic development in the Amazon region.

Even in countries like the United States, where hydroelectric dams were implemented earlier, the challenges continue on different fronts. Dealing with climate change and social-ecological issues requires continuity in the discussion of adaptive management in dammed systems. Managers in the Colorado River and Tocantins River basins have been striving to engage in participatory planning and adaptive management of hydrographic systems. Thus, the event was also an invitation to local, national and global actors to continuously contribute to the discussion, in search of adaptive management tools for the systems, with a focus on social-ecological and transdisciplinary approaches.

This publication presents experiences of the Amazon Dams International Research Network<sup>2</sup> (RBA/ADN/RIRA) in six sections. It starts with the interactions between social actors (section 1), bringing the experiences of actors and decision-makers involved in the dams processes to the forefront. Then, section 2 showcases the interdisciplinary learning experienced by event participants during field trips. Section 3 highlights conversations with experienced researchers on the topic, both in Brazil and in the United States. A set of ongoing research communicated through extended abstracts and brief communications is presented in section 4. The experiential learning fair (section 5), provided participants with a knowledge exchange based on crafts, music, research posters, good conversations and stories. The book ends with a section focused on popularizing science through articles published by ADN researchers translated for the general public (section 6).

The first section, *Interaction between social actors*, consists of three texts contemplating the perspective of several actors involved with the planning, licensing, resettlement and dams monitoring and processes experienced in Brazil and the United States. The first article brings the

---

<sup>2</sup> Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/Amazon Dams International Research Network/Rede Internacional de Investigación en Represas Amazónicas (RBA/ADN/RIRA), [www.amazondamsnetwork.org](http://www.amazondamsnetwork.org)

perspective of Brazilian social actors who participate in the processes of licensing and installing hydroelectric dams in the Tocantins River basin, Brazil (chapter 1.1). The second article brings the perspective of American actors on challenges in managing the Colorado River waters (chapter 1.2). The third article focuses on a debate about academic knowledge production, public policies and the challenges for social-ecological governance in the Amazon (chapter 1.3).

In the second section, ***Transdisciplinary learning***, two field activities were reported. *Learning with each other* (chapter 2.1) documents event participants' perceptions of a field trip to fisher and riverside communities downstream of the Lajeado hydroelectric dam (Tocantins River, Brazil). *One river unites Indigenous Peoples of the Americas* (chapter 2.2) deals with the intercultural exchange between North American Indigenous Peoples<sup>3</sup> and the Xerente People (Tocantins, Brazil). During this visit, they discussed the legacy of impacts of hydroelectric dams on the Colorado and Tocantins Rivers. *River values, uses and decision-making* (chapter 2.3) reports on the transdisciplinary exercise carried out with workshop participants regarding their perceptions of river values and how they can be addressed and taken into account in research and decision-making processes.

The third section, ***Speaking to the experts (the experience of researchers)***, consists of four chapters, adapted from experts' talks at the workshop. Two chapters address the use of Amazonian rivers for energy development and social-ecological challenges - *Hydroelectric dams and Amazonian traditional peoples* (chapter 3.1), which summarizes the presentation by Dr. Heber R. Grácio; and *Forgetting people in energy development of Belo Monte and other dams* (chapter 3.2), which reports Dr. Emilio Moran's talk. *Climate change impacts on Native American water resources* deals with engagement in culture-based solutions for water resource issues and is a reflection by Dr. Karletta Chief about her

---

<sup>3</sup> The participants from North American Peoples included representatives of the Navajo People, the Confederate tribes of Coleville and the Pascua Yaqui People

experience with the Navajo People (chapter 3.3). The fourth chapter, Damming and changes in fish and fisheries, presented by Dr. Ângelo A. Agostinho, raises issues on this theme from the study of Brazilian hydroelectric dams.

The fourth section, ***Extended Abstracts/Short Communications***, disseminates participants' research contributions. There are 51 contributions from ongoing studies. Contributions were grouped into (chapter 4.1, 10 articles) *Social, cultural and biological diversity*; (chapter 4.2, 14 articles) *Governance, social actors and public policies*; (chapter 4.3, 5 articles) *Fishing, fish and fisheries*; (chapter 4.4, 4 articles) *Hydrology and geomorphology*; (chapter 4.5, 1 article) *Climate change*; (chapter 4.6, 5 articles) *Cross-cutting themes* associated with damming; and (chapter 4.7, 7 articles) *Short communications*, which covers studies on other themes related to dams.

The fifth section, ***Knowledge and Experiential Fair***, contains photography of the workshop's closing event, with the exchange of experiences and cultural activities between event participants.

The sixth section, ***Popularizing Science***, contains five articles originally published in other academic journals and reissued here in language more accessible to the a general audience. Four publications were originally written in English. The first article maps the research on hydroelectric energy and sustainability in the Brazilian Amazon pointing out the advances, knowledge gaps and future possibilities (chapter 6.1); the second article deals with how hydroelectric projects fragment river connectivity in the Andean Amazon, presenting an overview for the region (chapter 6.2); the invisibility of fishing activity and the difficulty of fishermen to participate in the implementation processes of hydroelectric dams in the Amazon presents information from several dams in the Amazon (chapter 6.3); the economic cost of damming tropical rivers resulting in decreased fishing and rising prices is a case study of fishing on the Madeira River (chapter 6.4). Closing this section, the article *Big hydroelectric dams: the time to abandon is now* makes the case that we

need to reflect on the construction of big dams (chapter 6.5). We highlight the panels that illustrate this book, which resulted from graphic facilitation work carried out by Karla Sessin-Dilascio (Projeta Amazônia) and Renata Utsunomiya (USP/ADN). It is worth seeing!



# **Introdução à Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas**

*Bette A. Loiselle*<sup>1</sup>

Este livro é resultado da segunda reunião anual da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens da Amazônicas (ADN/RBA/RIRA) financiada por uma bolsa (# 1617413) do programa de Dinâmica de Sistemas Humanos-Naturais Acolados, da Fundação Nacional para a Ciência (NSF). A rede tem como objetivo sintetizar e compartilhar as lições aprendidas com o desenvolvimento de barragens hidrelétricas, focando em uma abordagem de gestão adaptativa dentro da teoria de sistemas socioecológicos complexos (SES). Nosso objetivo abrangente é construir capacidade para o avanço da pesquisa integrativa (inter e transdisciplinar) em sistemas socioecológicos transformados por barragens hidrelétricas na Amazônia. O foco geográfico da rede inclui as bacias hidrográficas dos rios Tocantins, Madeira e Xingu na Amazônia, assim como a bacia do rio Colorado nos Estados Unidos; o último serve como um estudo de caso de como o monitoramento de longo prazo e o uso de fluxos experimentais podem promover o aprendizado social e a capacitação em relação à gestão adaptativa de sistemas de rios represados. O conhecimento, a experiência e diversidade institucional desta Rede Internacional de Pesquisa apresenta uma oportunidade única para motivar e coordenar pesquisas para tratar de problemas de ecossistemas de água doce represados. Inclui uma diversidade de participantes, representados por pesquisadores de diversas áreas acadêmicas e instituições, representantes de instituições

---

<sup>1</sup> Centro de Estudos Latino-Americanos, Departamento de Ecologia e Conservação da Vida Selvagem, Universidade da Flórida, Gainesville, FL 32611 EUA.

governamentais e não governamentais, bem como indígenas e outros grupos sociais pouco representados dos Estados Unidos, Brasil, Bolívia e Peru.

Embora o financiamento atual da NSF em 2016 tenha sido um estímulo para reunir um conjunto diversificado de participantes, as raízes da rede começaram em 2009 com discussões informais. Em 2012, um pequeno grupo de pesquisadores americanos e brasileiros se reuniu na University of Florida (UF) para discutir a compreensão integrativa das transformações de barragens hidrelétricas na Amazônia (Athayde, 2012). Essas trocas iniciais foram fundamentais no desenvolvimento de uma visão compartilhada de que o avanço requer novas maneiras de estudar sistemas socioecológicos transformados por hidrelétricas. A rede reconheceu que nas décadas anteriores, a Amazônia estava passando por uma rápida transformação como resultado de grandes projetos de infraestrutura (KILLEEN, 2007; NOBRE, 2014). Além disso, entendemos que a 'ciência como de costume' (ou seja, abordagens disciplinares convencionais) tem e continuaria a falhar no desenvolvimento de soluções para os problemas socioecológicos complexos desencadeados por estes projetos de desenvolvimento de infraestrutura (CORTNER, 2000; RAYMOND et al., 2010). Ficou claro que no Brasil, e em outros países amazônicos, havia um diálogo e envolvimento limitado de cientistas e partes interessadas no processo de tomada de decisão em torno do desenvolvimento de infraestrutura. Essa lacuna de comunicação e a falta de participação não só resultaram em conflitos, mas também impediram nossa capacidade de entender e gerenciar os efeitos socioecológicos dos projetos de infraestrutura. Esses efeitos podem ser consideráveis, incluindo ameaças à conservação da biodiversidade, meios de subsistência rurais e serviços ambientais (CASTELLO et al., 2013; FEARNSIDE, 2014; FOLEY et al., 2007; STICKLER et al., 2013).

Este encontro de pesquisadores do Brasil e dos EUA em 2012 também marcou o início da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas e foi fundamental para permitir que dois workshops

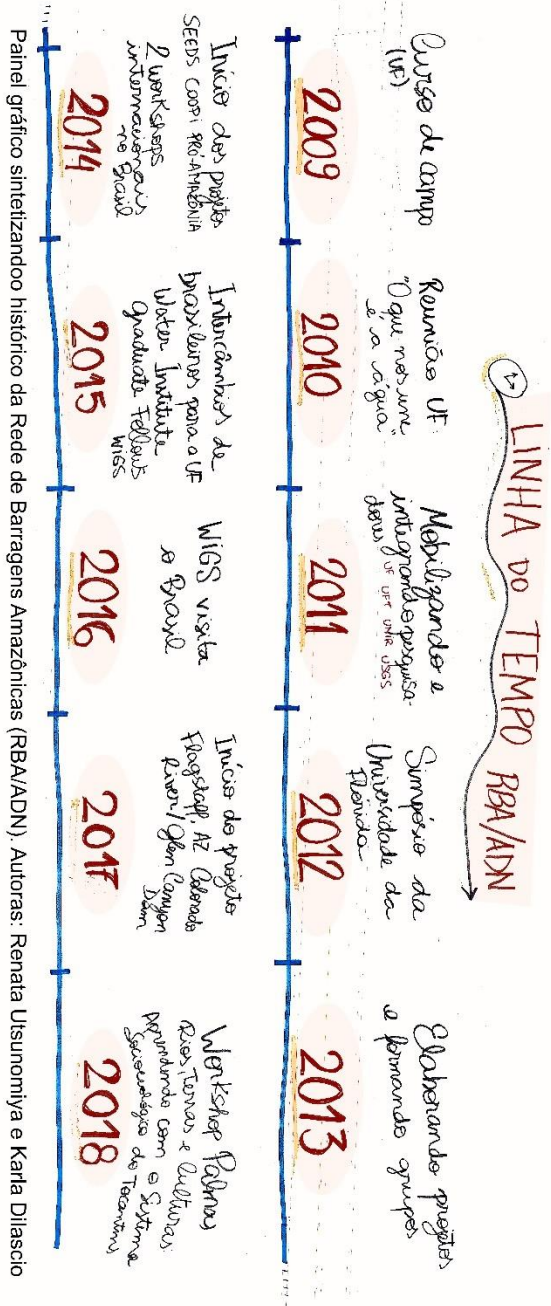
ocorressem no Brasil em maio de 2014, onde mais pesquisadores foram recrutados. Nossa missão e abordagem foram desenvolvidas de forma colaborativa através de intercâmbios de professores e estudantes, projetos e eventos (por exemplo, workshop, simpósios) em conjunto com os povos indígenas, pescadores e outras comunidades locais, representantes governamentais e do setor de energia, profissionais de ONGs e tomadores de decisão. Nossa abordagem abrangeu a incorporação de conhecimento inter e transdisciplinar em esforços de pesquisa integrativa (ATHAYDE et al., 2014; TRESS et al., 2005). A Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas é centrada em quatro temas integrativos que destacam feedbacks importantes entre os componentes humanos e natural do sistema socioecológico (SES). Aqui, seguimos outros autores ao conceituar SES como sistemas compostos por elementos hierárquicos aninhados: unidades de recursos (naturais) e usuários (humanos), sistemas de recursos (sistemas humanos e natural), sistemas de governança e configurações sociais, econômicas e políticas mais amplas em múltiplas escalas (ATHAYDE et al., 2019b; ARMITAGE et al., 2009; HOLLING, 2001; OSTROM, 2009). Alcançar a gestão sustentável do SES transformado por barragens requer a compreensão e modelagem das interações do SES em múltiplas escalas espaciais/temporais e a tomada de decisões informadas com base na avaliação dessas interações natural e humanas acopladas. Nesse sentido, o tema abrangente e transversal da rede é o tema atores sociais e governança, que representa a dimensão humana, incluindo a tomada de decisões; os demais temas: hidrologia de bacias hidrográficas, geomorfologia e fluxos ambientais; peixes e pesca; e as mudanças no uso e cobertura da terra estão relacionados aos sistemas naturais e de recursos do SES, incluindo interações e respostas entre os dois. Como a estrutura do SES é importante para examinar o estado do sistema (por exemplo, pesca), não é suficiente para permitir a tomada de decisões informadas em sistemas dinâmicos complexos. Portanto, nossa rede está trabalhando para combinar a estrutura SES com uma abordagem de gestão adaptativa (AM). A abordagem AM fornece um

mecanismo para aprendizagem ativa, monitoramento, experimentação e reflexão sobre o funcionamento do sistema SES transformado por barragens e, assim, tornando mais prováveis as conexões entre mudança do ecossistema, mudança social e tomadores de decisão (por exemplo, ALLEN et al., 2011; KINGSFORD et al., 2011). Nossas atividades incluem workshops internacionais em relevantes locais de campo, módulos de aprendizagem e outras atividades de treinamento, intercâmbios, website (<http://www.amazondamsnetwork.org>) e mídia social (por exemplo, twitter, you-tube, what's app), e desenvolvimento e disseminação de produtos para diversos públicos.

As contribuições da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas estão crescendo com novas colaborações transnacionais sendo estabelecidas, capacitação e treinamento para participantes, intercâmbios entre nações e compartilhamento de experiências, fortalecimento de instituições acadêmicas, coprodução de conhecimento entre cientistas e atores sociais, e conexão entre a pesquisa científica e políticas e preocupações locais (por exemplo, ver AMARAL et al., 2019; ATHAYDE et al., 2019a; DORIA et al., 2018; DORIA et al., 2020; HYDE et al., 2018; LIMA et al., 2017; PRADO et al., 2016; TUCKER-Lima et al., 2016). A rede também contribuiu para um mapeamento recente da energia hidrelétrica e pesquisas de sustentabilidade na Amazônia brasileira (ATHAYDE et al., 2019b). Esta revisão produziu percepções críticas sobre o que aprendemos a respeito da gestão de sistemas socioecológicos na Amazônia, como as pesquisas entre as diferentes disciplinas foi conectada para contribuir com novos conhecimentos e quais são as lacunas de conhecimento e oportunidades existentes para pesquisa interdisciplinar no futuro. Nesta revisão, o trabalho de universidades e pesquisadores brasileiros é reconhecido por sua forte liderança no avanço da pesquisa científica em energia hidrelétrica, com financiamento fundamental das agências brasileiras CNPq e CAPES. O potencial para certos campos, como Ciências/Estudos Ambientais, Ecologia, Recursos Hídricos e Ciência e Tecnologia Verdes e Sustentáveis, os quais são vistos como disciplinas de

ligação potenciais para alavancar a produção de conhecimento entre disciplinas e preencher a lacuna entre conhecimento e política. No entanto, a revisão destaca a necessidade de os cientistas melhorarem a divulgação de seus resultados de pesquisa para as populações locais e formuladores de políticas, bem como desenvolver projetos em colaboração com atores sociais que abordem os problemas locais e sejam relevantes para as políticas.

É importante ressaltar que a rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas é projetada para encontrar mecanismos onde indivíduos afetados por barragens (por exemplo, povos indígenas, pescadores, comunidades ribeirinhas deslocadas por barragens), funcionários do governo envolvidos no planejamento e licenciamento, organizações não governamentais e o setor de energia, possam ser ouvidos. O trabalho atual da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas, como exemplificado na reunião em Palmas, Tocantins, Brasil, a qual permitiu que este conjunto diversificado de atores contribuíssem com suas falas, compartilhassem suas experiências, e se engajassem num diálogo que tem o poder de influenciar as direções da pesquisa, melhorar a relevância da pesquisa para resolver problemas locais e, potencialmente, levar a melhores resultados, políticas e tomada de decisões.



Painel gráfico sintetizando histórico da Rede de Barragens Amazônicas (RBA/ADN). Autoras: Renata Usunomiyra e Karla Dilascio

# **Introduction to the Amazon Dams International Research Network**

*Bette A. Loiselle*<sup>1</sup>

This book is a result of the second annual meeting of the Amazon Dams International Research Network (AND/RBA/RIRA) funded by a grant (#1617413) from the National Science Foundation Dynamics of Coupled Natural-Human Systems program. The network aims to synthesize and share lessons learned from hydroelectric dam development, focusing on an adaptive management approach within complex social-ecological systems (SES) theory. Our overarching goal is to build capacity for the advancement of integrative (inter- and trans-disciplinary) research on social-ecological systems transformed by hydroelectric dams in the Amazon. The geographical focus of the network includes the Tocantins, Madeira and Xingu River watersheds in the Amazon, as well as the Colorado River watershed in the US; the latter serves as a case-study for how long-term monitoring and use of experimental flows can promote social learning and capacity building regarding adaptive management of dammed river systems. The expertise, experience and institutional diversity of this International Research Network presents a unique opportunity to motivate and coordinate research to address problems of dammed freshwater ecosystems. It includes a diversity of participants, represented by researchers from diverse academic fields and institutions, representatives from governmental and non-governmental institutions, as well as Indigenous

---

<sup>1</sup> Center for Latin American Studies, Department of Wildlife Ecology and Conservation, University of Florida, Gainesville, FL 32611 USA.

and other underrepresented social groups from the US, Brazil, Bolivia and Peru.

While the current grant from NSF in 2016 was a catalyst to bring a diverse set of participants together, the roots of the network began in 2009 with informal discussions. In 2012, a small group of US and Brazilian researchers, met at the University of Florida (UF) to discuss integrative understanding of hydroelectric dam transformations in the Amazon (ATHAYDE, 2012). These initial exchanges were instrumental in developing a shared vision that advancement requires new ways of studying social-ecological systems transformed by hydroelectric dams. The nascent network recognized that in the previous decades, the Amazon was undergoing rapid transformation as a result of large infrastructure projects (KILLEEN, 2007; NOBRE, 2014). Further, we understood that ‘science as usual’ (i.e., conventional disciplinary approaches) has and would continue to fail to develop solutions to complex social-ecological problems triggered by these infrastructure development projects (CORTNER, 2000; Raymond et al., 2010). It was clear that in Brazil and other Amazonian countries, there also was limited dialogue and engagement of scientists and stakeholders in the decision-making process surrounding infrastructure development. This communication gap and lack of participation have not only resulted in conflicts but have hindered our ability to understand and manage social-ecological effects of infrastructure projects. These effects could be considerable including threatening biodiversity conservation, rural livelihoods, and environmental services (CASTELLO et al., 2013; FEARNSIDE, 2014; FOLEY et al., 2007; STICKLER et al., 2013).

This 2012 gathering of Brazil and US researchers also marked the beginnings of the Amazon Dams International Research Network and was instrumental in enabling two workshops to occur in May 2014 in Brazil where additional researchers were recruited. Our mission and approach have been developed collaboratively through faculty and student exchanges, projects and events (e.g., workshops, symposia) in conjunction



with Indigenous peoples, fishers and other local communities, governmental and energy sector representatives, NGO practitioners and policy-makers. Our approach embraced incorporating inter- and transdisciplinary knowledge into integrative research efforts (ATHAYDE et al., 2014; TRESS et al., 2005). The Amazon Dams International Research Network is centered on four integrative themes that highlight key feedbacks between natural and human components of the social-ecological system (SES). Here we follow others in conceptualizing SES as systems composed by hierarchical nested elements: resource units (natural) and users (humans), resource systems (human and natural systems), governance systems and wider social, economic and political settings at multiple scales (ATHAYDE et al., 2019b; ARMITAGE et al., 2009; HOLLING, 2001; OSTROM, 2009). Achieving sustainable management of SES transformed by dams requires understanding and modeling interactions of SES at multiple spatial/temporal scales and making informed decisions based on assessment of these coupled natural-human interactions. With this in mind, the overarching and cross-cutting theme for the network is the *social actors and governance* theme, which represents the human dimension, including decision-making; the other themes: *watershed hydrology, geomorphology and environmental flows; fish and fisheries*; and *land use and land cover change* relate to the natural and resource systems of SES, including interactions and feedbacks between the two. As the SES framework is important for examining system states (e.g., fisheries), it is not sufficient to enable informed decision-making in complex dynamic systems. Therefore our network is working to combine the SES framework with an adaptive management (AM) approach. The AM approach provides a mechanism for active learning, monitoring, experimentation and reflection about the functioning of the SES system transformed by dams, and thus, making connections between ecosystem change, social change, and decision-makers more likely (e.g., ALLEN et al., 2011; KINGSFORD et al., 2011). Our activities include international workshops at relevant field locations,

learning modules and other training activities, exchange visits, website (<http://www.amazondamsnetwork.org>) and social media (e.g., twitter, you-tube, what's app), and development and dissemination of products for a variety of audiences.

The contributions of the Amazon Dams International Research Network are growing with new transnational collaborations being established, capacity-building and training for participants, exchanges across nations and sharing of experiences, strengthening of academic institutions, co-production of knowledge among scientists and social actors, and connecting scientific research to policy and local concerns (e.g., see AMARAL et al., 2019; ATHAYDE et al., 2019a; DORIA et al., 2018; DORIA et al., 2020; HYDE et al., 2018; LIMA et al., 2017; PRADO et al., 2016; TUCKER-LIMA et al., 2016). The network also has contributed to a recent mapping of hydropower and sustainability research in the Brazilian Amazon (ATHAYDE et al., 2019b). This review has yielded critical insights about what we have learned regarding the management of social-ecological systems in the Amazon, how research across disciplines has been bridged to contribute new knowledge, and what are existing knowledge gaps and opportunities for interdisciplinary research in the future. In this review, the work of Brazilian universities and researchers are recognized for their strong leadership in advancing scientific research on hydropower, with key funding from Brazilian agencies CNPq and CAPES. The potential for certain fields, such as Environmental Sciences/Studies, Ecology, Water Resources, and Green and Sustainable Science and Technology, are seen as potential bridging disciplines to catalyze knowledge production across disciplines and bridge the gap between knowledge and policy. However, the review highlights the need for scientists to improve the dissemination of their research findings to local populations and policy-makers, as well as developing projects in collaboration with social actors that address local problems and are policy relevant.

Importantly, the Amazon Dams International Research network is designed to find mechanisms where individuals affected by dams (e.g., Indigenous peoples, fishers, riverine communities displaced by dams), government officials involved in planning and licensing, non-governmental organizations, and the energy sector, can have their voices heard. The current work of the Amazon Dams International Research Network, as exemplified at this meeting in Palmas, Tocantins, Brazil, has enabled this diverse set of actors to contribute their voices, share their experiences, and engage in dialogue that has the power to influence research directions, improve the relevance of research to solve local problems and potentially lead to better outcomes, policies, and decision-making.

## References

- Allen, C. R.; et al. Adaptive management for a turbulent future. *Journal of Environmental Management*, v. 92, p. 1339-1345, 2011.
- Amaral, E., et al. O quê dizem as pesquisas acadêmicas sobre os impactos das hidrelétricas na pesca artesanal? *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n.2, p. 428. 2019.
- Armitage, D. R., et al. Adaptive Co-Management for Social-Ecological Complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 7, n. 2, p. 95-102, 2009.
- Athayde, S. F. International Symposium: Water, Forests and People: Towards Integrative Research on Dams, Natural Resources and Society in the Amazon. Extended Program. Gainesville: University of Florida, 2012.
- Athayde, S. F., et al. Collaborative learning, transdisciplinarity and social-environmental management in the Amazon: Approaches to knowledge production between academia and society. *RBPG*, v. 10, n. 21, p. 723-748, 2014.
- Athayde, S., et al. Improving policies and instruments to address cumulative impacts of small hydropower in the Amazon. *Energy Policy*, v. 132, p. 265-271, 2019a.

- 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*, v. 37, p 50-69, 2019b.
- Castello, L., et al. The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, v. 6, p. 217-229, 2013.
- Cortner, H.J. Making science relevant to environmental policy. *Environmental Science and Policy*, v. 3, p. 21-30, 2000.
- Doria, C. R. C., et al. Grandes hidrelétricas na Amazonia: impactos no recurso pesqueiro e na pesca artesanal, desafios e lições aprendidas no Rio Madeira. *Revista Ciências da Sociedade, Dossiê Pescas Amazônicas*, v. 2, n. 4, 2018.
- Doria, C. R. C., et al. 2020. Challenges for the governance of small-scale fisheries on the Brazil – Bolivia transboundary region. *Society & Natural Resources*. p. 1-19, 2020. DOI: 10.1080/08941920.2020.1771492.
- Fearnside, P. As Barragens e as Inundações no Rio Madeira. *Ciência Hoje* v. 314, n. 53, p. 56-57, 2014.
- Foley, J. A. G. P., et al. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 5, p. 25-32, 2007.
- Holling, C. S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, v. 4, n. 5, p. 390-405, 2001.
- Hyde, J., Bohlman, S., Valle, D. Transmission lines are an under-acknowledged conservation threat to the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, v. 228, p. 343-356, 2018.
- Killeen, T. J. A Perfect Storm in the Amazon Wilderness: Development and Conservation in the Context of the Initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America (IIRSA). *Advances in Applied Biodiversity*. Arlington, Conservation International, 2007.
- Kingsford, R., Biggs H. C., Pollard, S. R. Strategic adaptive management in freshwater protected areas and their rivers. *Biological Conservation*, v. 144, n.4, p. 1194-10, 2011.

Lima, M.A.L., Kaplan, D., Doria, C. R. R. Hydrological controls of fisheries production in a major Amazonian tributary. *Ecohydrology*, v. 10, p. e1899, 2017.

Nobre, A. O Futuro Climático da Amazônia. Manaus, INPE. 2014.

Ostrom, E. A. General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, v. 325, n. 5939, p.419-422, 2009.

Prado, A. P., et al. 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*, v. 53, p. 1132-1136, 2016.

Raymond, C. M., et al. Integrating local and scientific knowledge for environmental management: from products to processes. *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 1766-1777, 2010.

Stickler, C. M., et al. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 110, n. 23, p. 9601-9606, 2011.

Tress, G., Tress, B., Fry, G. Clarifying Integrative Research Concepts in Landscape Ecology. *Landscape Ecology*, v. 20, p. 479-493, 2005.

Tucker-Lima, J., et al. A social-ecological database to advance research on infrastructure development impacts in the Brazilian Amazon. *Scientific Data*, 3:160071, 2016.

## **Seção 1**

**Interação entre atores sociais**

**Interaction between social actors**



## Capítulo 1.1

# Águas, rios, diálogos, valores e futuros para a Bacia do Tocantins: relato de experiências

*Walterlina Brasil*<sup>1</sup>

*Amintas N. Rossete*<sup>2</sup>

*Jynessa Dutka-Gianelli*<sup>3</sup>

*Adila Maria Taveira de Lima*<sup>4</sup>

*Judite da Rocha*<sup>5</sup>

*Paulo Waikarnase Xerente*<sup>6</sup>

*Geânio Lopes*<sup>7</sup>

*José Lopes Soares Neto*<sup>8</sup>

*Henrique Paiva de Paula*<sup>9</sup>

*José Maria da Silva Junior*<sup>10</sup>

*Luisa Astarita Sangoi*<sup>11</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>12</sup>

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondônia; wal@unir.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Mato Grosso; amnrote@gmail.com

<sup>3</sup> Michigan State University; jdgianelli@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Tocantins; adm.adila@gmail.com

<sup>5</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens; juditemab@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal do Tocantins; pauloxerente@hotmail.com

<sup>7</sup> Colônia de Pescadores Profissionais Artesanais, Z-16 de Miracema do Tocantins e Tocantínia-TO - COPEMITO.

<sup>8</sup> Instituto Federal do Tocantins; netotocantins@gmail.com

<sup>9</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica; henrique@aneel.gov.br

<sup>10</sup> Ministério Público do Estado do Tocantins; josemsjr@gmail.com

<sup>11</sup> Ministério Público Federal; luisasangoi@mpf.mp.br

<sup>12</sup> Universidade Federal do Tocantins; emarques@uft.edu.br



## Resumo

Este artigo sumariza os resultados do painel realizado no âmbito da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônica, visando compreender o processo de implementação e operação de hidrelétricas por meio do diálogo e da integração de informações trazidas pelos painelistas sobre os processos de licenciamento e implementação de barragens no rio Tocantins e em outros rios amazônicos. A realização do painel transdisciplinar garantiu a fala dos atores e apontou dificuldade em garantir os direitos aos povos atingidos. A luta e a judicialização das demandas dos atingidos são persistentes, mesmo com o licenciamento e o acompanhamento das medidas de compensação seguindo as recomendações técnicas. As ferramentas de planejamento governamental e os órgãos fiscalizadores poderiam minimizar alguns problemas. Entretanto, o cerceamento do direito à informação, que impossibilita as comunidades de planejarem o seu futuro, e a disponibilidade de informações em linguagens que não são acessadas pela comunidade, são preocupantes. O interesse por diálogo é necessário e permanente. De tão óbvio, tão obscurecido.

**Palavras-chave:** Interdisciplinaridade; Direitos Humanos; Planejamento; Negociação; Compensação; Atingidos

## Introdução

Em nome do desenvolvimento econômico e da produção de energia, a implementação de projetos hidrelétricos no Brasil ocorreu de modo acelerado, a partir da década de 70. No rio Tocantins, por exemplo, cinco grandes hidrelétricas entraram em operação em cerca de uma década (entre 2001 e 2011), impactando mais de 50% dos seus 1.960 km de extensão. O setor elétrico tem planejamento a médio e longo prazos, infraestrutura e cronogramas definidos, onde grande parte dos novos projetos hidrelétricos estão previstos para a região amazônica (BRASIL, 2012)<sup>13</sup>.

Por outro lado, as comunidades locais/regionais, tradicionais ou não, que vivem nas áreas onde são instaladas as usinas hidrelétricas não tem informação e quando recebem as informações são fragmentadas e de conteúdo técnico. Na maioria dos casos ficam à margem das discussões

---

<sup>13</sup> BRASIL - MME - EPE. 2012. Plano Decenal de Expansão de Energia 2021. v. 1, p.386.: il, 2012b. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-50/topico-87/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202021.pdf>

tomando conhecimento do processo oficialmente a partir da apresentação dos estudos de impacto ambiental (Eia/Rima). Não há tempo para reflexão sobre o processo em curso e nem possibilidades de alterações.

As instituições responsáveis pelo licenciamento ambiental e fiscalização, atuando em nível federal ou estadual, e os movimentos sociais, estão inseridas neste contexto. As pressões para o cumprimento dos cronogramas das empresas/governo são intensas, e continuam na fase de operação do empreendimento. Os instrumentos legais apontam alguns caminhos para a compensação e mitigação dos impactos, no entanto a operacionalização destes, na prática, é falha e incompleta.

Com esta perspectiva e visando entender o processo de implementação e operação de hidrelétricas na bacia do rio Tocantins a partir uma experiência, por meio do diálogo transdisciplinar, foram convidados atores sociais a compartilharem suas vivências em um painel<sup>14</sup> organizado durante o Workshop Internacional Rios, terras e culturas<sup>15</sup>. As diferenças culturais, as histórias de vida, e as vivências pessoais e institucionais, fazem com que cada ator perceba os sistemas socioecológicos de modo diferente. O painel transdisciplinar possibilitou integrar informações e a evidenciar valores importantes para nortear a tomada de decisões e os processos de construção (ou não) de hidrelétricas no rio Tocantins e em outros rios amazônicos. Os painelistas foram convidados pelos organizadores do Evento, considerando que vivenciaram e/ou vivenciam a problemática e os processos de licenciamento e implantação de hidrelétricas no rio Tocantins ou em outros rios amazônicos.

Aos painelistas foi solicitado que trouxessem experiências consideradas importantes na tomada de decisão diante de outros possíveis empreendimentos planejados para a Amazônia. Com um tempo de cerca de 10 minutos, incluindo o tempo para a tradução em paralelo (evento

---

<sup>14</sup> “A experiência vivenciada: águas, rios, diálogos, valores e futuros para o rio Tocantins”

<sup>15</sup> Workshop Internacional Rios, terras e culturas: aprendendo com o sistema socioecológico do Tocantins, realizado pela Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas (RBA), em 15 de maio de 2018, em Palmas - TO.

internacional organizado em português e inglês) cada participante fez a sua contribuição. A partir de suas falas gravadas e das anotações realizadas pelos observadores foram levantados os principais temas abordados, e construída a nuvem de palavras.

### **As Usinas Hidrelétricas no rio Tocantins**

Uma das questões centrais na implementação de hidrelétricas diz respeito ao processo de licenciamento ambiental. No caso do rio Tocantins, que é um rio federal por percorrer vários Estados brasileiros, a competência para se fazer o licenciamento, analisar e autorizar ou não a operação de usinas hidrelétricas é do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). No entanto, os acordos firmados entre os governos federal e do Estado do Tocantins possibilitaram que para algumas hidrelétricas o licenciamento ambiental fosse realizado pelo órgão ambiental do Estado, Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins).

São sete grandes usinas hidrelétricas que estão em operação no rio Tocantins: Tucuruí (1984) e Serra da Mesa (1998), foram as primeiras, localizadas no baixo e no alto rio Tocantins; no meio dessas duas estão as usinas de Lajeado (2001), Cana Brava (2002), Peixe Angical (2006), São Salvador (2008) e Estreito (2010) (Fig. 1). Em dez anos, cinco usinas entraram em funcionamento, indicando a velocidade com que esses projetos são instalados. Além dos grandes empreendimentos, mais 15 Pequenas Centrais Elétricas (PCHs) estão em operação no Estado do Tocantins.

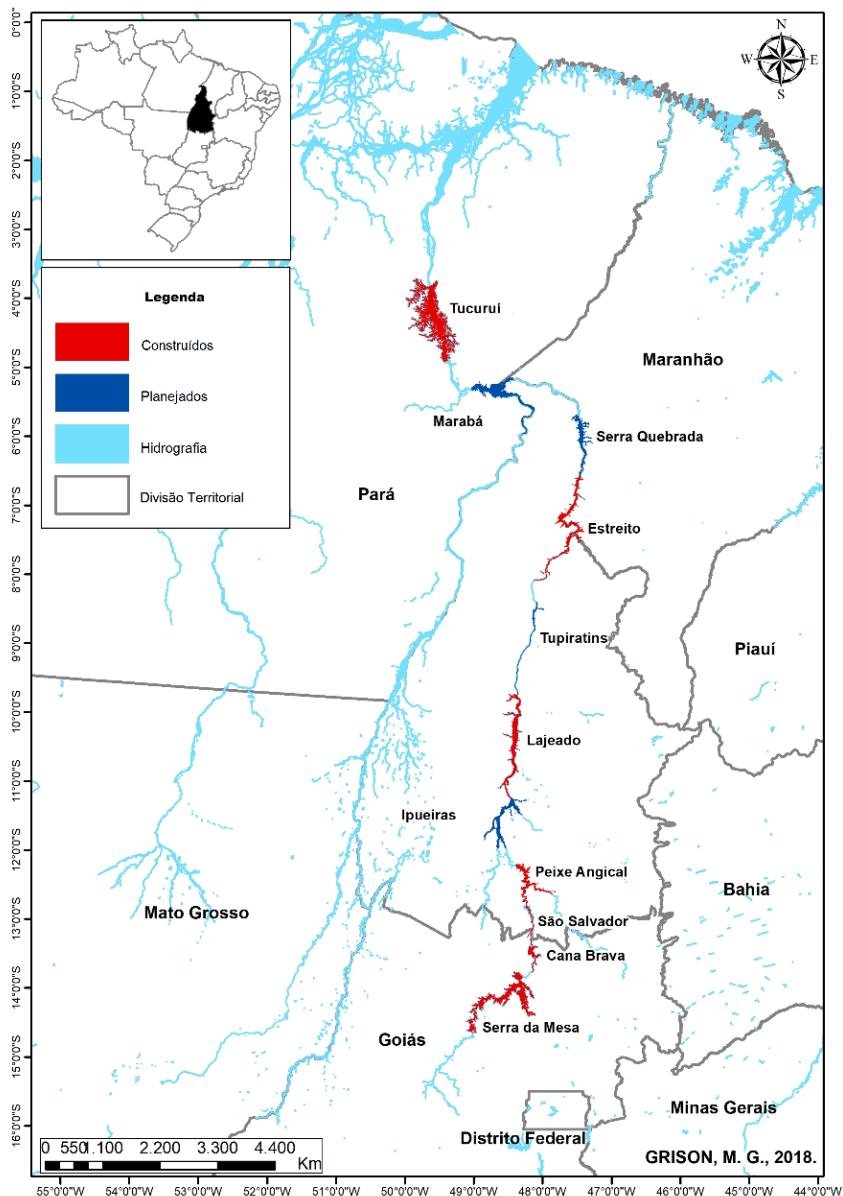


Figura 1. Localização das usinas hidrelétricas no rio Tocantins.

Outros quatro grandes empreendimentos hidrelétricos (Ipueiras ou Tocantins<sup>16</sup>, Tupiratins<sup>17</sup>, Serra Quebrada<sup>18</sup> e Marabá<sup>19</sup>) foram estudados para o mesmo trecho, entre Tucuruí e Serra da Mesa (Fig. 1), seguindo o planejamento do Setor Elétrico (BRASIL – MME - EPE, 2012<sup>20</sup>), contudo, ainda sem previsão de entrada em operação. Somam-se a estes as PCHs. No Estado do Tocantins, 48 pequenas hidrelétricas estão planejadas, sendo 46 ainda na etapa de planejamento (ou cujo eixo foi identificado em estudo de inventário ou cujo projeto já foi elaborado, mas ainda não foram autorizadas a construir) e duas que já foram autorizadas, mas cuja construção ainda não foi iniciada.

### **Painel de atores sociais: Vivências quanto aos impactos sociais no Tocantins**

Entender a problemática a partir da vivência dos atores permite outras possibilidades e estratégias para o planejamento e tomada de decisão sobre a construção (ou não) de novos empreendimentos, ou mesmo repensar as estratégias para aqueles que estão em curso. Assegurar diferentes pontos de vista aumenta o número de dimensões sobre o problema a ser analisado, especialmente sobre as questões socioambientais que passam despercebidas nas análises disciplinares.

O critério para composição do painel de atores foi assegurar a representação dos atores sociais. Contemplou o atingido (indígenas e

---

<sup>16</sup> Eixo identificado nos Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Tocantins, no trecho Cana Brava/Lajeado, aprovado pelo Despacho nº 503, de 21/11/2000. O eixo encontra-se atualmente disponível para pedido de registro para elaboração dos estudos de viabilidade. Processo administrativo nº 48500.002178/2015-75.

<sup>17</sup> Eixo identificado nos Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Tocantins, no trecho Lajeado/Estreito, aprovado pelo Despacho nº 300, de 17/5/2001. A avaliação dos estudos protocolados na ANEEL está paralisada. Processo administrativo nº 48500.004697/1998-70.

<sup>18</sup> Eixo identificado nos Estudos de Inventário Hidrelétrico do rio Tocantins, em seu trecho médio, aprovado pela Portaria nº 123, de 10/4/1992. Processo administrativo nº 48500.005726/1999-92.

<sup>19</sup> Projeto recebeu o aceite técnico, mas ainda se encontra em avaliação pela ANEEL. Processo administrativo nº 48500.000177/2001-65.

<sup>20</sup> BRASIL - MME - EPE. 2012. Plano Decenal de Expansão de Energia 2021. v. 1, p.386.: il, 2012b. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-50/topico-87/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202021.pdf>. Acesso em: JAN/2018.

pescadores), a representação dos movimentos sociais de resistência e os agentes governamentais de regulação, licenciamento e fiscalização, alguns ocupando outras posições atualmente.



Figura 2. Nuvem de palavras.

A vivência dos atores certamente é maior do que o tempo disponível para a fala no painel. Em outro aspecto, em alguns casos, as exposições representaram o posicionamento institucional e não houve a pretensão de esgotar o tema, mas aflorá-lo. Os participantes estão identificados no Quadro 1.

Os principais pontos tratados por cada participante foram simplificados e destacados e os pontos comuns agregados, com destaque para algumas falas e palavras-chaves, sumarizadas na nuvem de palavras (Fig. 2). Nota-se que a implementação de hidrelétricas está associada ao complexo rol dos Direitos Humanos, dos Atingidos e das Comunidades. O lugar e o seu entorno (Lajeado e Barragem) estão presentes como destaque

para a concepção temática. Isto foi confirmado nos fragmentos destacados pelos participantes, resumizamos em continuação.

Quadro 1. Identificação dos participantes do Painel.

<b>Nome</b>	<b>Filiação/Profissão</b>	<b>Observações</b>
<i>Paulo Waikarnase Xerente</i>	Pertence à Etínia Xerente; Administrador	Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (UFT), participou da execução do Programa de Compensação Ambiental na Área Xerente - Procambix.
<i>Geânio Lopes</i>	Participa da Colônia de Pescadores Profissionais de Miracema e Tocantínia (Copemito); Pescador e aquicultor	Morador ribeirinho.
<i>Judite da Rocha</i>	Participa da Direção Nacional do Movimento dos Atingidos por Barragens coordenando a região Tocantins/Maranhão; Professora do curso de Educação no Campo na UFT	Atingida pela barragem de Caxias-PR 28 anos atrás; está no Tocantins desde 2000; acompanhou quatro barragens do rio Tocantins (Lajeado, Peixe Angical, São Salvador e Estreito); no mestrado estudou o impacto na saúde das famílias atingidas.
<i>José Lopes Soares Neto</i>	Biólogo; atualmente Professor do Instituto Federal do Tocantins (IFTO)	Liderou o processo de licenciamento de Lajeado como Diretor Técnico do Naturatins no período de 2001 a 2006; mestrado em Ciências do Ambiente e o doutorado em Genética e Toxicologia Aplicada, trataram de temas relacionados ao reservatório do Lajeado.
<i>José Maria da Silva Júnior</i>	Ministério Público Estadual do Tocantins; Direito	Acompanhou as hidrelétricas de Lajeado, Peixe Angical, São Salvador e Estreito; Coordena o Centro de Apoio às Promotorias de Justiça com atuação na área ambiental em todo o Estado; Mestre em Ciências do Ambiente.
<i>Luisa Astarita Sangoi</i>	Ministério Público Federal-PA; Direito	Atua nos casos das Pequenas Centrais Elétricas (PCHs) no rio Cupari, PA.
<i>Henrique Paiva de Paula</i>	Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração (SCG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)	Desde 2008, envolvido com os empreendimentos hidrelétricos e de geração de energia, tem experiência com os estudos de inventário, engenheiro electricista de formação, com mestrado em recursos hídricos.

Fonte: Evento. 2018

**Como o Indígena Paulo Waikarnãse Xerente**, destacou questões como:

- ✓ A importância da língua (idioma) e da linguagem utilizada durante os processos de negociação como uma limitação à participação nas discussões sobre os empreendimentos;
- ✓ A importância do território, como base para subsistência da população indígena para a caça, coleta e para as roças; e que as mudanças no regime hidrológico afetam estas atividades, principalmente a prática da roça de vazante e a pesca, o que não foi considerado nos estudos técnicos quando dos impactos previstos a jusante da barragem;
- ✓ A fragmentação da comunidade; com a formação de novas aldeias após a barragem;
- ✓ O impacto negativo da compensação financeira recebida pela comunidade; gerando novos conflitos sociais nas aldeias, bem como as transformações nas condições de saúde das comunidades, com o aumento de doenças como diabetes, pressão alta, depressão e outras, devido às mudanças dos hábitos alimentares, além do consumo abusivo de álcool;
- ✓ A fiscalização dos recursos naturais e a mitigação/compensação ocorrem por tempo limitado.

Em sua fala final Paulo Waikarnãse Xerente reforçou que os direitos garantidos em lei devem ser respeitados, deixando claro que seu povo vive nesses lugares a muito tempo e que empresas que vem de fora trazem grandes mudanças, onde a própria barragem é fonte de medo para o povo Xerente, cujas Terras estão à jusante da barragem de Lajeado.

**Na condição de pescador, aquicultor e ribeirinho, Geânio Lopes**, descreveu que “antes da barragem tinha peixe com abundância; com o passar do tempo após a construção da barragem o peixe ficou escasso. Antes (da barragem) era possível plantar na beira do rio, mas depois é necessário efetuar a adubação dessas áreas a margem do rio”, pois não ocorre mais a adubação natural das várzeas provocadas pelas cheias naturais que existiam. Apontou uma série de alterações que impactaram negativamente a população ribeirinha, dentre as quais:

- ✓ A redução na quantidade, e a ocorrência de mortandade de peixes à jusante;



- ✓ A ocorrência de impactos à jusante; comentou sobre o assoreamento do rio, a oscilação do nível hidrológico, as dificuldades com a navegação e o uso das praias em alguns períodos.
- ✓ A questão do lixo, onde a grande quantidade de lixo deixado pelos visitantes/turistas e a saída encontrada pelos pescadores da Copemito, que trabalham juntos na limpeza do rio, tirando uma grande quantidade de lixo todos os anos.
- ✓ A demora para organização da colônia e dos pescadores.
- ✓ A criação de peixes que é estimulada, mas falta parceria para os projetos de aquicultura e suporte para escoar a produção.

A luta para conseguir as coisas, contando com a experiência de fora. Em sua fala final comentou sobre a tensão entre as comunidades locais, indígenas e pescadores à jusante, geralmente ocasionada por indivíduos sem comprometimento com as organizações locais.

**Em sua fala Judite da Rocha, na condição de pessoa atingida por barragem**, abordou a luta pelos direitos humanos<sup>21</sup>, que, em sua visão, passa pela organização das comunidades. Apresentou uma síntese do relatório do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), contendo um estudo sobre as violações dos direitos humanos dos atingidos. “Os direitos humanos são violados sistematicamente desde o início, sendo que 16 deles foram apontados pela Comissão Especial do MAB<sup>22</sup>, sendo o primeiro deles o direito à informação”. Desenvolveu seu raciocínio, destacando que:

- ✓ Há um problema na definição das denominações de **área atingida** e **atingidos**. Com a pergunta: “Quem são os atingidos?”, argumentou que a indefinição deste termo possibilita a diferença no tratamento da população atingida por parte dos

---

<sup>21</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB. 2015. As populações atingidas por barragens e as violações aos direitos humanos. São Paulo: MAB. <http://www.mabnacional.org.br/publicacao/cartilha-lutas-dos-atingidos-por-barragens-por-direitos-humanos> (documento entregue durante o evento).

<sup>22</sup> 1. Direito à informação e à participação; 2. Direito à liberdade de reunião, associação e expressão; 3. Direito ao trabalho e à um padrão digno de vida; 4. Direito à moradia adequada; 5. Direito à Educação; 6. Direito a um ambiente saudável à saúde; 7. Direito à melhoria contínua das condições de vida; 8. Direito à plena recuperação das perdas; 9. Direito à justa negociação, tratamento isonômico, conforme critérios transparentes e coletivamente acordados; 10. Direito de ir e vir; 11. Direito às práticas e aos modos de vida tradicionais, assim como ao acesso e preservação de bens culturais, materiais e imateriais; 12. Direito dos povos indígenas, quilombolas e tradicionais; 13. Direito de grupos vulneráveis à proteção especial; 14. Direito de acesso à justiça e a razoável duração do processo judicial; 15. Direito à reparação por perdas passadas; 16. Direito de proteção à família e a laços de solidariedade social ou comunitária.

empreendedores. Exemplificou com o fato de que barqueiros, mulheres<sup>23</sup>, pescadores e outros foram desconsiderados e tratados de modo distinto nos diferentes empreendimentos.

- ✓ Mesmo existindo um Decreto Presidencial 7.342/2010 que institui o cadastro socioeconômico da população atingida pela construção de hidrelétricas, até agora ele não foi colocado em prática.
- ✓ Os reassentamentos de um mesmo empreendimento são distintos em relação ao tipo e a qualidade; o mesmo acontece quando se comparam os assentamentos entre os empreendimentos.
- ✓ Existem dificuldades de diálogo com algumas empresas, com várias tentativas que acabam sem retorno. No caso da usina hidrelétrica de Estreito, foram 5 anos sem conversa. Apesar das tentativas por parte dos atingidos, as negociações aconteceram somente depois que a usina estava construída.
- ✓ A organização de comissões e fórum de negociações reforçaram as lutas dos atingidos, nos casos em que os empreendedores estiveram abertos ao diálogo (Lajeado, Peixe Angical e São Salvador).
- ✓ Comentou sobre os estudos volumosos e picotados dos Eia/Rima que dificultam o acesso à informação e sobre a demora governamental em discutir uma política para os atingidos.

Por fim, arrematou que durante o processo “perde-se tudo em nome da produção de energia e, no final, ficamos sem acesso a ela”. Os Atingidos têm lutado para contornar as dificuldades encontradas antes e após as barragens, até mesmo pelos direitos que garantidos constitucionalmente.

**Para José Lopes Soares Neto**, como Diretor Técnico do Naturatins, de onde liderou o licenciamento ambiental da usina hidrelétrica de Lajeado, havia que ser destacado:

- ✓ O aprendizado coletivo com Lajeado, a primeira experiência da maioria dos atores envolvidos.
- ✓ A importância das relações interinstitucionais - licenciadores, universidades, ministério público, atingidos - e da articulação para defender os direitos das comunidades atingidas.
- ✓ A atuação integrada entre os órgãos ambientais estaduais e federais por meio da ação conjunta em vitórias e emissão de pareceres sempre que possível, fato que

---

<sup>23</sup> “O trabalho das mulheres é desconsiderado no momento da negociação”.

minimizou os conflitos institucionais e a efetividade do cumprimento das exigências técnicas por parte do empreendedor.

- ✓ A articulação com as instituições de pesquisa como colaboração na tomada de decisões técnicas, melhorando a eficácia das ações ambientais e minimizando passivos socioambientais.
- ✓ A participação social em comissões de tomada de decisão como um ponto importante para a negociação e tomadas de decisões (Comissões do PBA23)<sup>24</sup>
- ✓ A importância da continuidade e a formação continuada da equipe, com sujeitos sensíveis às questões sociais, como pontos importantes na condução do licenciamento e manutenção das diretrizes e memória do processo.
- ✓ A negociação muda com os empreendimentos; a mesma empresa, técnicas diferentes de negociação.

No final de sua fala reforçou que durante os licenciamentos que acompanhou no Tocantins, percebeu a evolução por parte dos atores na defesa dos seus direitos, por outro lado as empresas se tornaram mais restritivas em relação às demandas solicitadas por parte dos atingidos.

**O painelista José Maria da Silva Júnior, como representante do Ministério Público, destacou que:**

- ✓ A importância Ministério Público para o exercício de ouvir as vozes que não estavam no “primeiro momento” e, os trabalhos em comissões e fóruns de negociações para afinamento e solução dos problemas evitando a judicialização.
- ✓ A dificuldade de acesso à alguns empreendedores, que limita a ação do Ministério Público, como aconteceu no caso de Estreito.
- ✓ A importância dos operadores jurídicos (MPF, MPE, Defensorias, ONGs, Procuradorias), Academia (diversas instituições e áreas de conhecimento) e atores locais (prefeitos e lideranças municipais, agricultores, pescadores, clubes de serviço e outros), trabalharem em conjunto pelos direitos da população. Aprender fazendo, trazendo, todos à mesa
- ✓ A importância da integração e articulação das procuradorias e procuradores dentro e fora dos estados para a garantia dos direitos.

---

<sup>24</sup> Programa de Remanejamento da População Rural

Por fim, apresentou uma proposta da atuação regionalizada do Ministério Público, atuando mais próximo aos problemas em cada região.

**O painalista Henrique Paiva de Paula, enquanto representante da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)** esclareceu sobre o papel governamental da agência reguladora e sobre o papel da Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), que executa o planejamento do setor elétrico, no qual constam componentes socioambientais em todas as etapas de desenvolvimento dos estudos e projetos. A agência reconhece as fraquezas no tocante à integração entre planejamento do setor e sociedade e trabalha na perspectiva de realizar as primeiras interlocuções com populações afetadas (positiva e negativamente) no momento do inventário hidrelétrico, o que poderia evitar os empreendimentos problemáticos com antecedência e viabilizar aqueles que venham a ser avaliados como benéficos tanto do ponto de vista econômico-energético quanto do ponto de vista socioambiental. Em sua fala ele indicou que:

- ✓ Há dificuldade em apontar os caminhos sobre onde as populações afetadas podem procurar ajuda depois que o empreendimento está pronto.
- ✓ Exemplificou a participação da Aneel na sala de crise da ANA (Agência Nacional de Águas), que atuou após a construção das usinas de Santo Antônio e Jirau, como estratégia de acompanhamento após a entrada em operação do empreendimento, quando situações extremas são previstas (no caso do rio Madeira, possibilidade de cheias excepcionais).

Concluiu informando que a Aneel possui em seu website vários links de informação onde dados referentes à expansão do setor elétrico podem ser encontradas<sup>25</sup> e enfatizou a abertura da Agência para melhorar a forma de se elaborar inventários hidrelétricos e acompanhar os processos, sem deixar de destacar que as empresas responsáveis pela elaboração dos estudos e projetos sempre serão parte responsável no processo.

---

<sup>25</sup> Links: <http://www.aneel.gov.br/fiscalizacao-dos-servicos-de-geracao>

<http://www3.ana.gov.br/sala-de-situacao>

<https://www.linkedin.com/pulse/reforma-do-modelo-de-fiscaliza%C3%A7%C3%A3o-setor-el%C3%A9trico-camilla/>

## Propostas trazidas pelos Painelistas

O Painel produziu uma reflexão importante e intensa. Observando-se a natureza das pessoas e das instituições representadas, no modelo transdisciplinar, o consenso para aprendizagem mútua pode ser observado nas seguintes propostas:

- ✓ A definição do conceito de “atingido” e da “área impactada” pelos empreendimentos são pontos importantes para o avanço da discussão em relação aos direitos dos atingidos. Muitas atividades são desconsideradas neste processo, sendo que as mulheres são invisibilizadas e suas atividades são desconsideradas para fins de indenizações ou reparações.
- ✓ A criação de um cadastro socioeconômico para os atingidos, possibilitando o acompanhamento das medidas de compensação. Porém, é preciso cautela para que este funcione efetivamente para esta finalidade.
- ✓ A saúde das mulheres, e também das populações atingidas, indígenas e não indígenas, é um problema sério. Aumento de diabetes, pressão alta e outros têm sido recorrentes. O convite foi lançado à todas as instituições para focar nessa questão.
- ✓ Atuação regionalizada do Ministério Público Estadual, de modo pulverizado em todo o Estado, articulados em 11 eixos ambientais e focados nas questões locais. A proximidade da promotoria de justiça em relação aos problemas colabora com a sua solução.
- ✓ Da parte governamental apresentada, a proposta é trazer o licenciamento para ser discutido no momento do inventário, isso evita problemas relacionados à emissão tardia de licenças, quando a dificuldade em voltar atrás nos processos é grande.
- ✓ Ocupação dos espaços políticos de participação e tomada de decisão sobre o que tem relação com nossas vidas e com o uso de recursos comuns.

## Considerações finais

A realização do painel transdisciplinar foi importante porque garantiu as falas e estimulou o pensamento sobre a implantação de barragens utilizando a bacia do Tocantins como estudo de caso. Com isto,

foi possível apontar que a dificuldade em garantir os direitos dos povos atingidos é persistente e contínua em todos os empreendimentos. Ocorrem tanto nas fases anteriores como posteriores aos barramentos. Mesmo o direito garantido por lei, em alguns casos, depende da luta dos atingidos para serem respeitados. De fato, o licenciamento e o acompanhamento das medidas de compensação e mitigação, seguem as recomendações técnicas buscando a minimização dos impactos. Contudo, a judicialização das demandas dos atingidos persiste nos locais onde não são ouvidos.

Pensando no histórico dos empreendimentos, ficou evidente que o planejamento do setor elétrico tem ferramentas e mecanismos que podem contribuir com a implementação dos empreendimentos que, neste caso, precisam ser melhorados. Da mesma forma, o acesso à informação, a linguagem dos documentos e os procedimentos de inventário, realizados antes do licenciamento, são pontos a serem observados. Em nível local e regional, a regulamentação e a atuação dos operadores jurídicos e dos órgãos licenciadores tem encontrado estratégias para negociação, mas dependem da disposição das empresas para a negociação.

A atuação conjunta das instituições e o envolvimento no diálogo dos atores sociais, especialmente os atingidos, colabora com o processo de negociação. Entretanto, a resistência das empresas ao diálogo agravou os impactos em algumas áreas uma vez que a recusa dos empreendedores em dialogar com os atingidos e agentes públicos prejudica aos atingidos, aumenta a judicialização e agrava os impactos sobre os atingidos, atropelando direitos conquistados.

Nota-se que ainda há falta de transparência. A mudança de estratégia de negociação das empresas de um empreendimento para o outro, demonstrando que estas estão aprendendo mais rápido que as comunidades, contribui com o prejuízo das populações e aumenta a insegurança local e institucional. De fato, a indefinição de área impactada e do conceito de atingidos, invisibilizou as mulheres e outros atingidos que

atuam regionalmente diante da avaliação dos impactos, estes são tratados de modo diferente de um empreendimento para outro.

Um fator preponderante é que muitos impactos somente podem ser percebidos após o início da operação; a redução na produção de alimento (perda da várzea e adubação natural), da pesca (redução das populações de peixes; mortandade) e a falta de apoio às iniciativas de aquicultura, que ameaçam a segurança alimentar e a sobrevivência da população; esta situação que pode ser agravada pelo acesso aos alimentos de baixa qualidade adquiridos no comércio local, estimulada pelo pagamento das compensações. Outro aspecto é a deterioração da saúde das populações com aumento do alcoolismo, da prostituição e de doenças físicas (obesidade, diabetes) e psicológicas (depressão, suicídios) são percebidos especialmente em relação às comunidades indígenas e não indígenas deslocadas para centros urbanos e rurais.

Sobre a dinâmica social, ambiental e econômica regional, que evoluem em uma taxa mais rápida que o processamento e a divulgação do conhecimento gerado e de organização da comunidade local, pode-se indicar que os impactos se sobrepõem tornando as negociações e compensações cada vez mais complexas diante da indefinição de critérios claros para isso. Este fato, impacta as comunidades locais na medida e que tem que gastar o tempo que seria dedicado para realização de suas atividades cotidianas, em reuniões e outras atividades que visam a garantia de seus direitos, sem que isso seja reconhecido como impacto.

O diálogo transdisciplinar evidenciou que os problemas se repetem em todos os empreendimentos. Qual é o plano para a gestão e governança a favor das questões socioambientais contemplando os valores e o futuro para as próximas gerações? Por onde começar o diálogo prestando atenção e respeitando todos os atores? Assim, o painel ilustrou uma necessidade de aprendizagem para evitar aquilo que ocorre como sinal de alerta permanente: O cerceamento do direito à informação, que impossibilita as comunidades de planejarem o seu futuro. A disponibilidade de informações em uma linguagem que não é acessada pela comunidade

também é muito comprometedora. O interesse por diálogo é necessário e permanente. De tão óbvio, tão obscurecido.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos Professores Héber R. Grácio, Sylvia Salla Setubal e Kelson Dias Gomes pela colaboração e apoio aos painelistas; à Colônia de Pescadores de Miracema e Tocantínia - Copemito, pelo apoio aos participantes do painel; e aos estudantes que trabalharam intensamente para o registro escrito das falas.





# Waters, rivers, dialogues, values and futures of the Tocantins basin: report of experiences

*Walterlina Brasil*<sup>1</sup>

*Amintas N. Rossete*<sup>2</sup>

*Jynessa Dutka-Gianelli*<sup>3</sup>

*Adila Maria Taveira de Lima*<sup>4</sup>

*Judite da Rocha*<sup>5</sup>

*Paulo Waikarnase Xerente*<sup>6</sup>

*Geânio Lopes*<sup>7</sup>

*José Lopes Soares Neto*<sup>8</sup>

*Henrique Paiva de Paula*<sup>9</sup>

*José Maria da Silva Junior*<sup>10</sup>

*Luisa Astarita Sangoi*<sup>11</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>12</sup>

## Abstract

This article summarizes a panel discussion conducted during the Amazon Dams International Research Network workshop. This panel discussion promoted discussion and information exchange among participants regarding the licensing, implementation and operation of hydroelectric dams on the Tocantins River and other Amazonian rivers. The transdisciplinary panel enabled all actors to present their views regarding difficulties in guaranteeing the rights

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondônia; wal@unir.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Mato Grosso; amnrote@gmail.com

<sup>3</sup> Michigan State University; jdgianelli@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Tocantins; adm.adila@gmail.com

<sup>5</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens; juditemab@gmail.com

<sup>6</sup> Universidade Federal do Tocantins; pauloxerente@hotmail.com

<sup>7</sup> Colônia de Pescadores Profissionais Artesanais, Z-16 de Miracema do Tocantins e Tocantínia-TO - COPEMITO.

<sup>8</sup> Instituto Federal do Tocantins; netotocantins@gmail.com

<sup>9</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica; henrique@aneel.gov.br

<sup>10</sup> Ministério Público do Estado do Tocantins; josemsjr@gmail.com

<sup>11</sup> Ministério Público Federal; luisasangoi@mpf.mp.br

<sup>12</sup> Universidade Federal do Tocantins; emarques@uft.edu.br

of people impacted by dams. The struggles and judicialization of dam-affected people are persistent even when the licensing process and monitoring compensation measures follow the technical recommendations. Government planning tools and enforcement agencies minimize some of the problems. However, limited access to information and technical terminology make the material harder to understand, making it impossible for the local communities to plan their futures. There is interest in improving necessary dialogues. However, it is so obvious that it becomes obscured.

**Keywords:** Interdisciplinary; Human Rights; Planning; Negotiation; Compensation; People Affected by Dams

## Introduction

Following the boom in economic development and energy production of the 1970s, the implementation of hydroelectric projects in Brazil accelerated. In the Tocantins River, for example, five large dams began operating in the decade from 2001 to 2011, impacting more than half of the river's 1,960 km extension. The electric sector has medium- and long-term plans, infrastructure and defined schedules, and most of the new hydroelectric projects are planned for Amazon region (BRASIL, 2012)<sup>13</sup>.

However, the traditional local/regional communities living in the areas where the hydroelectric dams are installed usually don't have access to information or receive fragmented and highly technical information. In general, the local communities are not involved in the planning discussions and only find out about the official processes later, after the submission of environmental impact studies (EIA/RIMA). Then, there is not enough time for reflection on the ongoing processes nor are there possibilities to make changes to these processes.

The federal and state agencies responsible for the environmental licensing, regulatory enforcement, and the social movements are included in this discussion. Pressures to meet the companies' and government's schedules are intense, persisting into the operation phase of the enterprise.

---

<sup>13</sup> BRASIL - MME - EPE. 2012. Plano Decenal de Expansão de Energia 2011. v. 1, p.386.: il, 2012b. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-50/topico-87/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202011.pdf>.

Although the legal instruments prescribe ways of compensating for and mitigating impacts, in practice, the operationalization of these mechanisms is flawed and incomplete. To understand the process of implementation and operation of hydroelectric dams in the Tocantins River basin from an experiential perspective, we invited diverse social actors to share their experiences in a transdisciplinary panel<sup>14</sup> organized during the International Rivers, Lands and Cultures Workshop<sup>15</sup>. Their cultural differences, life histories, personal and institutional experiences enabled each actor to perceive social-ecological systems differently. The transdisciplinary panel activity was designed to integrate information and review (or not) important values guiding the decision-making and the construction processes of dams in the Tocantins River and other Amazonian rivers. The Workshop's organizers invited the panel speakers considering that they have experienced or are currently experiencing problems related to the licensing and implementation of dams in the Tocantins River or other Amazonian rivers, aiming exchanging such experiences. The panelists were asked to share experiences they considered important in decision-making in face of other possible projects planned for the Amazon. Each participant had about ten minutes to speak, considering the time for the parallel translation, since it was an international event in two languages. Observers took notes during the talks, which were recorded, and later, the main topics were summarized and illustrated in a word cloud.

### **The Hydroelectric Power Plants on the Tocantins River**

One of the central issues in the implementation of hydroelectric power plants concerns the environmental licensing process. In the case of the Tocantins River, which is a federal river that runs through several Brazilian states, the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural

---

<sup>14</sup> The lived experience: waters, rivers, dialogues, values and futures for the Tocantins River

<sup>15</sup> International workshop: Rivers, lands and cultures: learning from the social-ecological system of the Tocantins, hosted by the Amazon Dams International Research Network (ADN) on May 15, 2018 in Palmas, TO

Resources (IBAMA) is in charge of issuing environmental licenses and for the inspections and authorizations (or denials) of dam operations. However, agreements between the Federal government and the State of Tocantins have enabled the state environmental agency, Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins) to issue licenses to some dams.

There are seven large hydroelectric plants operating in the Tocantins River. The Tucuruí (1984) and Serra da Mesa dams (1998) were the first dams built in the lower and upper Tocantins River. Then, in between these two, the Lajeado (2001), Cana Brava (2002), Peixe Angical (2006), São Salvador (2008) and Estreito (2010) dams were built (Fig. 1). In a decade, five hydroelectric plants began to operate in the area, indicating the speed of installation of these projects. In addition to the larger dams, 15 small power plants (SHPs) are operating in the State of Tocantins.

Following the electric sector's planning, there are four additional large hydroelectric projects (Ipueiras or Tocantins<sup>16</sup>, Tupiratins<sup>17</sup>, Serra Quebrada<sup>18</sup> and Marabá<sup>19</sup>) planned for the stretch between Tucuruí and Serra da Mesa (BRASIL - MME - EPE, 2012<sup>20</sup>). However still there are no predictions for the construction and operation dates of these dams (Fig. 1). Additional SHPs are also being added. In the state of Tocantins, there are 48 SHPs planned, 46 of which are still in the planning stage (or have an identified hub in the inventory study, or the project has been drawn up, but the construction has not been authorized yet), and two dams that have already been authorized, but whose construction has not yet begun.

---

<sup>15</sup> Hub identified in the Tocantins River Hydropower Inventory Studies, in the Cana Brava/Lajeado stretch, approved by Despacho nº 503, de 21/11/2000. The hub is currently available for registration request for feasibility studies. Administrative process nº 48500.002178/2015-75

<sup>17</sup> Hub identified in the Tocantins River Hydropower Inventory Studies, in the Lajeado/Estreito stretch, approved by Despacho nº 300, de 17/5/2001. The evaluation of the studies protocolated at ANEEL is paralyzed. Administrative process no. 48500.004697 / 1998-70.

<sup>18</sup> Hub identified in the Tocantins River Hydropower Inventory Studies, in its Middle stretch, approved by Portaria nº 123, de 10/4/1992. Processo administrativo nº 48500.005726/1999-92.

<sup>19</sup> Project received technical acceptance, but is still under evaluation by ANEEL. Processo administrativo nº 48500.000177/2001-65.

<sup>20</sup> BRASIL - MME - EPE. 2012. Plano Decenal de Expansão de Energia 2021. v. 1, p.386.: il, 2012b. Disponível em <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-50/topico-87/Relat%C3%B3rio%20Final%20do%20PDE%202021.pdf>. Acesso em: JAN/2018.

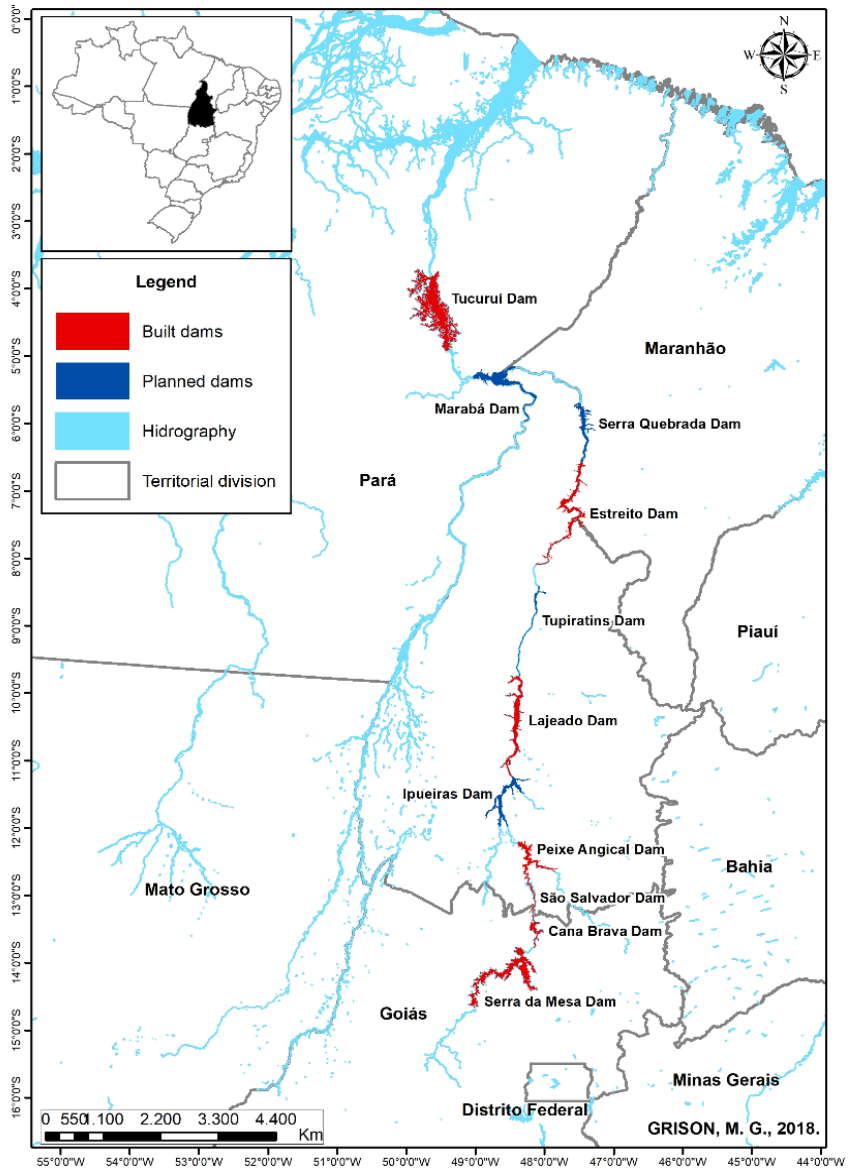


Figure 1. Location of hydroelectric power plants on the Tocantins River

## Social actors panel: Experiences with regard to the social impacts in Tocantins

The diverse experiences from the actors enable a better understanding of the processes and offer a way to develop strategies and new possibilities for planning and decision-making on the construction (or not) of new dams, or even to re-think on-going strategies. Incorporating different views in the discussion increases the number of dimensions to analyze problems, especially on social-environmental issues that usually go unrecognized in disciplinary analyses.

The panel was composed as to include representation of diverse social actors including the people affected by dams (Indigenous and fishers), representatives of social resistance movements, and government agents in charge of regulation, licensing and supervision of dams (some have other positions currently).



Figure 2. Word cloud

The experiences of the actors are certainly greater than the time available for discussions during the panel. In some cases, the material presented represented the position of the agencies, and the discussion on the subject was not exhaustive. Table 1 shows the participants.

Table 1. Panel Participants.

<b>Name</b>	<b>Affiliation/Profession</b>	<b>Observations</b>
<i>Paulo Waikarnase Xerente</i>	He belongs to the Xerente Ethnicity; Administrator	Graduate student in the Master Program in Environmental Sciences (UFT), participated in the execution of the Environmental Compensation Program in the Xerente Indigenous Area – Procambix
<i>Geânio Lopes</i>	He participates in the Colony of Professional Fishermen of Miracema and Tocantínia (Copemito); Fisherman and aquaculturist	Riverine resident
<i>Judite da Rocha</i>	She participates in the National Directory of the Movement of the People Affected by Dams coordinating the Tocantins/Maranhão region; currently she teaches a field education course (UFT)	Impacted by the construction of the Caxias-PR Dam 28 years ago; she has been in Tocantins since 2000, following the construction of four dams on the Tocantins River (Lajeado, Peixe Angical, São Salvador and Estreito Dams); studied the health impacts on affected families for her Master's degree research.
<i>José Lopes Soares Neto</i>	He is a biologist; currently teaching at the Federal Institute of Tocantins (IFTO)	He led the licensing process for Lajeado as Technical Director of Naturatins from 2001 to 2006; both his Master in Environmental Sciences and his PhD in Genetics and Applied Toxicology, dealt with issues related to the Lajeado Reservoir.
<i>José Maria da Silva Junior</i>	He is a lawyer and prosecutor for Tocantins State.	He followed the hydroelectric plants of Lajeado, Peixe Angical, São Salvador and Estreito; Coordinator of the Center of Support for Justice Prosecutors acting in the environmental area throughout the Tocantins State; he has a Master's degree in Environmental Sciences.
<i>Luísa Astarita Sangoi</i>	She is a lawyer and federal prosecutor in Santarém, PA.	She is acting in the cases of small power plants (SHPs) in the Cupari River, PA.
<i>Henrique Paiva de Paula</i>	Works at the National Electric Energy Agency (ANEEL), Superintendent of Concessions and Generation Authorizations (SCG)	He is involved on hydroelectric and power generation projects, with experience in inventory studies since 2008; Electrical Engineer; Master's in Water Resources

Source: Event, 2018



The main points and opinions given by each participant have been summarized and the common points and keywords were highlighted in the word cloud (Fig. 2). The implementation of hydroelectric dams is associated with the complex role of human rights of those people and the communities affected. The places and surroundings (Lajeado town and Lajeado dam) are emphasized in the thematic design. This was clearly illustrated by the participants and is in the next section.

The **Indigenous Paulo Waikarnãse Xerente** highlighted the following issues:

- ✓ The importance of the language used during the processes of negotiation as a limitation to participation in the discussion of the projects.
- ✓ The importance of the territory as a basis for the subsistence of the Indigenous population, used for hunting, collecting and plantations (roça); changes in the hydrological regime affect these activities, especially the practice of the roça de vazante (floodplain agriculture) and fishing, which were not considered in the technical studies when the impacts defined downstream of the dam.
- ✓ The fragmentation of the community with the organization of new villages after the dam.
- ✓ The negative impact of the financial compensation received by the community; generating new social conflicts in the villages, and the changes in the health conditions of the communities, with the increase in diseases such as diabetes, high blood pressure, depression and others due to changes in dietary habits, in addition to either increased consumption of alcohol.
- ✓ The monitoring of natural resources and mitigation/compensation occurs for a limited time.

In his final speech, Paulo Waikarnãse Xerente stressed that the rights guaranteed by law must be respected, making it clear that his people have been living in these places for a long time and that companies coming from outside bring large changes. The dam itself is a source of fear for the Xerente People, whose lands are downstream of the Lajeado Dam.

**As a fisher, fish farmer and riverine resident, Geânio Lopes,** described that "before the dam we had fish in abundance; as time passed after the construction of the dam, fish have declined. Before [the dam] it

was possible to plant by the river bank, but now it is necessary to use fertilizers in those areas", because there is no more fertilization caused by the natural floods that existed. He pointed out a series of changes that negatively impacted the riverine population, including:

- ✓ The reduction in fish quantity, and the occurrence of fish mortality downstream.
- ✓ Downstream impacts such as silting of the river, oscillation of the water level, difficulties with navigation and use of the beaches in some periods.
- ✓ The issue of trash, where large amount of waste was left behind by visitors/tourists and collected by fishers from Copemito. They work together in cleaning the river, removing large amounts of trash every year.
- ✓ The delay in the organization of the fishermen association (colony);
- ✓ The fish farm is stimulated, but partnership for aquaculture projects and support for distribution are difficult.
- ✓ The struggles to get things done, dependent on the experience of outsiders.

In his final speech he commented on the tension between local communities, Indigenous people and fishers downstream, usually caused by individuals without commitments from local organizations

**In her speech Judite da Rocha**, as a person **affected by a dam**, addressed the struggle for human rights<sup>21</sup>, which in her view, is shared by the communities. She presented a summary of the report Movement of the People Affected by Dams (MAB), containing a study on the human rights violations of those affected people. "Human rights are systematically violated since the beginning of the process, and 16 of them were appointed by the Special Committee of the MAB<sup>22</sup>, the first of them being the right to information". In her discussion, she noted that:

---

<sup>21</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens – MAB. 2015. As populações atingidas por barragens e as violações aos direitos humanos. São Paulo: MAB. <http://www.mabnacional.org.br/publicacao/cartilha-lutas-dos-atingidos-por-barragens-por-direitos-humanos> (documento entregue durante o evento).

<sup>22</sup> 1. Right to information and participation; 2. Right to freedom of assembly, association and expression; 3. Right to work and to a decent standard of living; 4. Right to adequate housing; 5. Right to education; 6. The right to a healthy environment to health; 7. Right to the continuous improvement of living conditions; 8. Right to full recoupment; 9. Right to fair negotiation, isonomical treatment, according to transparent criteria and collectively agreed; 10. Right to come and go; 11. Right to the practices and traditional ways of life, as well as access to and preservation of cultural assets, material and immaterial; 12. Right of Indigenous peoples, Quilombos and traditional; 13. Right of vulnerable groups to special protection; 14. Right of access to justice and the reasonable length of the judicial process; 15. The right to reparation for past losses; 16. Right to protection of the family and social solidarity or community ties.

- ✓ There is a problem in the definition of terms “people affected by dams” and “area impacted.” With the question: “Who are the affected people?” She argued that the vagueness of this terminology influences the treatment of the population by the entrepreneurs. She illustrated using the examples of boaters, women, fishers and others that were disregarded and treated differently by the enterprises
- ✓ Even though there is a Presidential Decree (7,342/2010) establishing the socioeconomic register of the population affected by the dams’ construction, so far, it has not been put into practice.
- ✓ The resettlements built by the same enterprise vary by type and quality; the same is true when comparing the different settlements.
- ✓ There are difficulties in dialogues with some companies, and several attempts end up with no response. In the case of the Estreito Dam, there were five years without dialogue. Despite attempts by the affected community, the negotiations took place only after the plant was built.
- ✓ In cases where entrepreneurs were open to dialogue (Lajeado, Peixe Angical and São Salvador), the organization of commissions and forum of negotiations reinforced the struggles of those affected people.
- ✓ The bulky and fragmented studies of the EIA/RIMA make access to information difficult, and the government delayed in discussing a policy for the affected people.

Finally, she concluded that during the process "we lose everything in the name of energy production and, in the end, we have no access to it." The affected people have struggled to overcome the difficulties encountered before and after the dams, even though rights are guaranteed by the Constitution.

**Next José Lopes Soares Neto**, Technical Director of Naturatins where he led the environmental licensing of the Lajeado Hydroelectric Power Plant, highlighted:

- ✓ The collective learning with Lajeado, the first experience with the involvement of the majority of the actors.
- ✓ The importance of inter-institutional relationships - licensors, universities, Public Ministry, people affected by dams - and the articulation to defend the rights of the affected communities.

- ✓ The integration between the state and federal Environmental Agencies through joint actions on surveys and issuing opinions whenever possible, a fact that minimized institutional conflicts and increased the effectiveness of compliance with the technical requirements by the enterprise.
- ✓ The collaboration with research institutions in technical decision-making, improving the effectiveness of environmental actions and minimizing socio-environmental liabilities.
- ✓ Social participation in decision-making committees is an important point for the negotiation and decision-making (example PBA Committees 23)<sup>23</sup>.
- ✓ The importance of continuity in training of teams with individuals sensitive to social issues for conducting the licensing and maintenance of guidelines and process memory.
- ✓ The inefficient negotiations with the entrepreneurs: the same company, different negotiation techniques.

At the end, he stressed that during the licensing processes he followed in the Tocantins, he noticed the evolution on the part of the actors in the defense of their rights; on the other hand, the companies became more restrictive in relation to demands requested by the dam-affected populations.

The Panelist **José Maria da Silva Júnior, as a representative of the Public Ministry**, pointed out:

- ✓ The importance of Public Ministry in the "exercise of listening to the voices that weren't present in the beginning" and the work on committees and forums of negotiations for reducing bottlenecks and solving problems without judicial action.
- ✓ The difficulty of access to some enterprises, which limits the action of the Public Ministry as in the case of Estreito Dam.
- ✓ The importance of legal operators (MPF, MPE, Public Defenders, NGOs), academia (several institutions and areas of expertise) and local actors (mayors and municipal leaders, farmers, fishers, service clubs and others) working together for the rights of the population. Learning by doing and bringing everyone to the table.

---

<sup>23</sup> Rural population relocation program.

- ✓ The importance of the integration and articulation of public prosecutors in and out of the states to guarantee rights.

Finally, he presented a proposal for a more regionalized performance of the Public Prosecution Service, acting closely to the problems in each region.

The panelist **Henrique Paiva de Paula, as representative of the National Electric Energy Agency (ANEEL)**, clarified the role of the government regulatory agency and the role of the Energy Research Company (EPE) that performs planning the electric sector, which includes a socio-environmental components in all stages of the development of the studies and projects.

The Agency recognizes the weaknesses of the integration among the sector planning and society and works to facilitate dialogues with affected populations (positively and negatively) upon hydropower inventory. This Agency behavior could help in avoiding the development of problematic dam projects in advance and enable those projects that could be beneficial both from economic-energy and socio-environmental points of view. In his speech he indicated that:

- ✓ There is difficulty in pointing towards pathways where affected populations can seek help once the project is completed.
- ✓ He gave the example of ANEEL's participation in ANA's (National Agency of Waters) situation room. After the construction of the Santo Antônio and Jirau power plants, ANA enacted a strategy for follow-up after dams become operational when extreme situations come up (e.g., the possibility of large floods in the case of Madeira River).

He concluded by saying that ANEEL has several links on its website where information and data on the expansion of the electricity sector can be found<sup>24</sup>. He emphasized the openness of the Agency to improve

---

<sup>24</sup> <http://www.aneel.gov.br/fiscalizacao-dos-servicos-de-geracao>

<http://www3.ana.gov.br/sala-de-situacao>

<https://www.linkedin.com/pulse/reforma-do-modelo-de-fiscaliza%C3%A7%C3%A3o-setor-el%C3%A9trico-camilla/>

development of hydroelectric inventories and follow processes, while pointing out that the companies responsible for the preparation of studies and projects will always be the responsible party in the process.

### **Proposals brought by Panelists**

The panel induced an important and intense reflection. Given the nature of the participants and institutions represented and the transdisciplinary model, the consensus for mutual learning can be observed in the following proposals:

- ✓ The definitions of the concepts of "population affected by the dam" in the "area impacted" are important points for advancing the discussion regarding the rights of affected people.
- ✓ Many activities were disregarded in this process; women were made invisible and their activities were ignored for the purpose of compensation or reparations.
- ✓ The creation of a socio-economic record for those affected people will enable the monitoring of compensation measures. However, caution is necessary in order for this to work effectively for this purpose.
- ✓ Women's and affected populations' health, both Indigenous and non-Indigenous, is a serious problem. Increases in diabetes, high blood pressure and other diseases have been recurring. An invitation has been given for all institutions to focus on this issue.
- ✓ The regionalized State Public Ministry activities performance, acting across the state, and articulated in 11 environmental axes and focusing on local issues. The prosecution's closeness to the problems helps with its solution.
- ✓ On the part of the government, the proposal is to discuss the licensing process at the time of inventory. This could help avoid problems related to the late issuance of licenses, when there is great difficulty in going back into the mitigation processes.
- ✓ Occupation of political spaces for participation and decision-making related to people's livelihoods and with the use of common resources.

## **Final considerations**

The transdisciplinary panel was important to integrate ideas and to stimulate thinking about dams, using the Tocantins basin as a case study. In this scenario, it was possible to highlight that the difficulties in guaranteeing rights of populations affected by dams are persistent and continue across all projects. These issues occur both in the pre- and post-project phases. Even constitutionally guaranteed rights, in some cases, depend on the fight of the affected communities to be respected. In fact, licensing and monitoring of mitigation and compensation measures follow the technical recommendations, focusing on minimizing the impacts. However, the demands of judicialization are persistent and the affected populations are ignored.

Regarding the history of the projects, it is clear that the energy planning sector has tools and mechanisms that could contribute to the implementation of the projects but, in this case, they need to be improved. Likewise, attention needs to be paid to the accessibility of information and the technical language of documents and inventory procedures carried out before licensing. At the local and regional level, the regulation and operation of legal operators and licensing agencies have found strategies for negotiation, but they depend on the willingness of companies to follow up.

The joint action of the institutions and the involvement of social actors, especially the dam-affected peoples, in dialogues are essential to the negotiation process. However, companies' resistance to dialogue can aggravate the impacts in some areas. The refusal of entrepreneurs to dialogue with affected communities and public agents increase judicialization and exacerbate the impact on the populations, disrespecting their rights.

Transparency is lacking. Changes in negotiation strategies of entrepreneurs from one dam to another demonstrate they learn faster than local people. This factor contributes to increases in local and

institutional insecurity. Women and other affected people are invisible in the evaluation of impacts, and they have been treated differently depending on the company. The definition of ‘impacted area’ and the concept of ‘affected people’ are important.

Some impacts are noted only after the start of the dam’s operations. For example, the reduction in food production (loss of natural floodplain and fertilization), fisheries (reduction of fish population) and the lack of support for aquaculture initiatives threaten food security and survival of the population; this situation may be exacerbated by access to low-quality foods purchased at the local markets stimulated by the compensation payments. Another aspect is the deterioration of the health of populations, with increases in alcoholism, prostitution and physical diseases (obesity, diabetes) and psychological issues (depression, suicides), which are noted especially in Indigenous and non-Indigenous communities relocated to urban and rural centers.

Regarding the regional socio-environmental and economic dynamics, which change at a faster rate than the processing and dissemination of the knowledge generated and the organization of the local community, it is clear that the overlap in negotiation and compensation are increasingly complex, facing the lack of definition of clear criteria for that. This impacts local communities as they have to spend time participating in many meetings and activities to guarantee their rights rather than carrying out their daily activities. However, this is not recognized as an impact.

The transdisciplinary dialogue revealed that the same problems are repeated across all projects. What is the plan for the management and governance in favor of socio-environmental issues contemplating values and futures for the next generations? Where do we begin the dialogue, paying attention to and respecting all the actors? The panel illustrated the need of learning to avoid a permanent warning signal: the restriction of the right to accessible information, making it impossible for communities to plan their future. The availability of information in a technical language



not accessible to local communities is also insufficient. There is interest in improving necessary dialogues. However, it is so obvious that it is often ignored.

### **Acknowledgments**

We thank Professors Héber R. Grácio, Sylvia Salla Setubal and Kelson Dias Gomes for their collaboration and support of the panelists; the Fishers's Colony of Miracema and Tocantínia - Copemito, for the support to the participants of the panel; the students who have worked intensively to make written records of speeches.

## Capítulo 1.2

### Povos indígenas e gestão da água no Rio Colorado, EUA

*Lucas Bair*<sup>1</sup>

*Karletta Chief*<sup>2</sup>

*Benedict Colombi*<sup>3</sup>

*Theodore S. Melis*<sup>4</sup>

*Denielle M. Perry*<sup>5</sup>

#### Resumo

O rio Colorado, localizado em uma das regiões mais secas dos Estados Unidos, é um dos rios mais desenvolvidos do mundo. A história colonial da territorialização de terras tribais excluiu os povos dos direitos à água e a gestão da água no rio Colorado. A Doutrina Winters, de 1908, definiu os direitos federais à água reservados para povos e a decisão judicial do caso Arizona vs. Califórnia assegurou os direitos a água para os povos que vivem ao longo do rio Colorado. Com os mais antigos direitos a água na Bacia e reivindicando uma porção significativa do Rio Colorado, os povos desempenham um papel importante na gestão da água do rio Colorado, sob condições de seca. A gestão adaptativa do rio Colorado é um passo em direção a uma gestão mais flexível do rio sob condições de seca e cria um espaço significativo para os povos desempenharem um papel na gestão da água no rio Colorado.

**Palavras-chave:** Povos indígenas; Rio Colorado; Gestão de água; Seca; Gerenciamento adaptativo

---

<sup>1</sup> United States Geological Survey; lbair@usgs.gov

<sup>2</sup> University of Arizona; kchief@email.arizona.edu

<sup>3</sup> University of Arizona; bcolombi@email.arizona.edu

<sup>4</sup> United States Geological Survey; tmelis@usgs.gov

<sup>5</sup> Northern Arizona University; Denielle.Perry@nau.edu

## Introdução

Os Estados Unidos exerceram o colonialismo e a expansão ao oeste, ultrapassando os territórios indígenas. No início do século 20, começando em grande parte com o a Lei de Recuperação de *Newlands* de 1902, os EUA desenvolveram a água no oeste dos Estados Unidos através de projetos expansivos de construção de barragens e irrigação, a maioria dos quais excluíam os povos indígenas. O Pacto do Rio Colorado, de 1922, foi um acordo entre os sete Estados da Bacia do Colorado, mas incluía os direitos a água para os povos e comunidades que não estavam presentes na tomada de decisões. Embora a Doutrina de Winters de 1908 definisse os direitos a água reservados para os povos, os direitos a água dos povos na Bacia do Colorado não foram reconhecidos até 1963, no processo *Arizona vs. Califórnia*. Os povos continuaram lutando para ter uma voz coletiva na Bacia do Colorado e em 1992, dez povos com direito a água reservados no Rio Colorado, formaram a Parceria dos Dez Povos (*The Ten Tribes Partnership*), no intuito de ter uma voz tribal na administração do Rio Colorado. Mesmo hoje, com a iminente seca e a gestão adaptativa, a inclusão de povos é muitas vezes uma reflexão tardia ou abordada minimamente. Embora os povos tenham direitos potenciais aos direitos reservados a água, há uma batalha árdua para incluir as perspectivas dos povos que estão profundamente enraizadas em seus valores tradicionais e culturais e mantém uma profunda conexão com a Mãe Terra e o Pai Celestial. Os objetivos são: 1) introduzir a bacia do rio Colorado e o desenvolvimento e gestão da água; 2) introduzir estratégias de gestão adaptativa e Diretrizes de Escassez Provisória; e 3) introduzir a presença e o papel dos povos na Bacia do Rio Colorado.

## Expansão colonial ao oeste americano

Nos Estados Unidos, o colonialismo e o desenvolvimento de terras a oeste do rio Mississippi durante o início e meados do século XIX (Fig. 1) ocorreram através da política de “*laissez-faire*” dos governos federal e

estaduais (WILKINSON, 1992). Os Estados Unidos exerceram a construção da nação através da territorialização e invasão colonial das terras pertencentes a nações indígenas soberanas. Antes da expansão colonial dos EUA nesses territórios, a França, o México e a Grã-Bretanha já haviam invadido essas terras indígenas. Por conta disso, os EUA tomaram posse e controle dessas terras através de guerras, tratados e compras. O objetivo da política de expansão nacional exigia que oportunidades de desenvolvimento econômico fossem garantidas para tornar o ambicioso projeto de assentamento viável e duradouro (DAVIS, 1997). A territorialização centrou-se em melhorar a economia nacional dos Estados Unidos colonial e reforçar sua posição no comércio global (WILKINSON, 1992). Essas oportunidades foram predominantemente baseadas na exploração de recursos naturais abundantes encontrados no vasto terreno ocidental. A justificativa para a apropriação dessas terras pode ser atribuída à ideologia do "destino manifesto" (BRULLE, 2000). Segundo John Louis O'Sullivan: "Nosso destino manifesto é ampliar o continente distribuído pela Providência para o livre desenvolvimento de nossos milhões multiplicados anualmente".



Figura 1. A compra de Louisiana e o Tratado de Guadalupe Hidalgo resultaram em enormes aquisições de terras para os Estados Unidos (Cavendish, 2003).

A mercantilização natural derivada de minerais, terras abertas e águas do Oeste lançou as bases para as indústrias de mineração, pecuária e agricultura que passaram a caracterizar as principais atividades econômicas nos mercados regionais, ainda dominantes atualmente. A expansão ao oeste dos assentamentos e dos mercados exigiu que as terras e os recursos do domínio público fossem distribuídos aos industrialistas recém-chegados. Por meio do Sistema de Pesquisa de Terras Públicas (PLSS), um projeto de racionalidade estatal, os territórios do Oeste foram mapeados, delimitados e organizados, levando a várias fases a Lei da Propriedade Rural e ao assentamento permanente de euro-americanos no território ocidental.

Indiscutivelmente, no árido oeste, nenhum outro recurso era tão crucial para a vitalidade da região em crescimento quanto a água. Por exemplo, mineração, agricultura e pecuária dependem do fornecimento confiável de água. No entanto, as terras distribuídas aos colonos tinham pouca ou nenhuma água. Ao considerar essas demandas comerciais em conjunto com as restrições de recursos da região seca, os estoques estaduais e padronização científica consideraram necessário o gerenciamento desse recurso crítico (SCHMIDT, 2014). No entanto, com a precipitação limitada por fatores geográficos, a administração demonstraria ser um empreendimento dispendioso e contencioso desde o início (Fig. 2). Para garantir o acesso à água, a Doutrina de Apropriação Prévia baseada na antiguidade, comumente conhecida como “primeira no tempo, a primeira à direito”, foi estabelecida em 1855 (WILKINSON, 1992). Ao contrário de um sistema de direitos das águas ribeirinhas, a Doutrina não se limita à terra, incentivando assim o represamento e o desvio de água dos rios para a transferência para cidades, fazendas e minas distantes. Para facilitar esse desenvolvimento de recursos hídricos, foi criado o Serviço de Recuperação dos Estados Unidos (mais tarde o Escritório Americano de Recuperação (*United States Bureau of Reclamation*) ou USBOR). O USBOR foi encarregado de construir

barragens e canais de desvio financiados por apropriações do Congresso em todo o árido oeste (BRULLE, 2000; SCHMIDT, 2014).



Figura 2. Média de precipitação anual nos Estados Unidos.

### Bacia do Rio Colorado

A Bacia do Rio Colorado está localizada na árida região oeste dos Estados Unidos e abrange aproximadamente 240.000 milhas quadradas, sete estados dos EUA e a região noroeste do México (Fig. 3). Os sete estados dos EUA são Wyoming, Colorado, Novo México, Utah, Arizona, Nevada e Califórnia, incluindo dois estados mexicanos, Baja Califórnia del Norte e Sonora. O fluxo médio anual do rio Colorado é de 15 milhões de acres e é a maior fonte de águas superficiais no árido oeste dos Estados Unidos (IORNS; HEMBREE; OAKLAND, 1965). O rio Colorado é utilizado por cidades, povos, agricultores, fazendeiros, indústrias e entidades recreativas. O Rio Colorado tem 1.450 milhas de comprimento, começando nas Montanhas Rochosas e fluindo em direção sudoeste até o Golfo da Califórnia. Os principais afluentes são o rio Verde e o rio San Juan. A Bacia

do Rio Colorado é um dos sistemas fluviais mais desenvolvidos do mundo, onde existem 15 barragens implementadas no rio Colorado. A Bacia do Rio Colorado pode ser considerada como um sistema de encanamento onde os funis são insumos de principais rios que fluem através de tubulações em baldes que representam reservatórios e a água é desviada através de torneiras (Fig. 4). O fim deste sistema de encanamento está no México com o balde final representando o Golfo da Califórnia. Em suma, mais de 90% do rio Colorado é desviado para usuários rio acima nos EUA, e menos de 10% do rio entra no México a cada ano devido à água ser desviada ou utilizada rio acima, principalmente para fins de produções urbanas e agrícola-industriais (COLOMBI, 2010, 2014; MUEHLMANN, 2013).



Figura 3. As bacias superiores e inferiores do rio Colorado.

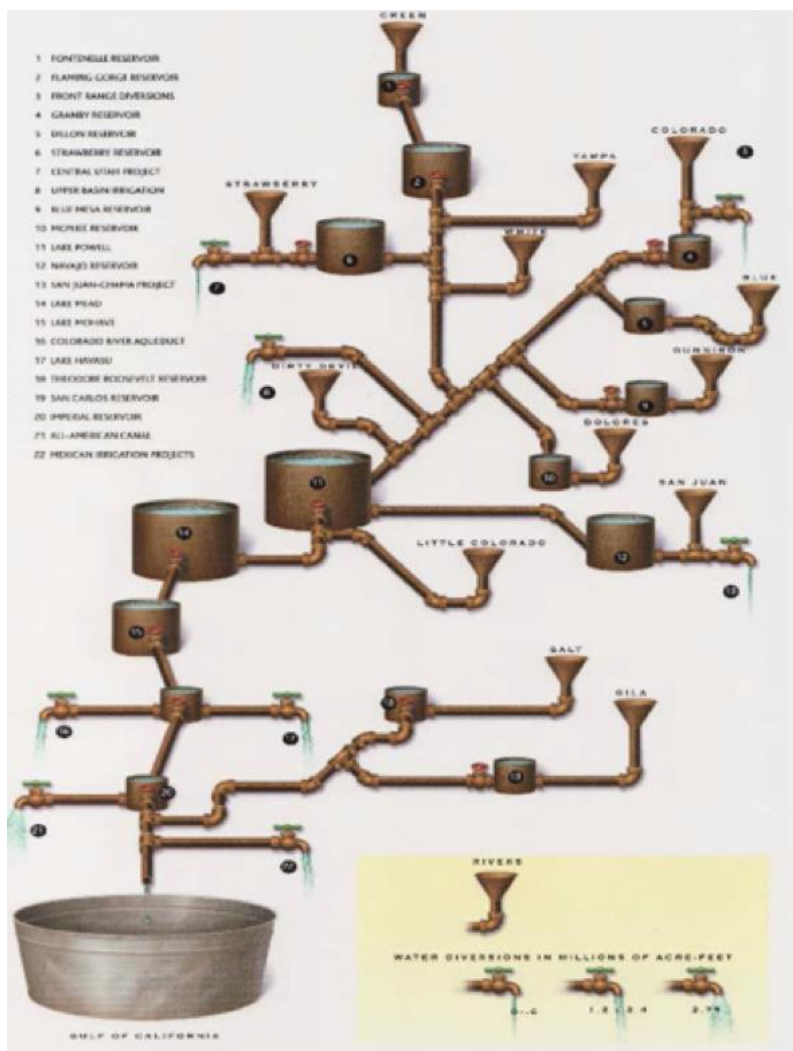


Figura 4. O Rio Colorado como sistema de encanamento.

Em 1922, os sete estados da Bacia do Rio Colorado assinaram o Acordo do Rio Colorado (*Colorado River Compact*) e dividiram a bacia em bacia Superior e Inferior. A Bacia Superior inclui o oeste de Wyoming (17.430 milhas quadradas), o oeste do Colorado (38.670 milhas quadradas), o leste de Utah (37.310 milhas quadradas), noroeste do Novo México (9.580 milhas quadradas) e nordeste do Arizona (6.510 milhas



quadradas). Os estados da Bacia Inferior incluem Arizona, Nevada, Califórnia e México. Os dois maiores reservatórios dos Estados Unidos resultam do Acordo do Rio Colorado (*Colorado River Compact*) e foram construídos pelo Escritório de Recuperação Americano (*United States Bureau of Reclamation*). O maior reservatório é o Lago Mead e está localizado a jusante do Parque Nacional do Grand Canyon. O Lago Mead tem capacidade de armazenamento de 28.507.783 acres (NPS, 2015). O segundo maior reservatório é o Lago Powell e está localizado a montante do Parque Nacional do Grand Canyon, armazenando 27.000.000 de acres.

A Bacia do Rio Colorado é regida pela Lei do Rio, um complexo sistema de leis e regulamentações que regem o uso, gestão e alocação de água dentro da Bacia. A Califórnia, na Bacia Inferior, é o maior detentor de direitos de água e possui a maior porção de água, 27%. Enquanto isso, outro estado da Bacia Inferior, Nevada, tem apenas uma pequena porção de água, 2%, que é usada principalmente pela cidade de Las Vegas. Como ilustrado por este cenário, existe uma grande disparidade entre os maiores e menores detentores de água na Bacia do Baixo Colorado. Os estados da bacia na Bacia Superior foram os últimos a desenvolverem suas infraestruturas de recursos hídricos. Os estados usuários mais novos de água na Bacia somente resolveram acordos de distribuição de água nos últimos 60 anos. Até hoje, os três estados da bacia, incluindo aquele com o maior e mais antigo direito de água, não formaram uma comissão. Em vez de ter uma Comissão Cooperativa, Arizona e Califórnia apresentaram um processo na mais alta corte dos Estados Unidos por racionamento de água. Finalmente, o menor racionamento de água em Nevada só pode ser acessado a partir de um conjunto de canos do Lago Mead. Se o nível da água no Lago Mead diminuir consideravelmente, o estado de Nevada não poderá mais acessar sua parte dessas águas.

A barragem da usina hidrelétrica do Glen Canyon tem uma capacidade de aproximadamente 1300 MW e é usada como uma instalação de acompanhamento de carga. Meio-dia, quando a energia está no pico de demanda, mais água é liberada e, à noite, menos energia é gerada.

Aproximadamente US\$ 180 milhões por ano são gerados em receita de geração de energia. A Barragem de Glen Canyon foi construída não apenas para gerar energia, mas para armazenar um grande volume de água, de modo que os Estados da Bacia Superior pudessem atender suas necessidades de jusante ao detentor mais antigo de direitos de água, a Califórnia. Para cumprir o contrato cada ano, a Bacia Superior deve entregar à Bacia Inferior cerca de 8 km<sup>3</sup> de água. Quando o sistema foi projetado, os gestores acreditavam que Lake Powell forneceria a capacidade de atender às entregas a jusante por até quatro anos, mesmo se a água parasse de acumular. Nos anos em que a água não pôde ser entregue devido ao baixo armazenamento ou fluxos, os Estados da Bacia Superior teriam que reduzir seu uso de água. O sistema foi projetado através da suposição que o clima e o abastecimento de água iria variar, mas a variação seria mais ou menos estacionária no futuro.

## **Povos**

A Bacia do Rio Colorado é o lar de 29 povos reconhecidas pelo governo federal que detêm os direitos de 20% sobre a água do Rio Colorado ou 2,9 milhões de acres de água. Isso é mais água do que a alocação ao estado do Arizona, e a participação dos povos ameaça os usuários existentes dessas águas. Esses povos dependem do Rio Colorado para fins agrícolas, comerciais, industriais, recreativos, de geração de energia, culturais e tradicionais (Fig. 5). Os povos têm uma conexão profunda com a paisagem natural e as águas de suas terras natais e os povos reverenciam a terra e a água como sagradas, ligadas a profundas crenças religiosas. A Doutrina de Winters de 1908 assegura os direitos federais da água reservados para os povos reconhecidas pelo governo federal com base em uma data de prioridade de quando a reserva tribal foi criada. Assim, colocando os povos como detentores mais antigos de direitos de água na Bacia do Rio Colorado. Atualmente, os direitos quantificados de água tribal são 20% da vazão média do Rio Colorado e 13

povos ainda não quantificaram seus direitos sobre a água - um deles é a Nação Navajo, um povo que detém a maior reserva tribal nos Estados Unidos. Embora os povos da Bacia do Rio Colorado potencialmente possuam uma porção significativa do Rio Colorado, a liberação do uso de água por usuários mais novos, não tribais, de águas existentes seria necessária para adjudicar os direitos tribais sobre a água. O caminho para assegurar e quantificar os direitos tribais sobre a água não é simples nem fácil, pois envolve extensa adjudicação da bacia, fundos para litígios e assentamentos, apoio do Congresso, podendo levar décadas.

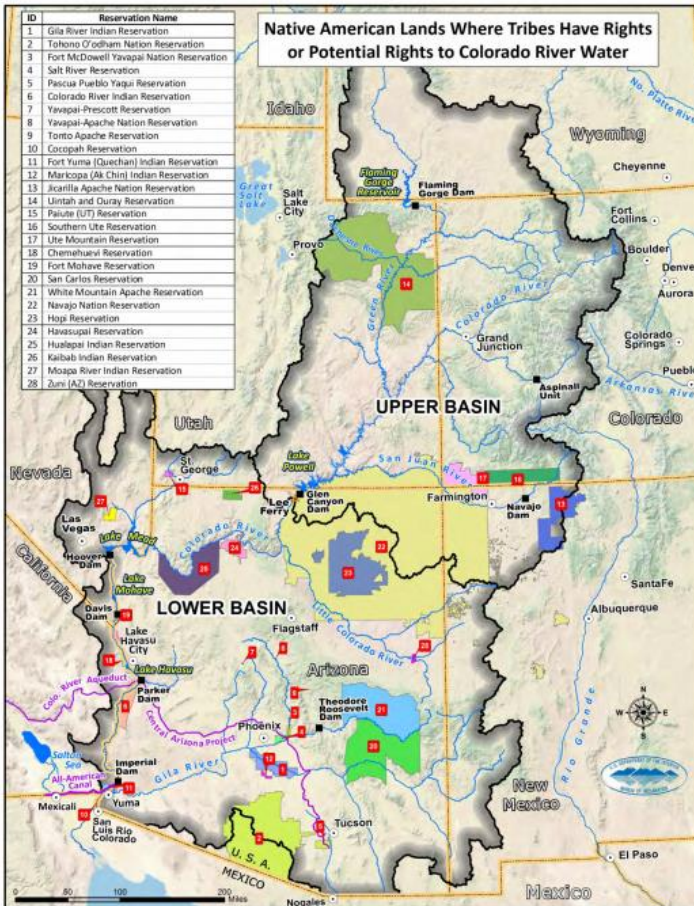


Figura 5. Povos Nativos Americanas na Bacia do Rio Colorado (USBOR, 2012).

Criada em 1992, a Parceria dos Dez Povos da Bacia do Rio Colorado fortaleceu a influência tribal dentro da Bacia em relação aos direitos tribais, bem como estabeleceu uma voz e um papel na gestão e utilização da água do Rio Colorado. A Parceria dos Dez Povos é composta por 10 povos reconhecidas pelo governo federal que reservaram direitos sobre a água dentro da bacia do Rio Colorado. Estes povos incluem o povo Ute, povo Ute da montanha Ute, povo indígena sulista Ute, Nação Jicarilla Apache, Nação Navajo, povo Chemehuevi, povos indígenas do Rio Colorado, povo Fort Mojave, povo Quechan e povo Cocopah ([www.crwua.org/colorado-river/ten-tribes](http://www.crwua.org/colorado-river/ten-tribes)). Com o legado histórico dos Estados Unidos excluir os povos da gestão da água, a Parceria dos Dez Povos era um mecanismo para trazer os povos ao centro da gestão.

Em 2012, foi iniciado o Estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Colorado (USBOR, 2018), no entanto, os problemas tribais sobre a água não foram incluídos. Como resultado, a Parceria dos Dez Povos protestou contra a exclusão. Em resposta, o Escritório de Recuperação (*Bureau of Reclamation*) criou outro estudo, o Estudo das Águas Tribais (*The Tribal Water Study*), que se concentrou em analisar o atual uso tribal da água e estimar as futuras demandas (CHIEF; MEADOW; WHYTE, 2016). O estudo avaliará como fazendas, cidades ou indústrias que dependem de água tribal não utilizada serão afetadas por um aumento no uso de água nas reservas (USBOR, 2018).

No estado do Arizona, existem 22 povos reconhecidas pelo governo federal e um terço do estado são terras tribais. Os direitos tribais reservados têm uma data de prioridade baseada em quando a reserva indígena foi criada. Nos Estados Unidos, os povos assinaram tratados com o governo federal, bem como ordens executivas e estatutos federais para manter esses direitos à terra, à água e a outros recursos importantes. No Arizona, nove povos se engajaram em estabelecer seus direitos sobre a água (Fig. 6) e um grupo de povos estava envolvido na adjudicação entre a Arizona e a Califórnia. No entanto, existem 11 povos que não registraram seus direitos federais reservados à água e há apenas 37.000 acres de água

restante, deixando esses povos numa competição para definir seus direitos sobre a água. Em 2004, a Comunidade Indígena do Rio Gila alcançou um assentamento histórico de direitos sobre a água, resultando no maior assentamento de direito da água tribal na história dos Estados Unidos, foram recebidos 650.500 acres de água por ano. Isso desenvolveu uma posição muito poderosa para a Comunidade Indígena do Rio Gila, dentro da Bacia do Rio Colorado. A CIRG (GRIC) está localizada em uma das regiões mais quentes do Arizona e, no entanto, são agricultores de muito sucesso, chegando a ser agricultores comerciais.

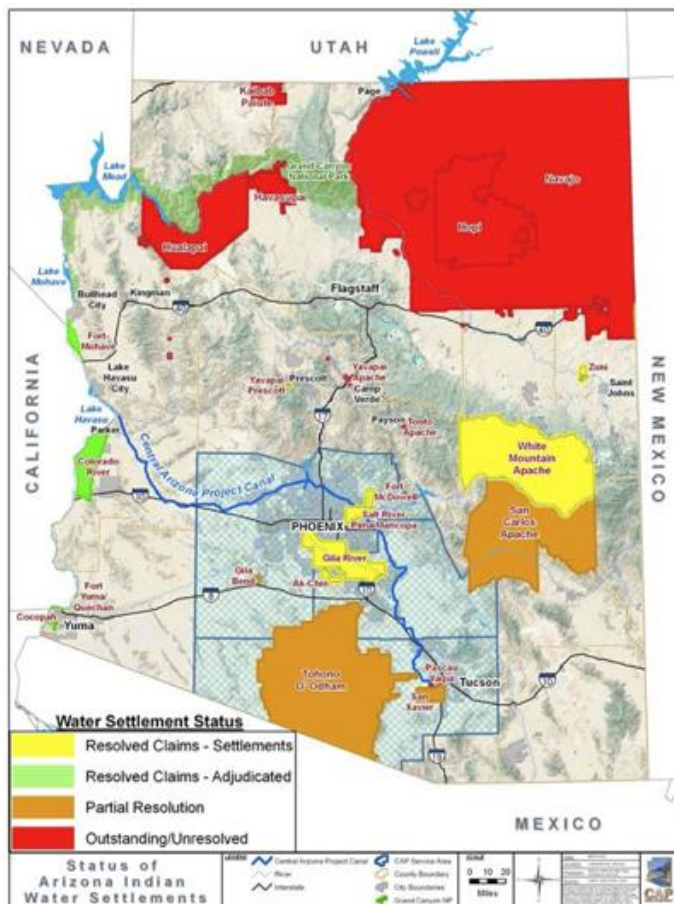


Figura 6. Assentamentos tribais nas águas do Arizona.

O povo extrai de suas tradições de agricultura no deserto. Eles são dependentes dos seus direitos à água, especialmente a água do rio Colorado, que é trazida para a reserva através de canais de irrigação. A Comunidade Indígena do Rio Gila cultiva três culturas principais: algodão, trigo e alfafa. A empresa é administrada coletivamente, é uma fazenda administrada por povos e é a terceira maior fazenda comercial do estado do Arizona. Eles cultivam trigo duro que é enviado para a Itália para fazer macarrão. Suas alfafas são enviadas para a China para alimentar vacas leiteiras. A Comunidade Indígena do Rio Gila é um bom exemplo de um povo que está obtendo oportunidades de um rio contestado e de seus direitos reservados à água. Grande parte de sua água ainda não foi utilizada e sua demanda é muito menor, permitindo que eles se engajem no marketing de água e aluguem suas águas para as cidades de Phoenix e Chandler. A CIRC (GRIC) é ativa em serviços bancários de água, onde a recarga de lençóis freáticos aquíferos é com água do Rio Colorado para que eles possam garantir a sua água para uso futuro.

A Nação Navajo, parte da Bacia do Rio Colorado, vem trabalhando para garantir seus direitos a água por muitas décadas. A Nação Navajo estava perto de conseguir os seus direitos a água, no entanto, a comunidade de base se fortaleceu na oposição porque argumentou que eles tinham direitos imemorais de tempo em toda a água que flui através e ao redor de suas terras. A comunidade sentiu que estabelecer seus direitos de água por uma quantidade muito menor infringia sua soberania. Eles também não acreditavam na mercantilização da água, já que a "a água é vida" e "a água é sagrada" para o povo Navajo.

Depois que a barragem Glen Canyon foi construída em 1963, existiam muitas incertezas em relação aos futuros impactos da barragem sobre os povos indígenas que vivem na Bacia do Colorado. A construção da barragem deslocou o povo Navajo, à custa de suas vidas e meios de subsistência, sem receber quase nenhum benefício direto. Uma questão iminente naquela época era: "É o fim do rio, o que está acontecendo no final do Rio Colorado?" Ilustrando algumas dessas preocupações, o famoso

artista americano, Norman Rockwell (1970), retrata uma família Navajo olhando na barragem Glen Canyon (Fig. 7).



Figura 7. Pintura da Barragem Glen Canyon, de Norman Rockwell, retratando uma família Navajo olhando em direção a Represa Glen Canyon inundando sua terra natal tradicional (Rockwell, 1970).

Depois de passar por inúmeras barragens, a jusante, o rio cruza a fronteira dos Estados Unidos para o México. Na fronteira EUA-México, existe a Nação Tribal de Cocopah. Os Cocopah cultivam principalmente alface. Os Cocopah não cultivam nas terras eles mesmos, em vez disso, eles alugam as terras a fazendeiros não-nativos. O território tradicional dos Cocopah fica no final do rio Colorado e os campos de alface que estão na reserva estão obtendo um rendimento significativo da água de irrigação do rio Colorado. São necessários quase 20 galões de água do Rio Colorado para produzir uma cabeça de alface. Mais de 80% de toda a alface consumida nos Estados Unidos durante os meses de inverno vem dessa região. Os Cocopah praticavam a agricultura e a pesca em pequena escala no passado, mas eram em grande parte pessoas ribeirinhas que se concentravam no próprio rio e no delta do Rio Colorado ou no fim do Rio. Os Cocopah são um povo de fronteira. Eles precisam lidar com a migração

de humanos através de suas terras e o narcotráfico em seu território entre os Estados Unidos e o México. Eles também vivem no final do Rio Colorado, um rio que agora vê pouco ou nenhum fluxo, basicamente uma vala com pouca água. A água que chega às terras dos Cocopah é uma água de qualidade muito baixa, cheia de sal da agricultura a montante. Os Estados Unidos foram obrigados a dessalinizar ou retirar o sal da água antes de entrar no México.

Perto da parte superior do Golfo da Califórnia ou do Mar de Cortez, existem as Aldeias Cocopah nos estados mexicanos de Sonora e Baja Califórnia. Essas aldeias não possuem grandes fazendas ou cassinos comerciais, mas têm a pesca de subsistência. Eles pescam não somente no rio, mas na região do Delta superior do Mar de Cortez. O totoaba (*Totoaba macdonaldi*), uma espécie de peixe em extinção, é um importante recurso de peixe para os Cocopah. O totoaba é um peixe muito grande que passa a maior parte da sua vida na água salgada, mas desova na foz do rio. Este peixe está altamente ameaçado devido à sobrepesca por pescadores comerciais não-tribais e, além disso, pela redução da água do rio a montante que entra no Mar de Cortez. Em tese, o habitat de criação deste peixe desapareceu. Essa mudança afetou muito negativamente o povo Cocopah, ao ponto que eles não podem mais pescar esses peixes e retomaram as atividades ilícitas, transportando drogas através da fronteira (MUEHLMANN, 2013).

### **Diretrizes de escassez interina**

A partir do momento em que a Barragem Glen Canyon foi concluída em 1963, demorou um total de 17 anos para encher o Lago Powell. De 1980 a 2000, o sistema parecia estar funcionando como planejado. No entanto, desde 2000, o escoamento de água das montanhas da Bacia Superior foi menor que o esperado. A incerteza agora domina o plano geral de distribuição de água para a Bacia Inferior. E para abordar essa hidrologia não-estacionária no planejamento do racionamento da água, os Estados



da bacia e o governo federal criaram uma estratégia de repartição alternativa. Os estados tiveram que concordar sobre quem seria o primeiro a reduzir as entregas durante as condições de escassez.

As diretrizes para escassez interina e a declaração de impacto ambiental foram escritas entre 2005 e 2007 e implementadas em 2008. Aqui, referimos a essa decisão histórica como um evento que focou amplamente na bacia, ou uma crise ou preocupação em que todos estão concentrados. Nesta situação, a gestão adaptativa (reduzindo a incerteza na gestão da água para abordar as mudanças nas necessidades de recursos hídricos) desempenhou um papel que durou dois anos e meio. Durante a fase de negociação, várias opções para mudar a estratégia de gestão de água foram avaliadas. A Secretaria de Interior selecionou uma opção que se destinava a operar os dois grandes reservatórios, Lago Powell e Lago Mead, como se os dois formassem um enorme reservatório por 20 anos. A gestão adaptativa das operações da barragem de Glen Canyon já vinha ocorrendo há 10 anos, mas concentrando-se nas operações por hora e diárias, não anual. As diretrizes provisórias para escassez consideram apenas a operação anual e a liberação anual de volume e não as operações por hora, diárias ou semanais. Assim, o gerenciamento adaptativo que ocorre na Bacia é um pouco fragmentado e não está completamente integrado.

## **Seca**

A seca sustentada tem implicações para os bens e serviços sociais e ecológicos fornecidos pelos sistemas fluviais. As respostas dos gestores de recursos hídricos aos impactos sociais e ecológicos são variadas, mas inter-relacionadas. Há dois impactos sociais imediatos da seca em grandes sistemas fluviais regulados como o Colorado; a redução do suprimento de água e a redução da geração de energia hidrelétrica. Em resposta a esses impactos, os usuários de água da Bacia do Rio Colorado Superior e Inferior identificaram regras para alocar a água durante o período de escassez. De

acordo com os critérios de escassez, as grandes áreas urbanas no sudoeste dos Estados Unidos também reduziram o uso da água, mesmo que suas economias e populações continuem a crescer. O armazenamento reduzido de reservatórios devido à seca também diminuiu a capacidade das usinas hidrelétricas de gerar energia. Quando isso ocorre, o sistema de energia integrado deve confiar em outras fontes de geração. No sudoeste dos Estados Unidos, isso geralmente ocorre por meio da geração de carvão e gás natural. Essa mudança na geração traz implicações para os custos econômicos e emissões tanto de gases de efeito estufa quanto a poluição local de enxofre e óxidos nitrosos, afetando a saúde e a visibilidade.

A seca sustentada e as respostas do gestor de recursos hídricos também afetaram o ecossistema abaixo da barragem de Glen Canyon. Por exemplo, a redução dos níveis do reservatório do lago Powell aumentou a temperatura da água do rio abaixo da represa (Fig. 8). Esta é uma mudança notável, provavelmente um fator importante na crescente abundância de peixes nativos que evoluíram em um rio relativamente quente e turvo. Outra mudança é o volume sazonal do fluxo do rio da barragem de Glen Canyon para equilibrar o volume dos reservatórios e evitar escassez no Lago Mead. Para equilibrar os níveis dos reservatórios no lago Powell e no lago Mead, os reservatórios são equalizados em certos anos, resultando em altos fluxos constantes nos meses de verão. Este regime de fluxo resultou em melhor reprodução da truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). As trutas arco-íris competem e atacam os peixes nativos ameaçados de extinção, por exemplo, o caboz-jubarte (*Gila cypha*). Portanto, o aumento da temperatura do rio melhorou a abundância de peixes nativos, enquanto o aumento da reprodução da truta arco-íris em alguns anos tem o potencial de ameaçar a recuperação de peixes nativos ameaçados de extinção.

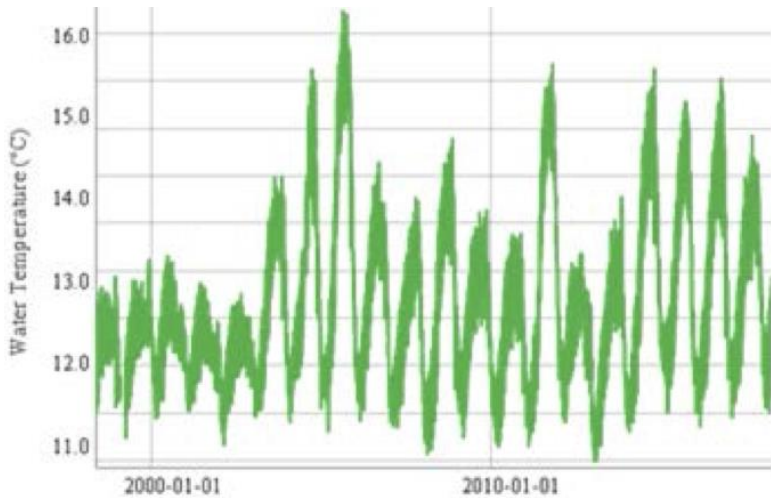


Figure 8. Water temperature of river below the Glen Canyon Dam.

A visão de mundo dos povos nativos americanos e o gerenciamento adaptativo durante a seca podem estar em desacordo. A ciência ocidental apoiou a remoção mecânica e a morte de 20.000 trutas arco-íris e trutas marrons no início dos anos 90 no rio Colorado, devido ao declínio da espécie ameaçada de extinção caboz-jubarte (*Gila cypha*) por meio de competição e predação. Essa matança e remoção conflitavam com a visão de mundo da povo Zuni, pois era uma violação significativa das crenças culturais. O povo Zuni tem parentesco com espécies aquáticas esse evento e foi considerado igual à morte de crianças Zuni. Além disso, a localização da matança ocorreu na confluência dos Rio Colorado e dos pequenos rios Colorado, um local considerado sagrado para o povo Zuni. No final, o Acordo de Políticas Ambientais Nacional (NEPA) favoreceu as perspectivas ocidentais científicas sobre as visões de mundo tradicionais dos nativos americanos (DONGOSKE; PASQUAL; KING, 2015).

A seca e a resposta ecológica às tentativas dos gestores de recursos hídricos de gerencia-la foram surpresas. Gestores de recursos hídricos administraram a seca através de mudanças institucionais que ditam a alocação de água durante a escassez. Isso causou surpresas no ecossistema que é gerenciado através de ações experimentais, como experimentos de

fluxo do rio. Por exemplo, fluxos para reduzir o recrutamento de trutas arco-íris antes de fluxos altos e estáveis para equalizar reservatórios são propostos na barragem de Glen Canyon. No entanto, ainda existe uma incerteza significativa se estas experiências de fluxo resultarão nas condições de recurso desejadas (isto é, recrutamento reduzido de trutas arco-íris). Embora não seja possível reduzir a incerteza associada à hidrologia do Rio Colorado, é possível reduzir a incerteza associada à eficácia dos experimentos de fluxo do rio. Esse processo é chamado de avaliação e gerenciamento ambiental adaptativo. Entretanto, com mudanças climáticas, resultando em uma hidrologia inconstante ou não estacionária, em alguns casos, torna-se mais difícil reduzir a incerteza associada à experimentação de fluxo. Esses são os desafios que a avaliação e o gerenciamento ambiental adaptável enfrentam quando os administradores lidam com eventos inesperados, como secas prolongadas, mudanças nos serviços ecossistêmicos e um futuro incerto.

### **Gestão adaptativa**

Em 1996, o Programa de Gestão Adaptativa da barragem de Glen Canyon (GCDAMP) foi criado pelo Departamento de Interior dos EUA. O GCDAMP integra informações científicas e perspectivas das partes interessadas na operação da barragem de Glen Canyon para o benefício dos usuários e impactos a jusante. A operação inclui três elementos: 1) Centro de Monitoramento e Pesquisa do Grand Canyon para fornecer monitoramento e pesquisa; 2) coordenação administrativa designada pela Secretaria do Departamento do Interior dos EUA; e 3) recomendação do Grupo de Trabalho de Gestão Adaptativa (PULWARTY; MELIS, 2001). Seis povos, incluindo os Hopi, Hualapai, Navajo, San Juan Paiute, Southern Paiute Consortium, e os povos Zuni são partes interessadas no GCDAMP e foram entrevistadas para entender as barreiras à informação climática e identificar estudos de sensibilidade climática.

## **Conclusões**

Existe uma incerteza sobre como será o rio Colorado nos próximos 100 anos. Uma questão é: existem maneiras de gerenciar barragens a montante de maneira diferente? Por exemplo, a liberação de água a jusante da última barragem no Colorado bombearia água para a região do Delta. Em 2014, houve uma colaboração entre as agências americanas e mexicanas, e uma quantidade significativa de água do rio bombeou para além da última barragem para dentro do Delta, para auxiliar a restauração de parte do habitat e trazer de volta parte da região do Delta.

Há também a incerteza em como os povos da Bacia do Colorado podem ser apoiadas para quantificar e garantir seus direitos a água. Como os povos serão incluídas na mesa de tomada de decisões desde o início e estarão consistentemente e profundamente envolvidas? Os povos têm uma conexão profunda com a terra e a água e têm lugares sagrados associados às mesmas. Os povos têm usos espirituais e culturais da água, que geralmente são categorizados amplamente como serviços ecossistêmicos e muitas vezes não são considerados na gestão da água. Estes são, certamente, problemas socioecológicos e talvez haja soluções para melhorar esses desafios no futuro.

## **Agradecimentos**

Reconhecemos o financiamento da Fundação Nacional de Ciência (National Science Foundation) 1617413 CNH-RCN: Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas: Avanço da Pesquisa Integrativa e Gestão Adaptativa de Sistemas Socioecológicos Transformados por Barragens Hidroelétricas.



# Tribes and water management in the Colorado River, US

*Lucas Bair*<sup>1</sup>

*Karletta Chief*<sup>2</sup>

*Benedict Colombi*<sup>3</sup>

*Theodore S. Melis*<sup>4</sup>

*Denielle M. Perry*<sup>5</sup>

## Abstract

The Colorado River, located in one of the driest regions of the United States, is one of the most developed rivers in the world. The colonial history of the territorialization of tribal lands excluded tribes from water rights and water management in the Colorado River. The Winters Doctrine of 1908 defined federal reserved water rights for tribes and the Arizona v. California ruling insured water rights for tribes living along the Colorado River. With the most senior water rights in the Basin and with tribes claims to a significant portion of the Colorado River, tribes play a major role in the water management of the Colorado River under drought shortages. The adaptive management of the Colorado River is one step towards a more flexible management of the River under drought conditions and creates a significant space for tribes to play a role in water management in the Colorado River.

**Keywords:** Tribes; Colorado River; Water management; Drought; Adaptive management

## Introduction

The United States exercised settler colonialism and westward expansion overtaking Indigenous territories. Early in the 20<sup>th</sup> century and beginning largely with the Newlands Reclamation Act of 1902, the U.S. developed water in the western United States through expansive dam building projects and irrigation, most of which excluded Indigenous people. The Colorado River Compact of 1922 was an agreement between

---

<sup>1</sup> United States Geological Survey; lbair@usgs.gov

<sup>2</sup> University of Arizona; kchief@email.arizona.edu

<sup>3</sup> University of Arizona; bcolombi@email.arizona.edu

<sup>4</sup> United States Geological Survey; tmelis@usgs.gov

<sup>5</sup> Northern Arizona University; Denielle.Perry@nau.edu

the seven Colorado Basin States, but the compact did not include water rights for tribal communities and tribes were not at the decision-making table. Although the Winters Doctrine of 1908 defined reserved water rights for tribes, the water rights of tribes in the Colorado Basin were not acknowledged until 1963 in *Arizona vs California*. Tribes continued to struggle to have a collective voice in the Colorado Basin and in 1992, ten tribes with federally reserved water rights in the Colorado River formed The Ten Tribes Partnership in efforts to have a tribal voice in the management of the Colorado River. Even today, with impending drought shortages and adaptive management, inclusion of tribes is often an afterthought or addressed minimally. Although tribes have potential rights to reserved water rights, there is an uphill battle to include the perspectives of tribes that are deeply embedded in their traditional and cultural values and deep connection to Mother Earth and Father Sky. The objectives are 1) to introduce the Colorado River Basin and the water development and management; 2) to introduce adaptive management strategies and Interim Shortage Guidelines; and 3) to introduce the tribal presence and role in the Colorado River Basin.

### **U.S.A. Western colonial expansion**

In the United States, settler colonialism and the development of lands west of the Mississippi River during the early and mid-nineteenth Century (Fig. 1) took place through laissez-faire posture of the federal and state governments (WILKINSON, 1992). The United States exercised nation-building through territorialization and colonial invasion of lands belonging to sovereign Indigenous tribal nations. Prior to the U.S. colonial expansion in these territories, France, Mexico, and Great Britain had already invaded these Indigenous lands. Thus, the U.S. seized control of these lands through war, treaties, and purchases. The national expansion policy goal required that economic development opportunities be provided to make the ambitious settlement project viable and enduring (DAVIS,



1997). Territorialization centered on improving the national economy of the colonial United States and bolstering its position in global trade (WILKINSON, 1992). These opportunities were predominantly based on the exploitation of abundant natural resources found across the vast western terrain. The justification for appropriating these lands can be attributed to the ‘manifest destiny’ ideology (BRULLE, 2000). As John Louis O’Sullivan said, “Our manifest destiny is to overspread the continent allotted by Providence for the free development of our yearly multiplying millions.”



Figure 1. The Louisiana Purchase and Treaty of Guadalupe Hidalgo resulted in enormous land acquisitions for the United States (Cavendish, 2003).

Commodified nature derived from minerals, open lands, and waters of the West laid the foundations for the mining, ranching, and agriculture industries that came to characterize the primary economic activities in regional markets still dominant today. Westward expansion of settlement and markets required that public domain lands and resources be distributed to industrialist incomers. Through the Public Land Survey System (PLSS), the western territories were charted, delimited, and

organized, a project of state rational led to several phases of Homesteading Acts and the permanent settlement of Euro-Americans in the western territory.

Arguably in the arid West, no other resource was as crucial for the vitality of the growing region as water. For example mining, agriculture, and ranching all depend on the reliable purveyance of water. Yet, lands distributed to settlers had little to no water. Upon considering these commercial demands in tandem with the supply constraints of the parched region, state inventories and scientific standardization deemed management of this critical resource necessary (SCHMIDT, 2014). However, with precipitation limited by geographic factors, management would prove a costly and contentious undertaking from its inception (Fig. 2). To ensure access to water, the seniority based Prior Appropriation Doctrine, commonly known as the “first in time, first in right,” was established in 1855 (WILKINSON, 1992). Unlike a riparian water rights system, the Doctrine is not appurtenant to land, thereby incentivizing the damming and diversion of water from rivers for transfer to distant cities, ranches, and mines. To facilitate this development of water resources, the United States Reclamation Service (later the United States Bureau of Reclamation or USBOR) was created. The USBOR was tasked with constructing dams and diversion canals funded by Congressional appropriations across the arid west (BRULLE, 2000; SCHMIDT, 2014).



Figure 2. Average annual precipitation in the United States.

## Colorado River Basin

The Colorado River Basin is located in the arid western region of the United States and covers approximately 240,000 square miles, seven U.S. states and northwestern Mexico (Fig. 3). The seven U.S. states are Wyoming, Colorado, New Mexico, Utah, Arizona, Nevada, and California including two Mexican states, Baja California de Norte and Sonora. The average annual flow of the Colorado River is 15 million acre-feet and it is the largest surface water source in the arid Western United States (IORNS; HEMBREE; OAKLAND, 1965). The Colorado River is used by cities, tribes, farmers, ranchers, industries, and recreational entities. The Colorado River is 1,450 miles long starting in the Rocky Mountains and flowing southwest to the Gulf of California. The major tributaries are the Green River and the San Juan River. Fifteen dams exist on the Colorado, and the Colorado River Basin is one of the most developed river systems in the world. The Colorado River Basin can be thought of as a plumbing system where the funnels are inputs from major rivers which flow through pipes

into buckets that represent reservoirs and water is diverted through spigots (Fig. 4). The end of this plumbing system is in Mexico with the final bucket representing the Gulf of California. In short, over 90% of the Colorado River is diverted to upstream users in the U.S., less than 10% of the river enters Mexico each year due to water being diverted or used upstream, largely for urban and industrial agricultural purposes (COLOMBI, 2010, 2014; MUEHLMANN, 2013).



Figure 3. The Upper and Lower Basins of the Colorado River.

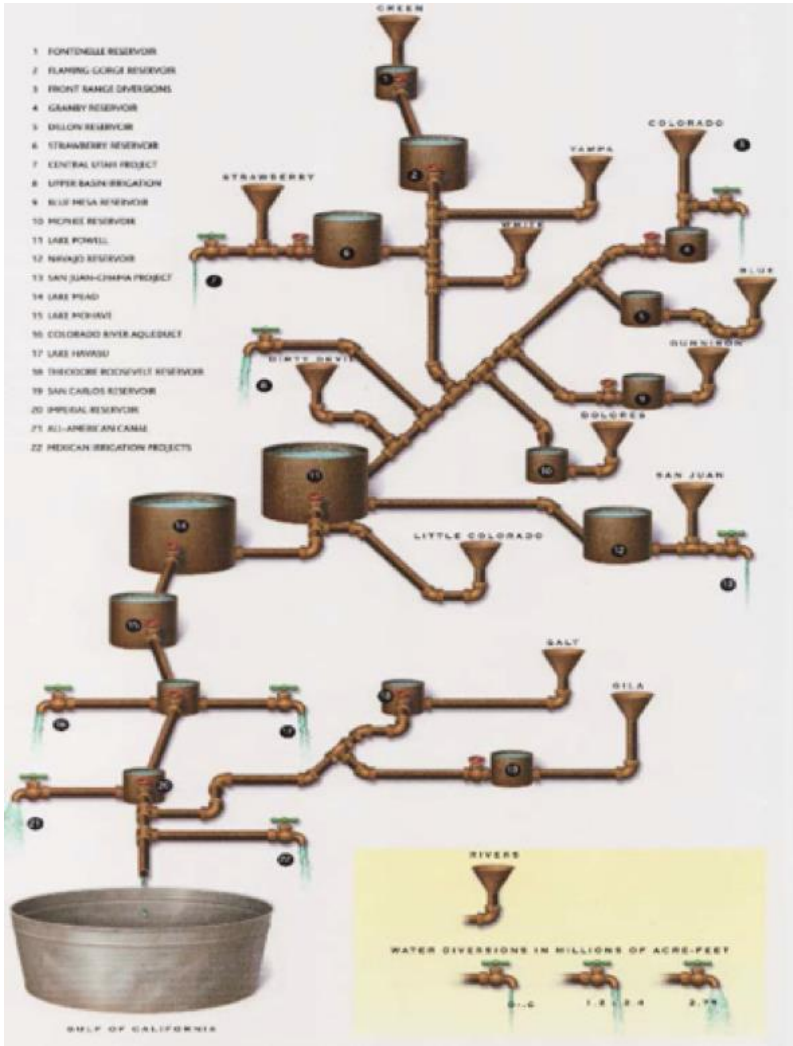


Figure 4. The Colorado River as a plumbing system.

In 1922, the seven U.S. Colorado River Basin states signed the Colorado River Compact, which divided the basin into the Upper and Lower Basins. The Upper Basin includes western Wyoming (17,430 sq mi), western Colorado (38,670 sq mi), eastern Utah (37,310 sq mi), northwestern New Mexico (9,580 sq mi), and northeastern Arizona (6,510 sq mi). The Lower Basin states include Arizona, Nevada, California, and

Mexico. The two largest reservoirs in the United States result from the Colorado River Compact and were constructed by the United States Bureau of Reclamation. The largest reservoir is Lake Mead and is located downstream of Grand Canyon National Park. Lake Mead has a storage capacity of 28,507,783 acre-feet (NPS, 2015). The second largest reservoir is Lake Powell and it is located upstream of the Grand Canyon National Park storing 27,000,000 acre-feet.

The Colorado River Basin is governed by the Law of the River, a complex system of laws and regulations that govern the use, management and water allocations within the Basin. California, in the Lower Basin, is the most senior water-right holder and has the largest apportionment of water, 27%. Meanwhile, another Lower Basin state, Nevada, only got a small portion of water, 2%, which is primarily used by the City of Las Vegas. As illustrated by this scenario, a large disparity exists between the largest and smallest water holders in the Lower Colorado Basin. The Basin states in the Upper Basin were the last to develop their water resource infrastructure. Junior water users in the Basin have only settled water sharing agreements in the past 60 years. To this day, the three Basin states including the one with the largest and most senior water right have not formed a commission. Instead of having a Cooperative Commission, Arizona and California have sued in the highest court of the United States over water apportionment. Finally, the smallest apportionment of water in Nevada can only be accessed from one set of pipes: Lake Mead. If the water level in Lake Mead drops too low, the state of Nevada can no longer access its share of water.

Glen Canyon Dam hydroelectric power plant has a capacity of approximately 1300 MW and is used as a load-following facility. Midday when energy is at peak demand, more water gets released and at night, less energy is generated. Approximately \$180 million per year is created in revenue from the generation of energy. Glen Canyon Dam was constructed not only to generate energy but to store a large volume of water so that the Upper Basin States could meet their downstream

requirement to the senior water right holder, California. To meet the contract each year, the Upper Basin must deliver to the Lower Basin roughly 8 km<sup>3</sup> of water. When the system was designed, managers believed Lake Powell would provide the ability to meet deliveries downstream for up to four years if the water stopped accumulating. In years when that water could not be delivered due to low storage or flows, then the Upper Basin States would have to reduce their water usage. The system that was designed for, and the assumption was made, that climate and water supply would vary but the variation would be more or less stationary into the future.

## **Tribes**

The Colorado River Basin is home to 29 federally recognized tribes that hold water rights to 20% of the Colorado River or 2.9 million acre-feet of the water. This is more water than the state of Arizona's allocation, and the share for the tribes threatens existing water users. These tribes depend on the Colorado River for domestic agricultural, commercial, industrial, recreational, power generation, cultural, and traditional purposes (Fig. 5). Tribes have a deep connection to the natural landscape and waters of their homelands, and tribes revere land and water as sacred, connected to deep religious beliefs. The Winters Doctrine of 1908 secures federally reserved water rights for federally recognized tribes based on a priority date of when the tribal reservation was created, thus, placing tribes as senior water right holders in the Colorado River Basin. Currently, quantified tribal water rights is 20% of the average flow of the Colorado River and 13 tribes still have not quantified their water rights – one of them being the Navajo Nation, a tribe that holds the largest tribal reservation in the United States. Although, tribes in the Colorado River Basin potentially hold a significant portion of the Colorado River, releasing of water use by existing non-tribal junior water users would be necessary to adjudicate tribal water rights. The path towards securing and



quantifying tribal water rights is not straightforward or easy as it involves extensive basin adjudication, funds for litigation and settlement, congressional support and can take decades.

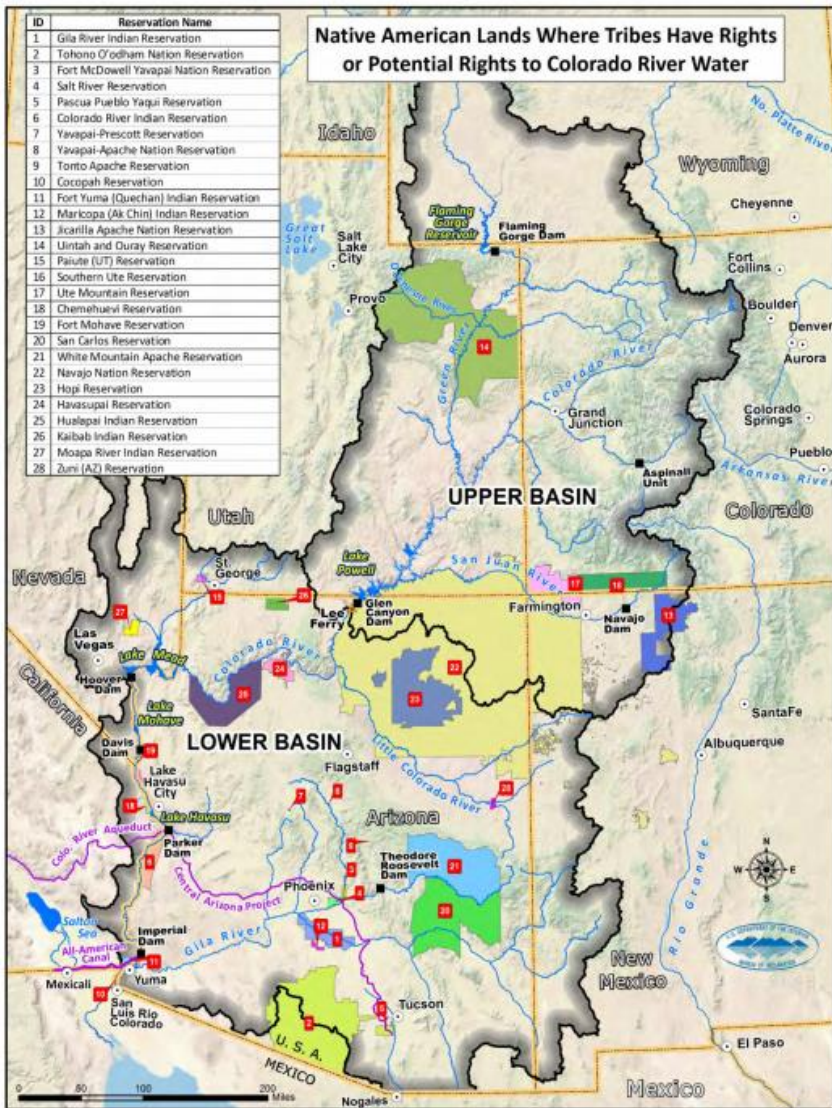


Figure 5. Native American Tribes in the Colorado River Basin (USBOR, 2012).



Created in 1992, the Colorado River Basin Ten Tribes Partnership strengthened tribal influence within the Basin regarding tribal rights as well as establishing a voice and a role in the management and utilization of the Colorado River water. The Ten Tribes Partnership consists of 10 federally recognized tribes that have reserved water rights within the Colorado River basin. These tribes include the Ute Indian Tribe, Ute Mountain Ute Tribe, Southern Ute Indian Tribe, Jicarilla Apache Nation, Navajo Nation, Chemehuevi Indian Tribe, Colorado River Indian Tribes, Fort Mojave Indian Tribe, Quechan Indian Tribe, Cocopah Indian Tribe (<https://www.crwua.org/colorado-river/ten-tribes>). With the historic legacy of the United States excluding tribes in water management, the Ten Tribes Partnerships was one mechanism to bring tribes to the table.

In 2012, the Colorado River Basin Water Study (USBOR, 2018) was initiated, however, they failed to include tribal water issues. As a result, the Ten Tribes Partnership protested the exclusion. In response, the Bureau of Reclamation created another study, The Tribal Water Study, that focused on analyzing current tribal water use and estimated future demands (CHIEF; MEADOW; WHYTE, 2016). The study will assess how farms, cities, or industries that rely on unused tribal water will be affected by an increase in water use on the reservations (USBOR, 2018).

In the state of Arizona, there are 22 federally recognized tribes and a third of the state is tribal land. Tribal reserved rights have a priority date that is based on when their reservation was created. In the United States, tribes signed treaties with the federal government as well as executive orders and federal statutes to reserve those rights to land and water and other important resources. In Arizona, nine tribes have engaged in settling their water rights (Fig. 6) and a handful of tribes were involved in the adjudication between Arizona versus California. However, there are 11 tribes who have not yet filed their federal reserved water rights and there are only 37,000 acre-feet of water remaining, leaving these tribes racing to define their water rights. In 2004, the Gila River Indian Community (GRIC) reached a historic water rights settlement resulting in the largest

tribal water-right settlement in the history of the United States where they received 650,500 acre-feet of water per year. This created a very powerful position for the Gila River Indian Community within the Colorado River Basin. GRIC is located in one of the hottest regions of Arizona and yet they are very successful, in fact commercial, farmers.

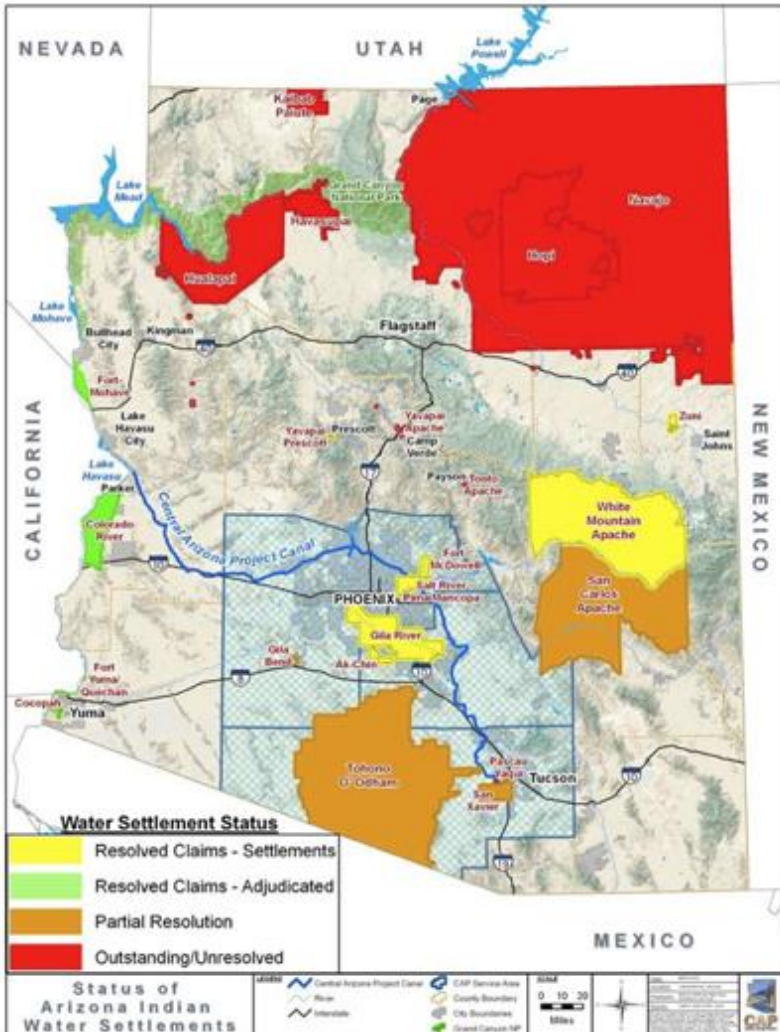


Figure 6. Tribal water settlements in Arizona.

The tribe draws from their traditions of farming in the desert. They are relying on their rights to water, especially Colorado River water that is brought to the reservation through irrigation canals. The Gila River Indian Community grows three major crops – cotton, wheat, and alfalfa. The enterprise is run collectively, it is a tribally run farm, and it's the third biggest commercial farm in the state of Arizona. They grow durum wheat that is shipped to Italy to make pasta. Their alfalfa is shipped to China to feed dairy cows. The Gila River Indian Community is a good example of a tribe that is deriving opportunities from a contested river and from their reserved rights to water. Much of their water is not yet put to use and their demand is much lower enabling them to engage in water marketing and lease their water to the cities of Phoenix and Chandler. GRIC is active in water banking, where they recharge groundwater aquifers with Colorado River water so they can secure their water for future use.

The Navajo Nation, part of the Colorado River Basin, has been working on settling their water rights for many decades. The Navajo Nation was close to settling their water rights, however, the grassroots community rose up in opposition because they argued they had time immemorial rights to all the water flowing through and around their land. The community felt that settling their water rights for a much lower quantity infringed upon their sovereignty. They also did not believe in the commodification of water as ‘water is life’ and ‘water is sacred’ to the Navajo people.

After the Glen Canyon Dam was built in 1963, many uncertainties existed regarding the future impacts of the dam on Indigenous people who live in the Colorado Basin. The construction of the dam displaced the Navajo people at the expense of their lives and livelihood while imparting almost no direct benefits. One looming question at that time was “What about the end of the river, what is going on at the end of the Colorado River?” Illustrating some of these concerns, the famous American artist, Norman Rockwell, depicts a Navajo family at Glen Canyon Dam (Fig. 7).

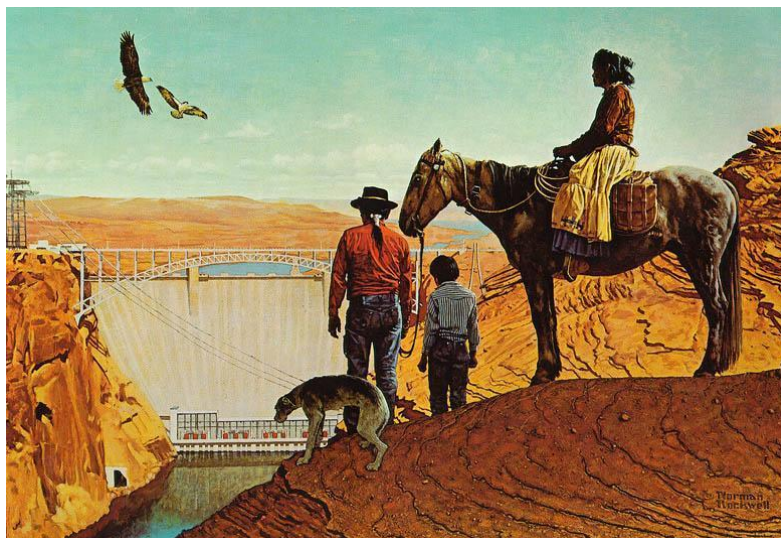


Figure 7. Painting of Glen Canyon Dam by Norman Rockwell depicting a Navajo family looking towards the Glen Canyon Dam flooding their traditional homeland (Rockwell, 1970).

After passing through numerous dams, downstream the river crosses the border from the United States into Mexico. On the US-Mexico border exist the Cocopah Tribal Nation. The Cocopah primarily grow lettuce. The Cocopah do not farm the land themselves, instead, they lease the land to non-Native farmers. The traditional Cocopah territory is at the end of the Colorado River and the lettuce fields that are on the reservation are deriving significant revenue from Colorado River irrigation water. It takes nearly 20 gallons of Colorado River water to produce one head of lettuce. Over 80% of all the lettuce consumed in the United States during the winter months comes from this region. The Cocopah practiced small-scale farming and fishing in the past, but they were largely river people who focused on the river itself and the Colorado River delta or the end of the river. The Cocopah are a border tribe. They have to contend with the migration of humans across their lands and narco-trafficking on their lands between the United States and Mexico. They also live at the end of the Colorado River, a river that now sees little to no flow, essentially a ditch with very little water in it. The water that comes on to Cocopah lands

is a very low-quality saline water filled with salt from upstream agriculture. The United States was required to desalinate or take the salt out of the water before it enters Mexico.

Near the Upper Gulf of California or Sea of Cortez, there are Cocopah Villages in the Mexican states of Sonora and Baja California. These villages do not have large commercial farms or casinos but have a livelihood of fishing. They fish not only in the river but in the Delta region of the Upper Sea of Cortez. The totoaba (*Totoaba macdonaldi*), an endangered fish species, is an important resource for the Cocopah. The totoaba is a very large fish that spends most of its life in the salt water but spawns in the mouth of the river. This fish is highly endangered due to overfishing by non-tribal commercial fishermen and, moreover, from the reduction of water from the upstream river entering the Sea of Cortez. Essentially the rearing habitat for this fish has disappeared. This change has very negatively impacted the Cocopah people, so much so that they can no longer fish these fish and have turned to illicit activities moving drugs across the border (MUEHLMANN, 2013).

### **Interim shortage guidelines**

From the time Glen Canyon Dam was completed in 1963, it took 17 years to fill Lake Powell. From 1980 until 2000, the system seemed to be working as designed. However, since 2000 the water run-off from the Upper Basin mountains has been less than expected. Uncertainty now dominates the overall water delivery plan to the Lower Basin. To address this non-stationarity hydrology in water apportionment planning, the Basin States and the federal government devised an alternative apportionment strategy. The states had to agree on who would be the first to reduce deliveries during shortage conditions

The interim guidelines for shortage and the environmental impact statement were written between 2005 and 2007 and implemented in 2008. Here we refer to this historic decision as a basin wide focusing event,

or a crisis or concern that everybody is focused on. In this situation, adaptive management (reducing uncertainty in water management to address changes in water resource needs) took a role in the effort that lasted two and a half years. During the negotiation phase, several options for changing the water management strategy were evaluated and assessed. The Secretary of Interior selected one option that set out to operate the two large reservoirs, Lake Powell and Lake Mead, as if they were one huge reservoir for 20 years. Adaptive management of Glen Canyon Dam operations had already been occurring for 10 years, but is focused on hourly and daily operations, not annual. The interim guidelines for shortage only consider the annual operation and the annual volume release and not the hourly, daily, or weekly operations. Thus, adaptive management occurring in the Basin is somewhat fragmented and is not completely integrated.

## **Drought**

Sustained drought has implications for social and ecological goods and services provided by river systems. Water resource managers' responses to social and ecological impacts are varied but interrelated. There are two immediate social impacts of drought in large regulated river systems like the Colorado: a reduction in water supply and reduction in hydropower generation. In response to these impacts, Upper and Lower Colorado River Basin water users have identified rules to allocate water during shortage. In accordance with the shortage criteria large urban areas in the Southwestern United States have also reduced water use, even as their economies and populations continue to increase. Reduced reservoir storage because of drought has also decreased the capacity of hydropower facilities to generate energy. When this occurs, the integrated power system must rely on other generation sources. In the Southwestern United States, this is typically through coal and natural gas generation. This change in generation has implications for economic costs and

emissions, both greenhouse gases and local pollution of sulfur and nitrous oxides, impacting health and visibility.

Sustained drought and water resource manager's responses have also impacted the ecosystem below Glen Canyon Dam. For instance, reducing Lake Powell reservoir levels has increased river water temperature below the Dam (Fig. 8). This is a notable change, likely an important factor in the increasing abundance of native fish who evolved in a relatively warm and turbid river. Another change is the seasonal volume of river flow from Glen Canyon Dam to balance the volume of the reservoirs to avoid shortage in Lake Mead. To balance reservoir levels in Lake Powell and Lake Mead, the reservoirs are equalized in certain years, resulting in high steady flows in the summer months. This flow regime has resulted in improved rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reproduction. Rainbow trout compete and prey on the endangered native fish, the humpback chub (*Gila cypha*). Therefore, increasing river temperatures has improved native fish abundance while the increase in rainbow trout reproduction in certain years has the potential to threaten recovery of endangered native fish.



Figure 8. Water temperature of river below the Glen Canyon Dam.

The worldview of Native American tribes and adaptive management during drought can be at odds. Western science supported the mechanical removal and killing of 20,000 rainbow trout and brown trout in the early 1990's in the Colorado River due to the decline of the endangered humpback chub (*Gila cypha*) through competition and predation. This killing and removal conflicted with the world view of the Zuni Tribe as it was a significant violation of cultural beliefs. The Zuni Tribe have kinship with aquatic species and it was considered equal to killing of Zuni children. In addition, the location of the killing was at the confluence of the Colorado and Little Colorado Rivers which is considered a sacred place for the Zuni Tribe. In the end, the National Environmental Policy Act (NEPA) favored scientific western perspectives over Native American traditional worldviews (DONGOSKE et al., 2015).

The drought and the ecological response to water resource managers' attempts to manage the drought were surprises. Water resource managers have managed the drought through institutional changes that dictate the allocation of water during shortage. This has caused surprises in the ecosystem that are managed through experimental actions such as river flow experiments. For example, flows to reduce rainbow trout recruitment prior to high and steady flows to equalize reservoirs are proposed at Glen Canyon Dam. However, there is still significant uncertainty if these flow experiments will result in the desired resource conditions (i.e., reduced rainbow trout recruitment). While it is not possible to reduce uncertainty associated with hydrology of the Colorado River, it is possible to reduce uncertainty associated with the effectiveness of river flow experiments. This process is called adaptive environmental assessment and management. However, with a changing climate, resulting in a shifting or non-stationarity hydrology, in some instances it becomes more difficult to reduce uncertainty associated with flow experimentation. These are challenges that adaptive environmental assessment and management face as managers deal with unexpected events such as prolonged drought, changes in ecosystem services, and an uncertain future.



## **Adaptive management**

In 1996, the Glen Canyon Dam Adaptive Management Program (GCDAMP) was established by the U.S. Department of Interior. The GCDAMP integrates scientific information and stakeholder perspectives in the operation of Glen Canyon Dam for the benefit of downstream users and impacts. It includes three elements 1) Grand Canyon Monitoring and Research Center to provide monitoring and research; 2) administrative coordination appointed by the U.S. Department of Interior Secretary; and 3) recommendation by the Adaptive Management Working Group (PULWARTY; MELIS, 2001). Six tribes including the Hopi, Hualapai, Navajo, San Juan Paiute, and Southern Paiute Consortium, and Zuni Tribes are stakeholders in the GCDAMP and have been interviewed to understand barriers to climate information and identify climate-sensitive studies.

## **Conclusions**

There is uncertainty in what the Colorado River will look like for the next 100 years. One question is, are there ways to manage the upstream dams differently? For example, water releases below the last dam on the Colorado would pulse water into the Delta region. In 2014, there was a collaboration between both the U.S. and Mexican agencies, and a fair amount of river water pulsed down past the last dam into the Delta to help restore some of the habitat and bring back some of the Delta region.

There is also uncertainty of how tribes in the Colorado Basin can be supported to quantify and secure their senior water rights. How will tribes be included at the decision making table from the beginning and be consistently and deeply involved? Tribes have a deep connection to their land and water and have sacred places associated with them. Tribes have spiritual and cultural uses of water which are often categorized broadly as

ecosystem services and are often not considered in water management. These are certainly social-ecological problems and maybe there are solutions to improve these challenges into the future.

### **Acknowledgments**

We acknowledge funding from the National Science Foundation 1617413 CNH-RCN: Amazon Dams Network: Advancing Integrative Research and Adaptive Management of Social-ecological Systems Transformed by Hydroelectric Dams.

### **Referências/References**

- BRULLE, R. J. *Agency, Democracy, and Nature*. Cambridge: The MIT Press, 2000.
- CAVENDISH, R. 2003. The Gadsden Purchase. Disponível em: <http://www.historytoday.com/richard-cavendish/gadsden-purchase>. Acesso em: abril/2019
- CHIEF, K., A. Meadow, K. Whyte. Engaging Southwestern Tribes in Sustainable Water Resources Topics and Management. *J. of Water*. v. 8, n. 8, p. 350, 2016.
- COLOMBI, B. J. Indigenous Peoples, Large Dams, and Capital-Intensive Energy Development: A View from the Lower Colorado River. Em: *Indians and Energy: Exploitation and Opportunity in the American Southwest*. Smith, S.; Frehner, B. (eds), p. 89-109. Santa Fe, NM; School for Advanced Research Press, 2010.
- COLOMBI, B. J. Commentary: US-Mexico Perspective and Experiences of Indigenous peoples and Dams, Colorado River. Em: special issue, *Contemporary Debate on Indigenous Peoples and Hydrodams in the Amazon*. *Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America* v. 12, n. 2, p.99-104, 2014.
- DAVIS, C. Introduction: The Context of Public Lands Policy Change. In C. Davis, *Western Public Lands and Environmental Politics*. Boulder: Westview Press. 1997.
- DONGOSKE, K.E., T. Pasqual, T.F. King. The National Environmental Policy Act (NEPA) and the silencing of Native American Worldviews. *Environmental Reviews and Case Studies*. *Environmental Practice* v. 17, p. 36-45, 2015.

IORNS, W.V., C.H. Hembree, G.L. Oakland. Water resources of the Upper Colorado River Basin-Technical Report. Geological Survey Professional Paper 441. United States Government Printing Office, Washington, 1965.

MUEHLMANN, S. Where the River Ends: Contested Indigeneity in the Mexican Colorado Delta. Durham, NC, Duke University Press, 2013.

MUEHLMANN, S. When I Wear My Alligator Boots: Narco-Culture in the U.S. Mexico Borderlands, Berkeley, University of California Press, 2013.

NPS, 2015. Storage capacity of Lake Mead. Disponível em: <https://www.nps.gov/lake/learn/nature/storage-capacity-of-lake-mead.htm> Acesso em: abril/2019

PULWARTY, R.S., T. Melis. Climate extremes and adaptive management on the Colorado River: Lessons from the 1997-1998 ENSO event. Journal of Environmental Management, v. 63, p 307-324, 2001.

ROCKWELL, N. 1970. Norman Rockwell commissioned to paint Glen Canyon Dam. Disponível em: [https://www.usbr.gov/lc/phoenix/AZ100/1970/norman\\_rockwell.html](https://www.usbr.gov/lc/phoenix/AZ100/1970/norman_rockwell.html). Acesso em: Abril/2019

SCHMIDT, J. Historicizing the Hydrosocial Cycle. Water Alternatives, 220-234. 2014.

United States Bureau of Reclamation (USBOR), 2012. Colorado River Basin Water Supply and Demand Study. Disponível em: <https://www.usbr.gov/lc/region/programs/crbstudy/finalreport/index.html>. Acesso em: abril/2019

USBOR, 2018. Colorado River Basin Ten Tribes Partnership: Tribal Water Study Report. Disponível em: <https://www.usbr.gov/lc/region/programs/crbstudy/tws/finalreport.html>. Acesso em: abril/2019

WILKINSON, C. F. Crossing the Next Meridian: Land, Water, and the Future of the American West. D.C., Island Press, 1992.

## Capítulo 1.3

### Debate sobre conhecimento e políticas públicas: desafios e oportunidades para melhorar a tomada de decisão e a governança socioambiental na Amazônia

*David Kaplan*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>2</sup>

*Evandro M. Moretto*<sup>3</sup>

*Dernival V. Ramos Júnior*<sup>4</sup>

*Elizabeth Anderson*<sup>5</sup>

*Cassiano S. Apinajé*<sup>6</sup>

*Andressa Apinajé*<sup>5</sup>

*Robertson F. Azevedo*<sup>7</sup>

*Agostinho Chaves*<sup>8</sup>

*Karla Sessin-Dilascio*<sup>9</sup>

*Carolina R. C. Doria*<sup>10</sup>

*Angela Livino*<sup>11</sup>

*Brent Millikan*<sup>12</sup>

*Henrique Paiva de Paula*<sup>13</sup>

---

<sup>1</sup> University of Florida; [dkaplan@ufl.edu](mailto:dkaplan@ufl.edu)

<sup>2</sup> University of Florida; [simonea@ufl.edu](mailto:simonea@ufl.edu)

<sup>3</sup> Universidade de São Paulo; [evandromm@usp.br](mailto:evandromm@usp.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal do Tocantins; [dernivaljunior@gmail.com](mailto:dernivaljunior@gmail.com)

<sup>5</sup> Florida International University; [epanders@fiu.edu](mailto:epanders@fiu.edu)

<sup>6</sup> Povo Apinajé; [cassianoapinaje@gmail.com](mailto:cassianoapinaje@gmail.com); [andressaapinaje@gmail.com](mailto:andressaapinaje@gmail.com)

<sup>7</sup> Ministério Público do Estado do Paraná; [rfazevedo@mppr.mp.br](mailto:rfazevedo@mppr.mp.br)

<sup>8</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens

<sup>9</sup> Coletivo Proteja Amazônia; [karla.dilascio@icv.org.br](mailto:karla.dilascio@icv.org.br)

<sup>10</sup> Universidade Federal de Rondônia; [carolinarcdoria@unir.br](mailto:carolinarcdoria@unir.br)

<sup>11</sup> Empresa de Pesquisa Energética; [livino.academia@gmail.com](mailto:livino.academia@gmail.com)

<sup>12</sup> International Rivers; [brent@internationalrivers.org](mailto:brent@internationalrivers.org)

<sup>13</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica; [henriquepdp@gmail.com](mailto:henriquepdp@gmail.com)

**Resumo**

O objetivo desta mesa redonda foi melhorar nossa compreensão sobre como diferentes conhecimentos e políticas públicas voltados ao desenvolvimento de projetos de infraestrutura da Amazônia estão conectados a partir de diversas perspectivas, incluindo: compreender as percepções dos papéis do conhecimento e informação (como conhecimento acadêmico/científico, e não acadêmicos como conhecimentos indígenas e locais) na orientação da decisão e formulação de políticas públicas para o setor de infraestrutura; coletar informações atuais e futuras e necessidades de conhecimento científico da sociedade civil, formuladores de políticas e tomadores de decisão; identificar barreiras e oportunidades para a inclusão de informações e conhecimentos novos ou relevantes na tomada de decisão; e avaliar a relevância política da informação produzida pela Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas. Para atender a esse objetivo, os participantes da mesa redonda das perspectivas acadêmica, indígena, ONG e governo foram convidados a considerar várias questões orientadoras abrangentes, bem como fornecer respostas escritas ou orais a questões específicas do setor. A diversidade de respostas de dentro e através de setores destacou a variação nas perspectivas, objetivos e utilização do conhecimento entre os grupos envolvidos. Muitas das respostas dos setores não governamentais indicam desconexão entre a tomada de decisões sobre infraestrutura e o conhecimento científico e indígena relacionado às áreas de impacto. Todos os participantes do setor concordaram com o desejo de mais colaboração, particularmente nos estágios iniciais de planejamento dos projetos. Eles também forneceram sugestões para dados e conhecimentos adicionais necessários para atingir as metas do setor, bem como estratégias para preencher a lacuna entre o conhecimento dos sistemas afetados e a tomada de decisões governamentais. As recomendações enfatizam a expansão da pesquisa baseada em sistemas, envolvendo as comunidades locais como colaboradores de pesquisa, ampliando os esforços para monitorar os impactos e promovendo a colaboração e comunicação entre os setores em múltiplos estágios, desde a consulta inicial até o processo de monitoramento de impacto.

**Palavras-Chave:** Sistemas socioecológicos; Política ambiental; Avaliações de impactos ambiental; Tomada de decisão das partes interessadas

**Introdução**

O objetivo da mesa redonda de conhecimentos e política foi melhorar nossa compreensão sobre como diferentes conhecimentos e políticas públicas voltados ao desenvolvimento de projetos de infraestrutura da Amazônia, estão conectados a partir de diversas perspectivas, incluindo: compreender as percepções dos papéis do conhecimento e informação

(como conhecimento acadêmico/científico, e não acadêmicos como conhecimentos indígenas e locais) na orientação da decisão e formulação de políticas públicas para o setor de infraestrutura; coletar informações atuais e futuras e necessidades de conhecimento científico da sociedade civil, formuladores de políticas e tomadores de decisão; identificar barreiras e oportunidades para a inclusão de informações e conhecimentos novos ou relevantes na tomada de decisão; e avaliar a relevância política da informação produzida pela Rede de Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas.

## **Material e métodos**

Para atender a esse objetivo, os participantes da mesa redonda das perspectivas acadêmica, indígena, ONG e governo foram convidados a participar do painel e convidados a considerar várias “questões orientadoras” abrangentes: 1. Como os cientistas, formuladores de políticas, povos indígenas e outras partes interessadas percebem o papel atual da ciência, conhecimento e informação nas políticas públicas e na tomada de decisão sobre a gestão de bacias hidrográficas? 2. Que tipos de informação estão sendo usadas atualmente para moldar ou informar um determinado conjunto de decisões? Como (ferramentas, sistemas)? Como este processo está mudando ou evoluindo? 3. Quais são as necessidades de informação atuais e futuras dos povos indígenas, formuladores de políticas e reguladores? Os produtores de conhecimentos estão atendendo a essas necessidades? Se não, por quê? 4. Que oportunidades existem para melhorar o processo de inclusão de ciência, conhecimento e informação na tomada de decisões? 5. Os modos de produção de conhecimento indígena, local e outros não-ocidentais são considerados na tomada de decisão? Como? Em seguida, os participantes foram convidados a desenvolver respostas escritas ou orais para questões específicas do setor antes do workshop de maio de 2018 em Palmas. Questões específicas estão listadas abaixo por setor.

Para representantes do governo: i. Quais componentes da bacia/sistema socioecológico (por exemplo, quais recursos naturais, grupos sociais, etc.) você está encarregado de proteger e/ou desenvolver? Por que eles são valorizados ou valiosos? ii. Como você trabalha atualmente para proteger ou desenvolver esses recursos? iii. Como a ciência, o conhecimento ou a informação são usados atualmente nesse processo? Quais tipos de informação são utilizados? Por favor, cite exemplos específicos. iv. Que oportunidades existem para melhorar a inclusão da ciência, conhecimento e informação no processo de tomada de decisão? Por favor, cite exemplos descritivos. v. Quais novos conhecimentos ou informações ajudariam a alcançar melhor sua (s) meta (s)? Por favor, forneça exemplos específicos.

Para MPE e ONGs: i. Quais componentes da bacia/sistema (por exemplo, quais recursos naturais, grupos sociais, etc.) sua organização protege, representa ou desenvolve? Por que eles são valorizados ou valiosos? ii. Como sua organização trabalha para proteger esses recursos? iii. Como a ciência, o conhecimento ou a informação são usados atualmente nesse processo? Quais tipos de informação são utilizados? Por favor, cite exemplos específicos. iv. Que oportunidades existem para melhorar a inclusão da ciência, conhecimento e informação no processo de tomada de decisão? Por favor, forneça exemplos descritivos. v. Que novos conhecimentos científicos ou informações ajudariam a alcançar melhor sua (s) meta (s)? Por favor, forneça exemplos específicos.

Para membros do painel indígena: i. O que é valioso, importante, na região em que você vive? Por quê? ii. Como você trabalha para proteger essas coisas valiosas? iii. Quais informações ou conhecimentos você usa para protegê-las? Por favor, dê exemplos específicos. iv. O conhecimento do seu povo foi usado na tomada de decisões para uso e ocupação de rios e florestas (por exemplo, usinas hidrelétricas)? Como? v. Que oportunidades existem para melhorar a inclusão da ciência, conhecimentos indígenas e locais, e informação no processo de tomada de decisão? Por favor, dê exemplos. vi. Quais novos conhecimentos ou

informações ajudam você a alcançar melhor seus objetivos? Por favor, forneça exemplos específicos.

Para membros do painel de academia: i. Que recursos sua pesquisa aborda (florestas, água, energia, peixes, cultura etc.)? Como e por que esse recurso é ameaçado, vulnerável ou valioso? ii. Como sua pesquisa atual aborda essas ameaças? iii. Como a utilidade potencial de sua ciência para informar a tomada de decisões influencia sua abordagem de pesquisa? Por favor, dê exemplos específicos. iv. O que você pode fazer para tornar sua ciência, conhecimento ou informação mais útil na tomada de decisões? v. Que nova ciência, conhecimento ou informação (isto é, trabalho que não está sendo feito por você ou por outros) você acha que é necessário para melhorar a tomada de decisões?

## Resultados

A mesa redonda incluiu 12 participantes do governo, ONG, perspectivas indígenas e acadêmicas (Fig. 1). Uma síntese das respostas de cada setor é dada abaixo.

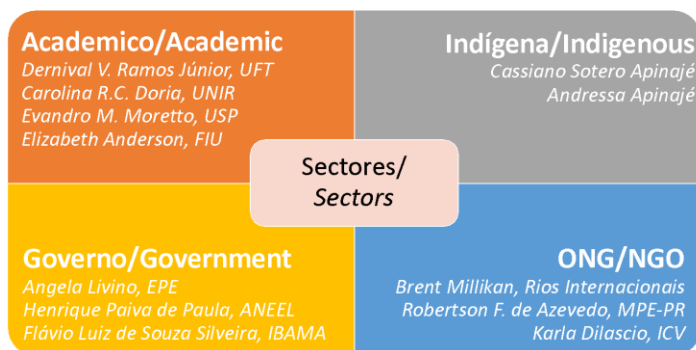


Figura 1. Participantes da mesa redonda.



## Respostas da Academia

1. Que recursos sua pesquisa aborda (florestas, água, energia, peixes, cultura etc.)? Como e por que esse recurso é ameaçado, vulnerável ou valioso?

EM: Atualmente, desenvolvo projetos de pesquisa que tratam de impactos de projetos hidrelétricos no desenvolvimento das localidades afetadas. Portanto, todos os recursos citados na pergunta são envolvidos, mas de forma indireta. De maneira geral, todos os recursos ambientais (físicos, bióticos e sociais) constituem a estrutura e a dinâmica do fenômeno de desenvolvimento de uma determinada região. Quando são ameaçados, o próprio fenômeno de desenvolvimento local também está sob ameaça. Por exemplo, populações ribeirinhas do rio Madeira dependem do recurso “solo” para a prática da agricultura de subsistência ou comercial em pequena escala. Antes do enchimento dos reservatórios de Jirau e Santo Antônio, estas populações utilizavam os solos férteis das margens do rio para o plantio. Depois, com o alagamento destes “solos”, o principal recurso tornou-se indisponível e a atividade agrícola ficou bastante comprometida, comprometendo também o percurso do desenvolvimento local associado a este recurso.

EA: Minha pesquisa se concentra principalmente em água, energia, peixe e cultura na região da Amazônia ocidental/Amazônia andina. Os rios da Amazônia Andina fornecem grande parte do sedimento, nutrientes e até água para a Amazônia. Eles abrigam alta riqueza de espécies de peixes, mas também são os locais de desova para muitos peixes migratórios que se movem entre a Amazônia e os rios andinos. Os ritmos de vida das pessoas na Amazônia Ocidental estão muito ligados às flutuações naturais dos rios. Vários grupos indígenas se identificam como ribeirinhos ou têm histórias de origem ligando-os aos rios. O peixe é a principal fonte de proteína para as pessoas em toda a região. Rios na Amazônia Ocidental/Amazônia Andina estão ameaçados por novos

desenvolvimentos de infraestrutura, principalmente barragens, estradas e hidrovias.

DR: As pesquisas que desenvolvo atualmente trabalho com ribeirinhos (embarcadores e pescadores) deslocados pela Usina de Estreito. A pesquisa intersecciona, a partir do conceito de questões territoriais, culturais (a memória, os significados) e o biofísico (água, os peixes e as terras marginais aos rios e lagos). Difícil dizer se esses recursos estão ameaçados ou já foram comprometidos de modo irreversível. A diversidade social e cultural, saberes sobre o sistema ecológico, é um conhecimento valioso do ponto de vista cultural; do ponto de vista biofísico, a perda da biodiversidade aquática e a ameaça ao rio destacam-se à medida que as secas se intensificam.

CD: Peixes e Pescadores. Os peixes importantes na Amazônia como fonte de alimento e para geração de renda para as famílias ribeirinhas e pescadores artesanais e profissionais. As mudanças no leito do rio e no fluxo e nível hidrológico, afetam principalmente a composição da ictiofauna e a migração das espécies, o que tem consequências na abundância dessas espécies no sistema. Essas por sua vez afetam economicamente os pescadores que dependem desse recurso.

2. Como sua pesquisa atual aborda essas ameaças?

EM: Atualmente, minha pesquisa aborda como a chegada de uma usina hidrelétrica ameaça ou fortalece o fenômeno de desenvolvimento local, a partir das ameaças que ocorrem nos diversos recursos, dos quais o desenvolvimento local é dependente.

EA: Minha presente pesquisa visa entender o valor dos rios de fluxo livre, tanto ecologicamente quanto para as pessoas na Amazônia ocidental.

- Concluímos recentemente uma análise dos efeitos das barragens na conectividade do rio em toda a região da Amazônia Andina - mostrando que a maioria das barragens existentes estão em afluentes, o que significa que os principais rios de oito das principais bacias amazônicas andinas ainda são em grande parte de fluxo livre. Este cenário pode mudar se as barragens propostas forem construídas.

- Estamos examinando a sobreposição em biodiversidade de água doce (peixes), áreas protegidas e barragens na região amazônica andina.
- Estamos desenvolvendo novas abordagens computacionais para entender as compensações entre vários serviços ecossistêmicos de água doce e processos ecossistêmicos, e o desenvolvimento de energia hidrelétrica na Bacia de Marañon.
- Estamos apoiando organizações locais para mapeamento cultural de rios na Amazônia Ocidental, para demonstrar a importância dos rios para diversos públicos.
- Estamos utilizando abordagens de monitoramento de baixo custo e ciência cidadã para entender melhor quando e para onde os peixes migram na Amazônia e as condições das águas associadas a essas migrações.

DJ: Procuo investigar essas ameaças articulando saberes universitários, saberes locais e saberes militantes a partir de pesquisas qualitativas.

CD: Avaliamos os impactos na ecologia e biologia das comunidades e populações de peixes, bem com os impactos sociais e ambientais na atividade pesqueira e no sistema da pesca e nas relações interinstitucionais dentro desse sistema.

3. Como a utilidade potencial de sua ciência para informar a tomada de decisões influencia sua abordagem de pesquisa? Por favor, dê exemplos específicos.

EM: Atualmente, os processos de planejamento de usinas hidrelétricas partem da premissa de que o empreendimento é um indutor de desenvolvimento local, especialmente a partir do aumento de emprego e renda local. Portanto, o empreendimento é compreendido pelos empreendedores também como um veículo que leva o desenvolvimento nas regiões afetadas. Porém, não há evidências claras sobre esta relação e a minha pesquisa busca evidenciá-las de tal forma a subsidiar o processo de tomada de decisão, indicando quais elementos socioeconômicos deveriam ser melhor observados nas fases prévias de planejamento do empreendimento para um melhor equacionamento dos impactos que o mesmo tem no desenvolvimento local.

EA: Estamos organizando um curso curto para autoridades ambientais sobre ecologia, conservação e manejo de rios tropicais. O foco está na região amazônica andina. Muito do material do curso será desenvolvido a partir da minha pesquisa e, claro, dos colaboradores. Nós interagimos frequentemente com as autoridades ambientais para entender as estruturas que eles têm para a conservação ou gestão dos rios. Tentamos enquadrar nossa pesquisa para ajudar a responder às suas perguntas e necessidades de dados também. O melhor exemplo que tenho disso é da África Oriental, na verdade.

DJ: A relação entre as pesquisas em ciências humanas e sociais e a tomada de decisão no Brasil é, poderia se dizer, inexistente. Por outro lado, os resultados de pesquisas qualitativas que privilegiam abordagens inter e transdisciplinares parecem distantes das mesas de decisões. Contudo, esses saberes, acredito, tem ajudado a empoderar os movimentos sociais e instituições parceiras na luta contra os empreendimentos e nas denúncias de efeitos nocivos aos povos tradicionais e aos sistemas ecológicos. Exemplo, são os vários estudos e relatório feitos por pesquisadores sobre Belo Monte. No caso das ciências humanas, o mais notável trabalho é do de Manuela Carneiro da Cunha e Sônia Magalhães.

CD: As demandas ou perguntas geradas pelos pescadores, sempre que passível de investigação, são utilizadas como um norte para nossa pesquisa. Exemplo: após a construção das barragens os pescadores sempre reclamavam que a variação do nível hidrológico, provocada pelas barragens, tinham alterado a produção pesqueira (a captura). Buscamos em parceria com o Dr. David Kaplan, um modelo que pudesse melhor representar essa relação captura e flutuações do nível hidrológicos e gerar hipóteses do que pode ter acontecido após a implantação das barragens, buscando responder ao questionamento dos pescadores.

4. O que você pode fazer para tornar sua ciência, conhecimento ou informação mais útil na tomada de decisões?

EM: Acredito que a participação em eventos de divulgação científica, produção de materiais de divulgação para público leigo e a participação

em espaços de debate público sobre a questão auxiliam a tornar o meu campo do conhecimento mais útil para os processos de tomada de decisão.

EA: Trabalhar em colaboração com diferentes setores para entender suas necessidades de dados e lacunas na compreensão da ciência e gestão dos rios. Faça isso no início - e enquadre as perguntas que ajudarão a responder a essas necessidades e ao avanço da ciência, simultaneamente. Fale com a mídia; ser proativo em se envolver com eles e oferecer anúncios em rádio, TV, aparições públicas, palestras. Escreva para publicações não científicas. Artigos curtos podem receber muita atenção se forem colocados na publicação correta. Participe de conferências não tradicionais. Por exemplo, fizemos sessões sobre gestão e conservação de água doce na Conferência Interamericana de Prefeitos e Autoridades Locais, que acontece todo mês de junho em Miami e atrai ~ 500 pessoas. Cada um deles é um tomador de decisões em alguma escala.

DJ: A descrição e análise dos impactos sociais e econômicos dos empreendimentos nas populações locais, em tese, poderia aprimorar os processos e amenizar os impactos socioambientais que futuros empreendimentos trariam consigo. Contudo, pessoalmente, acredito que existem uma série de questões políticas que atravessam a relação entre a tomada de decisão, os atingidos e os cientistas, hierarquias epistêmicas, sócio raciais e geopolíticas que dirigem a desconsideração quase total das centenas de estudos realizados até o momento sobre os efeitos desagregadores dos empreendimentos nos recursos culturais das populações locais - que afeta diretamente a diversidade cultural do país - e que tem sido pouco considerados. Nesse sentido, o caminho a tomar é apoiar os movimentos sociais de resistência e ajudar a empoderar a sua luta para que, empoderados, possam intervir positivamente no processo de tomada de decisão.

CD: Ampliar a divulgação dos resultados para a sociedade em geral e principalmente para os gestores, em diferentes formatos audiovisual, cartilhas e/ou documentos técnicos. O material gerado deve abordar os temas de forma simplificada, objetiva e prática, os resultados e como eles

podem contribuir para a gestão. Sempre que possível participar de fóruns de gestão sobre o assunto e incentivar os usos dos dados. Exemplo: recentemente identificamos alterações na pesca do pirarucu na região da bacia do Mamoré/Madeira. Sistematizamos as informações existentes, levantamos outras e juntamente com as colônias de pesca, pescadores, OEMA e MPE, discutimos uma nova portaria de pesca especificamente para o irarucu na área do reservatório e a montante.

5. Que nova ciência, conhecimento ou informação (isto é, trabalho que não está sendo feito por você ou por outros) você acha que é necessário para melhorar a tomada de decisões?

EM: É necessária uma abordagem sistêmica na análise dos processos multifacetados que constituem o universo do planejamento e gestão ambiental, para que se possa fazer uma adequada integração dos saberes envolvidos. O problema é a escassez de metodologias e procedimentos para constituírem as abordagens sistêmicas. Além disso, também falta compreensão de que uma abordagem genuinamente sistêmica está dedicada a realizar a integração de uma determinada realidade a partir da identificação das propriedades emergentes que conectam os diversos campos do conhecimento relacionados.

EA: Eu acho que há muito espaço para colaboração entre a academia e outros setores. Em muitos casos, as conversas acontecem depois que a ciência está em andamento ou até mesmo terminada, e as publicações são simplesmente traduzidas. Eu adoraria ver mais interação no estágio de proposta ou até mesmo em pensar criativamente sobre perguntas de pesquisa. O futuro dos rios da Amazônia depende de uma mudança de cultura e mentalidade, de pensar nos sistemas de fluxo livre como importantes para os seres humanos e a natureza, e como objetos de conservação.

DJ: Perspectivo para o futuro próximo um fortalecimento do trabalho transdisciplinar e inter-epistêmico. Isso só será possível se desconstruirmos as hierarquias historicamente impostas – entre outros pelas elites e pelo Estado - entre saberes e sujeitos científicos e saberes e

sujeitos locais. Trabalhos realizados recentemente mostram a pertinência de praticar o que Boaventura de Souza Santos chama de “ecologia dos saberes”. Com uma ciência efetivamente transdisciplinar poderemos democratizar a produção de saber e, assim, fornecer subsídios epistêmicos mais sólidos para a resistência dos movimentos sociais e suas instituições parceiras a uma tomada de decisão unilateral.

CD: A invisibilidade dos pescadores, baixa participação deles nos fóruns de discussão e falta de diálogo entre os atores poderia ser resolvida por meio da Ciência Cidadã ou Ciência comunitária, associada a técnicas já existentes de levantamento de dados ou não, para promover o maior envolvimento e empoderamento dos atores na tomada, análise de dados, bem como na tomada de decisão (cogestão).

### **Repostas de ONG/MPE**

1. Quais componentes da bacia/sistema (por exemplo, quais recursos naturais, grupos sociais, etc.) sua organização protege, representa ou desenvolve? Por que eles são valorizados ou valiosos?

KD: O Fórum Teles Pires trabalha desde 2012 na garantia de direitos socioambientais de grupos minoritários atingidos pela construção de hidrelétricas na Amazônia, com foco na bacia do Tapajós. Trabalhamos especialmente com os povos impactados pela construção das hidrelétricas do Teles Pires e São Manoel, junto ao povo Munduruku, e indiretamente com as UHE Sinop e Colíder, apoiando movimentos sociais como MAB, Levante da Juventude e outros. Estamos no movimento de apoio à luta dos povos indígenas na sub-bacia do Juruena, que ainda sofre com ameaças de implementação de grandes hidrelétricas (UHE Sacre-12 ou UHE Castanheira) e diversas PCHs. Secundariamente trabalhamos também com projetos que busquem gerar autonomia destes grupos, frente a mudança de cenário provocada pela instalação de hidrelétricas. Vivenciamos o desrespeito aos direitos dos povos indígenas e a seus territórios, e a situação de insegurança alimentar, espiritual e social, uma

mudança estrutural que estes empreendimentos trazem para os grupos diretamente atingidos pelas hidrelétricas.

BM: O foco do trabalho da International Rivers é sobre ecossistemas aquáticos e populações tradicionais (indígenas, pescadores, ribeirinhos, e outros grupos). São valorizados em função de sua importância para a diversidade biológica e cultural e integridade ecológica do bioma amazônico, e pelo fato de que ambos são gravemente ameaçados pela construção de hidrelétricas e outros grandes empreendimentos de infraestrutura.

RA: O Ministério Público tem atribuições em relação aos interesses ambientais, sociais, culturais e econômicos afetados por empreendimentos hidrelétricos. Atuando sob demanda, depende da procura, por segmentos sociais, pelos serviços prestados. Atualmente no estado do Paraná foi instaurado projeto estratégico para monitoramento dos impactos, fiscalização dos procedimentos e contenção de aproveitamentos hidrelétricos no estado do Paraná.

## 2. Como sua organização trabalha para proteger esses recursos?

KD: Nosso coletivo trabalha em 3 frentes:

- 1) Denúncia de impactos socioambientais ocasionados pela construção de hidrelétricas
  - a) Banco de dados sobre licenciamento
  - b) Coleta de dados científicos *in loco* usados para produção de relatórios técnicos
  - c) Elaboração de relatórios político-midiáticos: vídeos-denúncia e materiais de comunicação e divulgação, grupos de comunicadores independentes e mídia *mainstream*
  - d) Advocacia e subsídios para o MPF
- 2) Formação de lideranças interlocutoras: direito, comunicação para incidência
- 3) Fortalecimento das associações locais: elaboração, gestão de projetos e busca de editais

BM: Em áreas prioritárias, como as bacias do Xingu e Tapajós, apoio a movimentos e redes locais, como o Movimento Xingu Vivo para Sempre,



Fórum Teles Pires, Rede Juruena Vivo e Movimento Ipereg Ayu, em termos de facilitar atividades de mobilização e capacitação de populações ameaçadas sobre riscos e impactos socioambientais, violações de direitos e estratégias para defendê-los, inclusive por meio de intercâmbio de conhecimentos entre organizações comunitárias.

Realização de análises críticas sobre processos de planejamento, licenciamento, financiamento e implementação de projetos hidrelétricos, focando em limitações relacionadas ao sub-dimensionamento de impactos e riscos socioambientais e violações de direitos humanos. Atividades de incidência baseadas em análises críticas em diversas esferas nacionais e internacionais, em conjunto com parceiros, inclusive redes como o GT Infraestrutura e Frente por uma Nova Política Energética para o Brasil (FNPE) destacando o protagonismo de movimentos locais.

Subsídios para estratégias e ações do Ministério Público Federal e instâncias internacionais (p.ex. UNHRC) voltadas para a defesa dos direitos humanos e da legislação ambiental; atividades de comunicação para esclarecer a opinião pública e tomadas de decisão sobre as falácias de caracterizações de hidrelétricas na Amazônia como ‘energia limpa’, a exemplo do documentário “Belo Monte: Depois da Inundação”.

RA: Através da instauração de Procedimentos Administrativos, Inquéritos Cíveis e eventuais Ações Cíveis Públicas, em atuações administrativas e ou judiciais, em cada comarca, observado o princípio da independência funcional, pelo qual a atuação de cada promotor ou promotora de justiça em sua respectiva comarca ou atribuição depende exclusivamente do entendimento do titular sobre a pertinência da matéria e forma de atuação.

3. Como a ciência, o conhecimento ou a informação são usados atualmente nesse processo? Quais tipos de informação são usados? Por favor, cite exemplos específicos.

KD: O primeiro passo para a elaboração de relatórios político-midiáticos e técnicos é o levantamento de dados dos impactos sociais (ex.

mudanças na estrutura social), por meio do uso de metodologias sociais, e dos impactos ecossistêmicos, muitas vezes ligados à coleta de dados biológicos (ex. qualidade da água e variações do nível do rio, disponibilidade de recurso pesqueiro e quelônios, e qualidade ambiental). Este primeiro passo determina todos os materiais de comunicação para advocacia e relatórios técnicos que servirão de indícios para a abertura de ACPs junto ao MPF, e como fonte de informação para as negociações junto às instituições responsáveis pelo licenciamento (IBAMA, FUNAI, SEMA) e pela decisão sobre a implementação das NDCs brasileira (FBMC) e a estratégia da política energética brasileira (EPE, MME).

BM: Estes constituem a base fundamental de análises críticas e incidência sobre questões chave, como os problemas crônicos de subdimensionamento de impactos e riscos socioambientais e violações de direitos humanos nos processos de planejamento, licenciamento, financiamento e implementação de projetos hidrelétricos. Este tipo de abordagem requer contribuições de pesquisadores e especialistas de várias disciplinas, assim como a valorização dos conhecimentos tradicionais, conforme demonstrado pela lista de autores do livro “Ocekadi: Hidrelétricas, Conflitos Socioambientais e Movimentos de Resistência na bacia do Tapajós”, co-publicado em 2016 com a UFOPA, que inclui contribuições de cientistas sociais e naturais, inclusive da etnia Munduruku.

RA: Qualquer informação, disponibilizada, fundamenta a atuação ministerial, em qualquer fase, preferencialmente no início da atuação conjunta. Dados sobre Ecologia, Economia, Serviço Social e outros são úteis mediante parcerias estabelecidas entre os diversos promotores e promotoras e instituições de ensino com atuação nas diversas áreas e locais. No estado do Paraná, em diversos momentos, profissionais de instituições como UEM, UEL, UTFPR, UFPR, UNIOESTE, entre outras, atuaram ou atuam em parceria com agentes ministeriais em diversas comarcas.

4. Que oportunidades existem para melhorar a inclusão da ciência, conhecimento e informação no processo de tomada de decisão? Por favor, forneça exemplos descritivos.

KD: O diagnóstico foi o primeiro passo de coleta de dados, o trabalho subsequente concentrou-se na coleta de informações pela comunidade, em um processo que denominamos vigilância adicional as informações do diagnóstico, pois segue a lista de impactos levantados nos estudos científicos. Seria muito importante continuarmos a coletar informações científicas que deixamos passar, como, por exemplo, dados robustos sobre a qualidade da água, disponibilidade de recurso pesqueiro. A grande barreira que enfrentamos na continuidade destes estudos é a nossa capacidade reduzida de financiar a ida de pesquisadores. Trabalhos de monitoramento são custosos e difíceis de manter por tempo relativamente satisfatório em um cenário de baixo aporte de recursos financeiros e humanos.

Nossa estratégia, neste caso, foi desenvolver diagnósticos robustos na fase inicial do trabalho de levantamento de impactos e, posteriormente, envolver a comunidade na coleta de informações com uma plataforma intuitiva e que garanta a segurança do usuário e da informação.

Outro ponto importantíssimo para as comunidades diretamente afetadas, principalmente povos indígenas, é a garantia de sua soberania alimentar, que é altamente afetada pela construção de hidrelétricas. As comunidades buscam projetos relacionados, por exemplo, a melhoria da roça, a etnoconservação de quelônios, a criação de peixes, que utilizem de metodologias sociais e que não necessitem de aporte extra de recursos, ou seja, que seja sustentável economicamente para os povos indígenas.

RA: Na atuação conjunta entre instituições de ensino e pesquisa e promotorias de justiça, como no caso da Coordenação das Promotorias de meio Ambiente da Bacia Hidrográfica do Alto Ivaí, com sede em Campo Mourão e o curso de Engenharia Ambiental da UTFPR do mesmo município, cujos alunos fazem estágio no MP-PR. Na contratação de profissionais de áreas técnicas na assessoria de promotores e promotoras

de justiça, com constante aperfeiçoamento da equipe, garantindo contato entre a academia e órgãos de execução.

5. Que novos conhecimentos científicos ou informações ajudariam a alcançar melhor sua(s) meta(s)? Por favor, forneça exemplos específicos.

KD: Em relação a robustez das informações sobre impactos gerados pelas hidrelétricas, seria interessante termos:

- Dados sobre qualidade da água para consumo e usos pessoais, assim como variações dos níveis do rio
- Dados sobre a quantidade e qualidade do recurso pesqueiro, incluindo populações de quelônios e sua resiliência frente aos diversos barramentos do rio Teles Pires
- Levantamento de impactos sinérgicos ocasionados pelo complexo de 4 hidrelétricas na sub-bacia do Teles Pires, mas também aos impactos subjacentes (ex. desmatamento, uso intensivo de agrotóxico e outros), que nos levem a conclusões sobre resiliência ecossistêmica
- Análise detalhada do processo de licenciamento, com indicações sobre os pontos nevrálgicos de violação e os órgãos internacionais que poderíamos recorrer

Em relação à autonomia dos povos atingidos, seria interessante desenvolver técnicas sociais que assegurem a soberania alimentar das populações indígenas, principalmente povo Munduruku, quanto a melhoria na roça, aumento na disponibilidade de proteínas – quelônios e peixe -, qualidade da água para consumo. Meu projeto de doutorado vai nesta direção, e trabalha com a mudança na cosmologia e no entendimento do povo Munduruku quanto a sua definição de autonomia, frente às mudanças ambientais externas ocasionadas pela implementação das hidrelétricas no território e seus impactos sinérgicos.

BM: Nos moldes indicados acima, alguns exemplos de necessidades de mais conhecimento científico, valorizando conhecimentos tradicionais (o que implica na adoção de metodologias participativas com comunidades/movimentos locais) incluem conhecimentos básicos sobre ecossistemas aquáticos e territorialidades/meios de vida de populações tradicionais, e análise de impactos e riscos socioambientais de hidrelétricas

(inclusive cumulativos) sobre os territórios, meios de vida e direitos de povos indígenas e outras populações tradicionais, ecossistemas aquáticos, ictiofauna e pesca.

RA: Todos aqueles pertinentes ao tema. Exemplos: - descrição de nova espécies; divulgação de trabalhos científicos decorrentes de pesquisas na região; informações sobre novas possibilidades de geração de emprego e renda a serem estimuladas na região; alternativas à produção convencional etc.

### **Resposta dos participantes Indígenas**

Os participantes indígenas foram Cassiano Sotero Apinajé e Andressa Apinajé, professores e representantes do povo indígena Apinajé do Estado do Tocantins. Essas respostas foram transcritas do vídeo do evento.

CA: Eu sou Cassiano Apinajé, eu nasci em Tocantinópolis. Sou professor de educação indígena e trabalho com meu pessoal na comunidade. Eu também estou aqui como vice Cacique da minha comunidade. Sou bacharel em Pedagogia pela Universidade Federal do Tocantins e mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Tocantins. Eu gostaria de agradecer a todos por estarem aqui. Para começar meu discurso, gostaria de explicar sobre o nosso conhecimento e sobre os recursos naturais existentes na nossa terra indígena. Além disso, falarei sobre como articulamos e tomamos decisões sobre diferentes assuntos em nossa comunidade. Antes de tudo, gostaria de comunicar que a nossa situação é muito delicada. As nossas articulações internas para reuniões, rituais e outras festividades culturais são baseadas na coletividade ou ação coletiva. Em relação ao uso de recursos naturais, isso também se baseia no uso coletivo. Ninguém pensa de maneira individual, tomando decisões sozinho. Porque a terra para nós é um patrimônio que pertence a todos. É por isso que queremos preservá-lo. Não apenas a terra em si, mas os recursos que existem nela, como a água, os animais, peixes,

pássaros e outras diversidades. Os povos indígenas precisam lutar para preservar a terra e os recursos que existem nela.

Para as articulações externas, respeitamos a mesma abordagem utilizada para a organização interna. Os Apinajé e comunidades tradicionais no Tocantins sofrem o desrespeito especialmente em relação a alguns projetos que afetam nossa terra e nossas comunidades. Os Apinajé foram impactados pela construção da hidrelétrica de Estreito, e esta é uma questão delicada para nós. Os povos indígenas contam muito com parceiros e instituições do governo e ONGs. Os povos indígenas precisam do apoio desses grupos, porque estes podem ajudar a defender as terras indígenas e os recursos naturais. Vejo que os políticos não estão interessados em preservar as terras indígenas. É por isso que eu disse que precisamos nos articular e organizar e obter apoio para preservar a nossa terra. Aqui no Tocantins, o Conselho Indigenista Missionário (CIMI) é um parceiro importante. Também precisamos ter o apoio de universidades como a UFT.

Outras instituições que nos apoiam são o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) e a Comissão Pastoral da Terra (CPT). Eu gostaria de compartilhar algumas fotos com vocês, mostrando nossa associação e a nossa maneira coletiva de organizar. Outra maneira de nos articularmos internamente é através de nossos rituais. As mulheres Apinajé também se organizam para atividades produtivas, como quebrar o côco do babaçu. Nós controlamos essa produção usando nosso conhecimento. Outra forma de luta é através de movimentos e manifestações coletivas, como contra a barragem de Marabá. Nós reconhecemos que somos uma minoria. Acabamos perdendo contra os grandes projetos, mas precisamos continuar lutar contra isso. Apenas lutando você sabe se vai ganhar ou perder a causa. Foi o que aconteceu com a barragem de Estreito. Outra ferramenta de combate é a articulação, compartilhamento e aprendizagem com outras instituições e movimentos sociais, que compartilham um objetivo comum. Os Apinajé e outros povos indígenas do Tocantins também contam com o apoio do Ministério Público Federal (MPF), uma

instituição importante que defende nossos direitos. Nossa situação não é fácil. Como vocês podem nos ajudar a fazer com que os políticos e o governo respeitem nossos direitos, principalmente o processo de consulta, a consulta prévia? Isso é o que eu queria dizer.

AA: Bom dia a todos, sou Andressa Apinajé, professora da aldeia Bouti em Tocantinópolis. Eu também estou me formando em Educação na Universidade Federal do Tocantins. É uma honra estar aqui representando meu povo. Eu gostaria de fazer alguns comentários adicionais à fala do meu colega Cassiano. Quando falamos sobre as lutas do nosso povo, nós sofremos as consequências da construção da barragem de Estreito. Eu gostaria de destacar que as leis que garantem nossos direitos são apenas escritas no papel. Porque quando dizemos “não” às barragens, isso não é considerado. Que tipo de informação pode ajudar a fortalecer e melhorar nossas lutas? Nosso conhecimento deve ser mantido. Nosso conhecimento é a base para a defesa e proteção de nossas terras e biodiversidade. Eu quero finalizar meu discurso dizendo que nossa luta não tem fim e que somos os protagonistas dessas lutas.

## **Respostas do Governo**

1. Quais componentes da bacia/sistema socioecológico (por exemplo, quais recursos naturais, grupos sociais, etc.) você está encarregado de proteger e/ou desenvolver? Por que eles são valorizados ou valiosos?

FS: Considerando que o IBAMA é a instituição responsável pela execução da política nacional de meio ambiente, no âmbito do processo de licenciamento ambiental, são considerados os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos da área de implantação de um empreendimento. Desta forma, espera-se que avaliação/identificação dos impactos ambientais seja abrangente o suficiente para que, dentro das especificidades de cada tipologia e empreendimento, seja feita a mitigação ou compensação de todos os componentes afetados. A proteção e valorização de todos os

componentes ambientais são fundamentais para que se tenha a garantia constitucional de um meio ambiente ecologicamente equilibrado e preservado para as gerações atuais e futuras.

2. Como você trabalha atualmente para proteger ou desenvolver esses recursos?

FS: Através da avaliação de impactos ambientais gerados pela implantação de grandes projetos de infraestrutura, de forma que, (i) determinado empreendimento pode ser considerado inviável do ponto de vista ambiental ou (ii) que seja necessário fazer ajustes/melhorias no seu projeto para evitar determinados impactos negativos. Ao longo do processo, é feito o acompanhamento/cobrança da implantação das medidas mitigadoras ou compensadoras dos impactos negativos e garantindo a efetivação dos impactos positivos.

3. Como a ciência, o conhecimento ou a informação são usados atualmente nesse processo? Quais tipos de informação são usados? Por favor, cite exemplos específicos.

FS: De forma geral, todo o processo de avaliação de impactos ambientais e de monitoramento dos componentes afetados foi desenvolvido através de métodos científicos. O primeiro passo para a identificação dos impactos ambientais é o conhecimento dos componentes ambientais da região do empreendimento, antes de sua implantação. Assim, são realizados inúmeros levantamentos para a caracterização ambiental, sendo que, tais levantamentos são feitos e analisados através de métodos científicos. Utilizando o componente biótico de flora como exemplo, os levantamentos florísticos e fitossociológicos são realizados de acordo com métodos científicos. A partir do conhecimento da flora, os impactos sobre este componente são previstos e definidas as medidas mitigadoras e compensadoras. A confirmação da efetivação dos impactos e da eficácia das medidas mitigadoras é feita através de programas de



monitoramento, que, por sua vez, também seguem metodologia científica para obtenção e análise de dados.

Basicamente, o mesmo procedimento se aplica aos diversos componentes ambientais afetados por determinado empreendimento, aplicando-se, para cada um, os métodos mais apropriados para a área específica de conhecimento abrangida.

4. Que oportunidades existem para melhorar a inclusão de ciência, conhecimento e informação no processo de tomada de decisão? Por favor, cite exemplos descritivos.

FS: A tomada de decisão dentro do processo de licenciamento é feita pela Diretoria e Presidência, baseada em documentos técnicos (relatórios, pareceres, notas técnicas, etc.) elaboradas pelos técnicos que estão ligados diretamente à análise do processo. Desta forma, entendendo que a capacitação frequente dos técnicos, através da realização de cursos rápidos ou de longa duração, possibilita que os avanços do conhecimento científico sejam incorporados aos processos de licenciamento ambiental.

5. Quais novos conhecimentos ou informações ajudariam a alcançar melhor sua(s) meta(s)? Por favor, forneça exemplos específicos.

FS: Considerando a grande abrangência dos componentes ambientais avaliados no âmbito do processo de licenciamento, de uma forma geral, o desenvolvimento de metodologias mais precisas para a avaliação e monitoramento de impactos ambientais seriam de grande valia para o desenvolvimento do trabalho. Destaco, como exemplo, o avanço no conhecimento da fauna cavernícola, alternativas para mitigação de impacto sobre a ictiofauna em barragens, o desenvolvimento de turbinas de UHEs com melhor relação entre área alagada/geração de energia, metodologias para melhor aferição e mitigação dos impactos sobre o modo de vida de comunidades atingidas.

## Discussão

Apesar da quantidade de análises e ciências apresentadas no workshop sobre sistemas biofísicos e socioeconômicos, a desconexão ocorre entre a política e a tomada de decisão. Para resolver essa desconexão, é importante articular o que entendemos por conhecimento. Referimo-nos ao conhecimento como compreensão teórica e prática de algo com base em informações e dados e afetados amplamente pela experiência, educação e perspectiva. O conhecimento emerge de diferentes fontes e pode diferir no nível de impacto que tem no processo de tomada de decisão. Uma questão chave que emerge desta definição é: “Que oportunidades existem para melhorar a tomada de decisões considerando a diversidade de conhecimentos, valores e perspectivas de diferentes setores”?

Os participantes do setor acadêmico forneceram uma variedade de abordagens para o desafio de transferir conhecimento científico para os tomadores de decisão. Essas estratégias expandem as atividades “tradicionais” dos cientistas e paralelizam iniciativas recentes de comunicação científica na comunidade científica mais ampla. As ações incluem engajar a mídia, fazer aparições públicas, escrever para publicações não científicas, apoiar movimentos sociais de resistência para que possam participar do processo de tomada de decisão e ampliar a divulgação de resultados aos gestores por meio de diferentes formatos audiovisuais. Os participantes acadêmicos também enfatizaram a necessidade de metodologias para implementar uma análise de abordagem de sistemas e a necessidade de envolvimento dos cidadãos locais e conhecimento local nos processos de decisão.

Os participantes da ONG também abordaram oportunidades para incluir o conhecimento no processo de tomada de decisões, apontando o problema da “invisibilidade” das populações tradicionais nos processos de planejamento e a necessidade de os cientistas trabalharem em parceria com as comunidades locais e seus parceiros para gerar conhecimento

básico sobre os territórios tipicamente invisíveis para empreendedores hidrelétricos. Os parceiros sugeridos incluem entidades da sociedade civil e do Ministério Público, e sua inclusão em iniciativas de monitoramento independente de impactos socioambientais, visando subsídios para mitigação, estratégias de reparação e prestação de contas. Os participantes do setor de ONGs também listaram novos conhecimentos científicos ou informações que os ajudariam a alcançar seus objetivos: dados sobre a qualidade da água, níveis dos rios, recursos pesqueiros, desmatamento, uso de agroquímicos e resiliência dos ecossistemas; análise detalhada do processo de licenciamento; métodos para garantir a soberania alimentar das populações indígenas; e informações sobre novos tipos de renda pós-projeto e alternativas à produção convencional.

Os participantes indígenas compartilharam sua abordagem sobre o uso de recursos e fizeram um apelo aos outros setores para que auxiliassem em sua luta pela proteção de seus conhecimentos, terras e biodiversidade. Uma de suas estratégias nessa luta é “articular, compartilhar e aprender com outras instituições e movimentos sociais, que compartilham um objetivo comum”. Os Apinajé e outros povos indígenas do Tocantins também contam com o Ministério Público (MPF), uma instituição que defende seus direitos. Eles expressaram a necessidade de estratégias para fazer o governo respeitar seus direitos, particularmente no processo de consulta.

A meta declarada do participante do governo é produzir uma avaliação de impacto ambiental abrangente o suficiente para implementar mitigação total ou compensação de todos os componentes afetados. Quando questionados sobre as oportunidades existentes para melhorar a inclusão do conhecimento no processo de tomada de decisão, o participante do governo sugeriu o treinamento frequente dos técnicos que preparam relatórios, opiniões e notas técnicas utilizadas pela Diretoria e pela Presidência para decidir sobre as licenças. Para melhor alcançar as metas do setor governamental, o participante pediu métodos mais precisos para a avaliação e monitoramento de impactos ambientais, bem

como métodos para melhor mensuração e mitigação de impactos no modo de vida das comunidades afetadas.

Uma barreira que afeta todos os setores na geração e transferência de conhecimento é o financiamento necessário para coletar dados de base, caracterizar com precisão os sistemas biofísicos e socioeconômicos bem o suficiente para prever impactos e fornecer o acompanhamento necessário para avaliar os impactos e os esforços de mitigação. Outra barreira para incorporar o conhecimento científico e indígena na tomada de decisões é a diferença de prioridades entre as perspectivas governamentais e não-governamentais. Por exemplo, os planejadores de projeto geralmente se concentram na geração e no custo de energia, e muitas vezes a localização de um projeto em potencial é determinada pelo ponto de maior produção de energia antes que a parte de licenciamento do projeto seja concluída. Isso impede a consideração de riscos biofísicos e socioeconômicos e implicações no processo de decisão. A ênfase nas medidas de todo o sistema em escalas de tempo mais longas, juntamente com o foco nas ligações entre o ambiente e os fluxos econômicos, poderia servir para alinhar mais de perto as prioridades de vários setores.

Em todos os setores, os entrevistados concordaram com o benefício de mais colaboração e a necessidade de conhecimento adicional dos sistemas em questão, a fim de melhorar o processo de tomada de decisão e planejamento dos projetos. Mais pontes estão sendo construídas entre a academia e os movimentos sociais e instituições parceiras do que com entidades governamentais/de infraestrutura, sugerindo que um esforço deve ser feito em maior colaboração entre os setores governamentais e não-governamentais. A colaboração deve incluir protocolos de consulta com as comunidades locais no início do processo de tomada de decisão.

## **Conclusões**

As questões ambientais e socioeconômicas enfrentadas pela governança na Amazônia são diversas, dinâmicas e complexas, levando a

uma profunda necessidade de desenvolver, descobrir, compartilhar e utilizar o conhecimento sobre sistemas afetados por barragens. As recomendações fornecidas nesta mesa-redonda enfatizam a expansão da pesquisa baseada em sistemas, envolvendo comunidades locais como colaboradores de pesquisa, estendendo esforços para monitorar impactos e promovendo a colaboração e comunicação entre setores em múltiplos estágios, da consulta ao processo de monitoramento de impacto. A incorporação de novas abordagens à geração e transferência de conhecimento e sua inclusão na formulação de políticas governamentais pode, com o tempo, fazer uma diferença significativa na reformulação do ambiente em que as decisões de infraestrutura são tomadas. Esperamos que esta mesa redonda intersetorial forneça novos insights e inicie uma tendência de considerar o papel da transferência e implantação do conhecimento na busca de um envolvimento transdisciplinar e multissetorial na tomada de decisão e na formulação de políticas.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a todos os participantes da mesa redonda pelo seu tempo e energia no desenvolvimento desta atividade; a Universidade Federal do Tocantins por sediar a oficina, a Dra. Elineide Marques pela coordenação do evento, e os alunos do ADN pela assistência na coordenação. Um agradecimento especial à Dra. Sharlynn Sweeney por seu trabalho na elaboração da seção de discussão.



# Knowledge and policy debate: challenges and opportunities for improving socio-environmental decision-making and governance in the Amazon

*David Kaplan*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>1</sup>

*Evandro M. Moretto*<sup>2</sup>

*Dernival V. Ramos Júnior*<sup>3</sup>

*Elizabeth Anderson*<sup>4</sup>

*Cassiano S. Apinajé*<sup>5</sup>

*Andressa Apinajé*<sup>5</sup>

*Robertson F. Azevedo*<sup>6</sup>

*Agostinho Chaves*<sup>7</sup>

*Karla Sessin-Dilascio*<sup>8</sup>

*Carolina R. C. Doria*<sup>9</sup>

*Angela Livino*<sup>10</sup>

*Brent Millikan*<sup>11</sup>

*Henrique Paiva de Paula*<sup>12</sup>

---

<sup>1</sup> University of Florida; [dkaplan@ufl.edu](mailto:dkaplan@ufl.edu), [simonea@ufl.edu](mailto:simonea@ufl.edu)

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo; [evandromm@usp.br](mailto:evandromm@usp.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins; [dernivaljunior@gmail.com](mailto:dernivaljunior@gmail.com)

<sup>4</sup> Florida International University; [epanders@fiu.edu](mailto:epanders@fiu.edu)

<sup>5</sup> Apinajé Indigenous tribe; [cassianoapinaje@gmail.com](mailto:cassianoapinaje@gmail.com); [andressaapinaje@gmail.com](mailto:andressaapinaje@gmail.com)

<sup>6</sup> Ministério Público do Estado do Paraná; [rfazevedo@mppr.mp.br](mailto:rfazevedo@mppr.mp.br)

<sup>7</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens

<sup>8</sup> Instituto Centro de Vida; [karla.dilascio@icv.org.br](mailto:karla.dilascio@icv.org.br)

<sup>9</sup> Universidade Federal de Rondônia; [carolinaredoria@unir.br](mailto:carolinaredoria@unir.br)

<sup>10</sup> Empresa de Pesquisa Energética; [livino.academia@gmail.com](mailto:livino.academia@gmail.com)

<sup>11</sup> International Rivers; [brent@internationalrivers.org](mailto:brent@internationalrivers.org)

<sup>12</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica; [henriquepdp@gmail.com](mailto:henriquepdp@gmail.com)

## **Abstract**

The objective of the knowledge and policy roundtable was to improve our understanding of how knowledge and policy related to Amazonian infrastructure development are connected from diverse perspectives, including: understanding perceptions of the roles of science, knowledge, and information in guiding decision and policy-making for the infrastructure sector; gathering current and future information and scientific knowledge needs of civil society, policy-makers and regulators; identifying barriers to, and opportunities for, the inclusion of new or relevant information and knowledge in decision-making; and assessing the policy relevance of the information being produced by the Amazon Dams International Research Network. To meet this objective, roundtable participants from academic, Indigenous, NGO, and government perspectives were asked to consider several overarching guiding questions as well as provide written or oral responses to sector-specific questions. The diversity of responses from both within and across sectors highlighted the variety of perspectives, goals, and utilization of knowledge among the involved groups. Many of the responses from the non-governmental sectors indicate disconnection between infrastructure decision-making and the scientific and Indigenous knowledge related to the areas of impact. All sector participants agreed on the desire for more collaboration, particularly in the early planning stages of projects. They also provided suggestions for additional data and knowledge needed to achieve sector goals, as well as strategies to bridge the gap between knowledge of impacted systems and governmental decision-making. Recommendations emphasize expanding systems-based research, involving local communities as research collaborators, extending efforts to monitor impacts, and furthering collaboration and communication between sectors at multiple stages, from initial consultation to the impact-monitoring process.

**Keywords:** Social-ecological systems, Environmental policy, Environmental impact assessment, Stakeholder decision-making

## **Introduction**

The objective of the knowledge and policy roundtable was to improve our understanding of how knowledge and policy related to Amazonian infrastructure development are connected from diverse perspectives, including: understanding perceptions of the roles of science, knowledge, and information in guiding decision and policy-making for the infrastructure sector; gathering current and future information and scientific knowledge needs of civil society, policy-makers and regulators; identifying barriers to, and opportunities for, the inclusion of new or



relevant information and knowledge in decision-making; and assessing the policy relevance of the information being produced by the Amazon Dams International Research Network.

## **Materials and methods**

To meet this objective, roundtable participants from the academic, Indigenous, NGO, and government perspectives were invited to serve on the panel and asked to consider several overarching “guiding questions”:

- 1) How do scientists, policy-makers, Indigenous peoples and other stakeholders perceive the current role of science, knowledge, and information in policy and decision-making?
- 2) What types of information are currently being used for shaping or informing a particular set of decisions? How (tools, systems)? How is this process changing or evolving?
- 3) What are the current and future information needs of Indigenous peoples, policy-makers and regulators? Are knowledge producers meeting those needs? If not, why?
- 4) What opportunities exist to improve the process for including science, knowledge, and information in decision-making?
- 5) Are Indigenous, local and other non-Western knowledge assessment modes considered in decision-making? How?

Next, participants were asked to develop written or oral responses to sector-specific questions before the May 2018 workshop in Palmas. Specific questions are listed below by sector.

For government panel members:

- i. What components of the watershed/system (e.g., which natural resources, social groups, etc.) are you charged with protecting and/or developing? Why are they valued or valuable?
- ii. How do you currently work to protect or develop these resources?
- iii. How is science, knowledge, or information currently used in this process? What kinds of information are used? Please give specific examples.
- iv. What opportunities exist to improve the inclusion of science, knowledge, and information into the decision-making process? Please give

descriptive examples. v. What new science, knowledge, or information would help you better meet your goal(s)? Please provide specific examples.

For MPE and NGOs: i. What components of the watershed/system (e.g., which natural resources, social groups, etc.) does your organization protect, represent, or develop. Why are they valued or valuable? ii. How does your organization work to protect these resources? iii. How is science, knowledge, or information currently used in this process? What kinds of information are used? Please give specific examples. iv. What opportunities exist to improve the inclusion of science, knowledge, and information into the decision-making process? Please give descriptive examples. v. What new science, knowledge, or information would help you better meet your goal(s)? Please provide specific examples.

For Indigenous panel members: i. What components of the river environment do you protect in the region you live? Why are they valuable? ii. How do you work to protect these resources? iii. What information or knowledge do you use to protect these resources? Please give specific examples. iv. Has your people's knowledge been used in decision-making for river and forest use and development (e.g. hydroelectric dams)? How? v. What opportunities exist to improve the inclusion of science, knowledge, and information into the decision-making process? Please give descriptive examples. vi. What new science, knowledge, or information help you better meet your goal(s)? Please provide specific examples.

For academic panel members: i. What resources does your research address (forests, water, energy, fish, culture, etc.)? How and why is this resource threatened, vulnerable, or valuable? ii. How does your present research address these threats? iii. How does the potential utility of your science for informing policy making influence your research approach? Please give specific examples. iv. What can you do to make your science, knowledge, or information more useful in decision-making? v. What new science, knowledge, or information (i.e., work that is not being done by you or others) do you think are needed to improve decision-making?

## Results

The roundtable included 12 participants from the government, NGO, Indigenous, and academic perspectives (Fig. 1). A synthesis of the responses from each sector is given below.

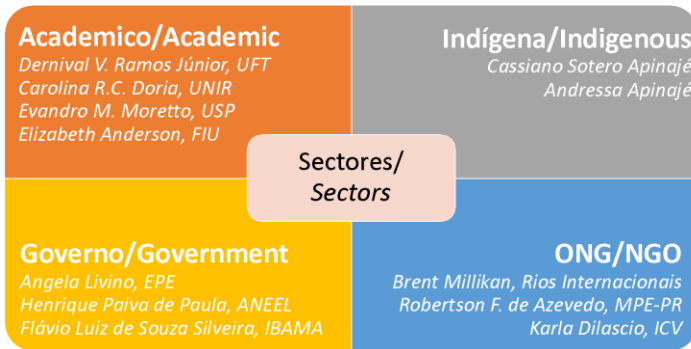


Figure. 1. Roundtable participants

## Responses from Academia

1. What resources does your research address (forests, water, energy, fish, culture, etc.)? How and why is this resource threatened, vulnerable, or valuable?

EM: Currently, I develop research projects that deal with impacts of hydroelectric projects in the development of their affected localities. Therefore, all the resources mentioned in the question are involved, but indirectly. In general, all environmental resources (physical, biotic and social) constitute the structure and dynamics of the development phenomenon of a given region. When they are threatened, the very phenomenon of local development is also under threat. For example, riverine populations of the Madeira River depend on the "soil" resource for the practice of subsistence or commercial agriculture on a small ladder. Before filling the reservoirs of Jirau and Santo Antônio, these populations used the fertile soils of the river banks for planting. Then, with the flooding

of these soils, the main resource became unavailable and the agricultural activity was very compromised, also compromising the path of local development associated with this resource.

EA: My research focuses primarily on water, energy, fish, and culture in the western Amazon/Andean Amazon region. Andean Amazon rivers supply much of the sediment, nutrients, and even water to the lowland Amazon. They harbor high species richness of fishes, but also are the spawning grounds for many migratory fishes that move between the lowland Amazon and Andean rivers. The rhythms of life of people in the western Amazon are very tied to the natural fluctuations of rivers. Several Indigenous groups identify as river people or have origin stories linking them to rivers. Fish is the primary source of protein for people across the region. Rivers in the western Amazon/Andean Amazon are threatened by new infrastructure developments, most notably dams, roads, and Hidrovia.

DJ: The research that I develop currently works with riverine people (shippers and fishermen) displaced by the Estreito Plant. The research intersects from the concept of territorial questions the cultural (memory, the meanings) and the biophysical (water, fish and lands bordering rivers and lakes). It is difficult to say if these resources are threatened or have already been irreversibly committed. Social and cultural diversity, knowledge about the ecological system, is valuable knowledge from the cultural point of view; from a bio-physical point of view, the loss of aquatic biodiversity and the threat to the river stands out as droughts have intensified.

CD: Fish and Fishermen. Important fish in the Amazon as a source of food and for income generation for riverine families and artisanal and professional fishermen. The changes in the riverbed and in the flow and hydrological level affect mainly the composition of the ichthyofauna and the migration of the species, which has consequences in the abundance of these species in the system. These in turn affect fishermen economically dependent on this resource.

**2. How does your current research address these threats?**

EM: Currently, my research approaches how the arrival of a hydroelectric plant threatens or strengthens the phenomenon of local development, from the threats that occur in the various resources on which local development is dependent.

EA: My present research aims to understand the value of free-flowing rivers, both ecologically but also to people in the western Amazon.

- We recently completed an analysis of the effects of dams on river connectivity across the Andean Amazon region – showing that most existing dams are on tributary streams, meaning that the mainstem rivers of the 8 major Andean Amazon Basins are all still largely free-flowing. This scenario could change if proposed dams are built.
- We are examining the overlap in freshwater biodiversity (fishes), protected areas, and dams in the Andean Amazon region.
- We are developing new computational approaches to understand tradeoffs between various freshwater ecosystem services and ecosystem processes, and hydropower development in the Marañon Basin.
- We are supporting local organizations for cultural mapping of rivers in the western Amazon, to demonstrate the importance of rivers to diverse audiences.
- We are using low cost monitoring and citizen science approaches to better understand when and where fish migrate in the Amazon and the water conditions associated with those migrations.

DJ: I try to investigate these threats by articulating university knowledge, local knowledge and militant knowledge from qualitative research.

CD: We evaluate the impacts on the ecology and biology of fish communities and populations, as well as the social and environmental impacts on fishing activity and the fishery system and on interinstitutional relations within this system.

**3. How does the potential utility of your science for informing policy making influence your research approach? Please give specific examples.**

EM: Currently, the planning processes of hydroelectric plants start from the premise that the enterprise is an inducer of local development, especially from the increase of employment and local income. Therefore, the enterprise is understood by the entrepreneurs as also a vehicle that takes the development in the affected regions. However, there is no clear evidence about this relationship and my research seeks to evidence them in such a way as to subsidize the decision making process, indicating which socioeconomic elements should be better observed in the previous phases of planning of the enterprise for a better equation of the impacts which it has in local development.

EA: We are organizing a short course for environmental authorities about ecology, conservation, and management of tropical rivers. The focus is on the Andean Amazon region. Much of the course material will be developed from my research and that of course collaborators. We interact frequently with environmental authorities to understand the frameworks they have for river conservation or management. We try to frame our research so that it helps respond to their questions and needs for data as well. The best example I have of this is from East Africa, actually.

DJ: The relationship between research in human and social sciences and decision-making in Brazil is, it could be said, non-existent. On the other hand, the results of qualitative research that favor inter- and transdisciplinary approaches seem far from the decision-making tables. However, this knowledge, I believe, has helped to empower social movements and partner institutions in the fight against entrepreneurship and in denouncing harmful effects on traditional peoples and the ecological system. For example, the various studies and reports made by researchers on Belo Monte. In the case of the human sciences, the most remarkable work is that of Manuela Carneiro da Cunha and Sônia Magalhães.

CD: The demands or questions generated by the fishermen, whenever investigable, are used as a guide for our research. Example: After the construction of the dams the fishermen always complained that

the variation of the hydrological level caused by the dams had altered the fishing production (the capture). We are looking to partner with Dr. David Kaplan, to create a model that could best represent this relationship and capture hydrological level fluctuations to generate hypotheses of what may have happened after the implementation of the dams, seeking to respond to the fishermen's questions.

4. What can you do to make your science, knowledge, or information more useful in decision-making?

EM: I believe that participation in events of scientific dissemination, production of materials for the public and participation in spaces of public debate on the subject help to make my field of knowledge more useful for decision-making processes.

EA: Work collaboratively with different sectors to understand their needs for data and gaps in understanding of river science and management. Do this at the start – and then frame questions that will help respond to these needs and advance science, simultaneously. Speak to the media; be proactive about engaging with them and offer to do spots on radio, TV, public appearances, talks. Write for non-scientific publications. Short articles can get a lot of attention if put in the right publication. Attend non-traditional conferences. For example, we have done sessions on freshwater management and conservation at the Interamerican Conference of Mayors and Local Authorities, which happens every June in Miami and draws ~500 people. Each of them is a decision-maker at some scale.

DJ: The description and analysis of the social and economic impacts of the ventures on local populations, in theory, could improve the processes and lessen the socio-environmental impacts that future ventures would bring. However, I personally believe that there are a number of political issues that cross the relationship between decision-making, those affected and scientists, epistemic, socio-racial and geopolitical hierarchies that address the almost complete disregard of the

hundreds of studies conducted so far on the disruptive effects of entrepreneurs on the cultural resources of local populations - which directly affects the cultural diversity of the country - and which has been little considered. In this sense, the way forward is to support social movements of resistance and help empower their struggle so that, empowered, they can intervene positively in the decision-making process.

CD: Expand the dissemination of results to society in general and mainly to managers, in different audio-visual formats, booklets and/or technical documents. The generated material should address the topics in a simplified, objective and practical way the results and how they can contribute to the management. Whenever possible attend management forums on the subject and encourage the uses of the data. Example: We recently identified changes in the pirarucu fishery in the Mamoré/Madeira basin region. We systematized the existing information, raised others and together with the fishing colonies, fishermen, OEMA and MPE, we discussed a new fishing ordinance specifically for pirarucu in the area of reservoirs and upstream.

5. What new science, knowledge, or information (i.e., work that is not being done by you or others) do you think are needed to improve decision-making?

EM: A systemic approach is necessary in the analysis of the multifaceted processes that constitute the universe of environmental planning and management, so that an adequate integration of the knowledgeable ones can be made. The problem is the scarcity of methodologies and procedures to constitute systemic approaches. Moreover, there is also a lack of understanding that a genuinely systemic approach is dedicated to realizing the integration of a given reality by identifying emerging properties that connect the various fields of related knowledge.

EA: I think there is lots of room for collaboration between academia and other sectors. In many cases, the conversations happen after the



science is underway or even done, and publications are simply translated. I'd love to see more interaction at the proposal stage or even in creatively thinking about research questions. The future of Amazon rivers depends on a culture and mindset shift, to thinking about free-flowing systems as important for humans and nature, and as objects of conservation.

DJ: Perspective for the near future a strengthening of transdisciplinary and inter-epistemic work. This will only be possible if we deconstruct the historically imposed hierarchies - among others by the elites and the state - between knowledge and scientific subjects and local subjects and knowledge. Recent works show the pertinence of practicing what Boaventura de Souza Santos calls the "ecology of knowledge." With an effectively transdisciplinary science, we can democratize the production of knowledge and thus provide more solid epistemic subsidies for the resistance of social movements and their institutions to unilateral decision-making.

CD: The invisibility of fishermen, their low participation in discussion forums and lack of dialogue between the actors could be solved through citizen science or community science, associated with existing data collection techniques or not, to promote greater involvement and the empowerment of actors in making, analyzing data as well as decision-making (co-management).

### **Responses from NGOs/MPE**

1. Which components of the basin/system (e.g., what natural resources, social groups, etc.) does your organization protect, represent or develop? Why are they valued or valuable?

KD: The Teles Pires Forum has been working since 2012 to guarantee the socio-environmental rights of minority groups affected by the construction of hydroelectric dams in the Amazon, with a focus on the Tapajós basin. We work especially with the people impacted by the construction of the hydroelectric plants of Teles Pires and São Manoel,

together with the Munduruku people, and indirectly with the Sinop and Colíder HPP, supporting social movements like MAB, Levante da Juventude and others. We are in the movement to support the struggle of Indigenous peoples in the Juruena sub-basin, which still suffers from threats of large hydroelectric plants (HPP-12 or HPHE Castanheira) and several small hydropower plants (SHPs). Secondly, we also work with projects that seek to generate autonomy from these groups, given the change of scenery caused by the installation of hydroelectric plants. We experience disrespect for the rights of Indigenous peoples and their territories, and the situation of food, spiritual and social insecurity, a structural change that these enterprises bring to the groups directly affected by hydroelectric dams.

BM: The focus of International Rivers' work is on aquatic ecosystems and traditional populations (Indigenous peoples, fishermen, riverine, and other groups). They are valued because of their importance to the biological and cultural diversity and ecological integrity of the Amazon biome, and because both are seriously threatened by the construction of hydroelectric and other major infrastructure projects.

RA: The Public Ministry has attributions in relation to environmental, social, cultural, economic interests affected by hydroelectric projects. Acting on demand depends on the demand by social segments for the services provided. Currently in the state of Paraná a strategic project was established to monitor impacts, inspection of procedures and containment of hydroelectric projects in the state of Paraná.

2. How does your organization work to protect these resources?

KD: Our collective works on 3 fronts:

- 1) Denunciation of socio-environmental impacts caused by the construction of hydroelectric dams
  - a) Database about dam licensing
  - b) Collection of scientific data in used for the production of technical reports

- c) Preparation of political-media reports: video-reporting and communication materials and dissemination groups of independent communicators and mainstream media
- d) Advocacy and subsidies for the MPF
- 2) Training of interview leaders: law, communication for advocacy
- 3) Strengthening of local associations: drafting, project management and search of notices

BM: In priority areas, with the Xingu and Tapajós basins, support for local movements and networks, such as the Xingu Vivo Vivo para Semper, Teles Pires Forum, Vivo Juruena Network and Ipereg Ayu Movement, in terms of facilitating mobilization and capacity building activities of threatened populations about socio-environmental risks and impacts, violations of rights and strategies to defend them, including through the exchange of knowledge between community organizations.

Critical analysis on planning, licensing, financing and implementation of hydroelectric projects, focusing on limitations related to the sub-dimensioning of socio-environmental impacts and risks and human rights violations. Focusing activities based on critical analysis in various national and international spheres, together with partners, including networks such as the Infrastructure WG and the Front for a New Energy Policy for Brazil (FNPE), highlighting the local movement's proto-movement.

Grants for strategies and actions of the Federal Public Ministry and international bodies (e.g. UNHRC) for the defense of human rights and environmental legislation; Communication activities to clarify public opinion and decision-making about the fallacies of hydroelectric characterization in the Amazon as 'clean energy', as in the documentary 'Belo Monte: After the Flood'.

RA: Through the establishment of administrative procedures, civil inquiries and possible public civil actions, in administrative and/or judicial actions in each district, observing the principle of functional independence, by which the performance of each promoter or prosecutor of justice in their respective region or attribution depends solely on the

understanding of the holder on the relevance of the subject matter and form of action.

3. How is science, knowledge, or information currently used in this process? What types of information are used? Please cite specific examples.

KD: The first step in the preparation of politico-mediatic and technical reports is the collection of data on social impacts (e.g., changes in social structure), through the use of social methodologies, and of ecosystemic impacts, often linked to collection of biological data (e.g., water quality and river level variations, availability of fishery resources and chelonians, and environmental quality). This first step determines all communication materials for advocacy and technical reports that will serve as indications for the opening of PCAs to the MPF and as a source of information for negotiations with the licensing institutions (IBAMA, FUNAI, SEMA) and the decision on the implementation of the Brazilian NDCs (FBMC) and the Brazilian energy policy strategy (EPE, MME).

BM: These constitute the fundamental basis of critical analysis and incidence on key issues, such as chronic problems of sub-dimensioning of socio-environmental impacts and risks and human rights violations in the processes of planning, licensing, financing and implementation of hydroelectric projects. This type of approach requires contributions from researchers and experts from various disciplines, as well as the valuation of traditional knowledge, as shown by the list of authors of the book "Ocekadi: Hydroelectrics, Socioenvironmental Conflicts and Resistance Movements in the Tapajós Basin", co-published in 2016 with UFOPA, which includes contributions from social and natural scientists, including the Munduruku ethnic group.

RA: Any information provided based on the ministerial action, at any stage, preferably at the beginning of the joint action. Data on ecology, economics, social services and others are useful through partnerships established between the various promoters and educational institutions

operating in different areas and locations. In the state of Paraná, at various times, professionals from institutions such as UEM, UEL, UTFPR, UFPR, UNIOESTE, among others, have acted or worked in partnership with ministerial agents in various districts.

4. What opportunities exist to improve the inclusion of science, knowledge and information in the decision-making process? Please provide descriptive examples.

KD: Diagnosis was the first step in data collection. Subsequent work focused on the collection of information by the community in a process that we call additional monitoring of diagnostic information, as it follows the list of impacts raised in scientific studies. It would be very important to continue collecting scientific information that we have passed on, such as robust data on water quality and availability of fishery resources. The great barrier that we face in the continuity of these studies is our reduced ability to fund the field work of researchers. Monitoring works are costly and difficult to maintain for relatively satisfactory time in a scenario of low financial and human resources.

Our strategy in this case was to develop robust diagnostics in the initial phase of the impact survey and then involve the community in collecting information with an intuitive platform that guarantees user and information security.

Another important point for the directly affected communities, mainly Indigenous peoples, is the guarantee of their food sovereignty, which is highly affected by the construction of hydroelectric dams. Communities are looking for related projects, for example, improvement of the field, ethno-conservation of chelonians, fish farming, using social methodologies that do not need extra resources and are sustainable economically for Indigenous peoples

BM: In our view, it is necessary and urgent to involve scientists, especially through public institutions of science and research, working in partnership with traditional populations and their partners, to generate basic knowledge about the territories and territories that are typically

'invisible' to the hydroelectric entrepreneurs. A fundamental issue is the critical analysis of planning studies, including basin inventories and AAI, and economic feasibility and environmental impact of projects (EVTE, EIA), aiming at a real dimensioning of socio-environmental impacts and risks, and their economic implications, as well as in the debate on better energy policy solutions. In cases such as the hydroelectric plants of the Madeira, Xingu and Teles Pires rivers, we need greater engagement in initiatives for independent monitoring of socio-environmental impacts (e.g., aquatic ecosystems, water quality, fish fauna and fisheries), in partnership with local communities, civil society entities and the Public Prosecution Service - aiming at subsidies for mitigation and reparation strategies, accountability of entrepreneurs and financiers, and contributions to debates aimed at non-repetition of errors in other enterprises.

RA: In the joint action between teaching and research institutions and prosecutors, as in the case of the Coordination of the Environment Department of the Upper Ivaí Hydrographic Basin, with headquarters in Campo Mourão and the UTFPR Environmental Engineering course of the same municipality, whose students do internships at MPPR. In the hiring of professionals from technical areas in the advisory of promoters and prosecutors, with constant improvement of the team, ensuring contact between the academy and executive bodies.

5. What new scientific knowledge or information would help you to better achieve your goal(s)? Please provide specific examples.

KD: Regarding the robustness of information on impacts generated by hydroelectric plants, it would be interesting to have:

- Data on water quality for consumption and personal use, as well as variations in river levels
- Data on the quantity and quality of the fishery resource, including populations of chelonians and their resilience to the various impediments of the Teles Pires River
- Survey of synergistic impacts caused by the hydroelectric complex in the Teles Pires sub-basin, but also to the underlying impacts (e.g. deforestation, intensive

use of agrochemicals and others), leading us to conclusions about ecosystem resilience

- Detailed analysis of the licensing process, with indications about the bottlenecks of violation and the international bodies that we could use

Regarding the autonomy of the affected peoples, it would be interesting to develop social techniques that ensure the food sovereignty of Indigenous populations, especially the Munduruku people, such as the improvement in the field, increase in the availability of proteins - chelonians and fish -, water quality for consumption. My PhD project goes in this direction, and works with the change in cosmology and the understanding of the Munduruku people as to their definition of autonomy, in the face of external environmental changes caused by the implementation of hydroelectric plants in the territory and their synergistic impacts.

BM: As mentioned above, some examples of needs for more scientific knowledge, valuing traditional knowledge (which implies the adoption of participatory methodologies with local communities/movements) include basic knowledge about aquatic ecosystems and territorialities/livelihoods of traditional populations, and analysis of socio-environmental impacts and risks of hydropower (including cumulative) on the territories, livelihoods and rights of Indigenous peoples and other traditional populations, e.g., aquatic ecosystems, ichthyofauna and fisheries.

RA: Everyone and everything relevant to the topic. Examples: description of new species; dissemination of scientific works resulting from research in the region; information on new possibilities for generating employment and income stimulation in the region; alternatives to conventional production etc.

## **Response from Indigenous participants**

The Indigenous participants were Cassiano Sotero Apinajé and Andressa Apinajé, teachers and representatives of the Apinajé Indigenous

people of the State of Tocantins. These responses were transcribed from the video of the event.

CA: I'm Cassiano Apinajé, I was born in Tocantinópolis. I'm a teacher of Indigenous schools, and I work with my people in the community. I'm also here as a vice-chief in the community. I have a bachelor's degree in Pedagogy from the Federal University of Tocantins, and I also hold a Master's degree in Environmental Sciences from the Federal University of Tocantins. I would like to thank you all for being here. To start off my speech, I would like to explain about our knowledge and about the natural resources that exist in our Indigenous land. Also, I will talk about how we articulate and make decisions in our community, with diverse objectives. First of all, I would like to communicate that our situation is very delicate. The internal articulations for festivals or other activities based on meetings, rituals and other cultural festivities, are based on the collectivite or collective action. Regarding the use of natural resources, it is also based on collective use. Nobody thinks in an individual way, making decisions alone. Because the land for us is a patrimony that belongs to everyone. That's why we want to preserve it. Not only the land itself, but the resources that exist in it such as the water, the animals, fish, birds, and other diverse beings. Indigenous peoples need to fight to preserve the land and the resources that exist in it.

For the external articulations, we respect the same approach used for the internal organization. The Apinajé in the Tocantins suffer the disrespect towards us and traditional communities, especially related to some projects that affect our land and our communities. The Apinajé have been impacted by the construction of the Estreito hydroelectric dam, and this is a sensitive issue for us. Indigenous peoples count a lot on partners and institutions be they governmental or NGOs. Indigenous peoples need support from these groups, because they can help to defend the Indigenous lands and the natural resources. I see that the politicians are not interested in preserving Indigenous lands. That's why I said that we



need to articulate and organize, and get support to preserve our land. Here in Tocantins, CIMI is an important partner.

We also need to have the support from Universities such as UFT. Other institutions that support us are MAB and CPT. I would like to share a few pictures with you, showing our association and our collective way of organizing. Another way that we articulate internally is through our rituals. The Apinajé women also organize for productive activities, such as breaking the “babaçu” coconut. We control this production by using our knowledge. Another way of fighting is through movements and collective manifestation, such as against the Marabá dam. We have this conviction that we recognize we are a minority. We end up losing against the big projects, but we still need to fight it. Only by fighting it that you know if you will win or lose the cause. That’s what happened regarding the Estreito dam. Another tool for fighting is articulation, sharing and learning with other institutions and social movements, who share a common objective. The Apinajé and other Indigenous peoples from Tocantins also count on the Public Prosecution Service (MPF), which is an important institution that defends our rights. Our situation is not easy. How might you help us to make the politicians and government to respect our rights, mainly the consultation process, the prior consultation. That’s what I wanted to say.

AA: Good morning everyone, I’m Andressa Apinajé, teacher in the Bouti village in Tocantinópolis. I’m also majoring in education at Federal University of Tocantins. It is an honor to be here representing my people. I would like to make a few comments on my colleague’s Cassiano speech. When we talk about the fights and struggles of our people, we have suffered the consequences of the construction of the Estreito dam. I would like to highlight that the laws that ensure our rights are only written on paper. Because when we say “no” to the dams, this is not considered. What kind of information can help to strengthen and improve our fights? Our knowledge should be kept. Our knowledge is the base or the foundation for the defense and protection of our lands and biodiversity. And I would

like to finalize my speech saying that our fight has no end, and that we are the protagonists of these struggles.

## **Responses from Government**

1. What components of the basin/social-ecological system (e.g., what natural resources, social groups, etc.) are you in charge of protecting and/or developing? Why are they valued or valuable?

FS: Considering that IBAMA is the institution responsible for implementing the national environmental policy, in the ambit of the environmental licensing process, the physical, biotic and socioeconomic aspects of the area of implementation of an enterprise are considered. In this way, it is expected that environmental impact assessment/identification is comprehensive enough that, within the specifics of each typology and enterprise, mitigation or compensation of all affected components is made. The protection and enhancement of all environmental components are fundamental to the constitutional guarantee of an ecologically balanced and preserved environment for present and future generations.

2. How do you currently work to protect or develop these resources?

FS: By assessing the environmental impacts generated by the implementation of large infrastructure projects, so that (i) a particular enterprise may be considered unfeasible from an environmental point of view or (ii) that it is necessary to make adjustments/improvements to the project to reduce certain negative impacts. Throughout the process, the monitoring/collection of the implementation of the mitigating measures or compensating for the negative impacts is carried out and guaranteeing the effectiveness of the positive impacts.

3. How is science, knowledge, or information currently used in this process? What types of information are used? Please cite specific examples.

FS: In general, the whole process of evaluating environmental impacts and monitoring the affected components was developed through scientific methods. The first step for the identification of environmental impacts is the knowledge of the environmental components of the region of the enterprise, before its implementation. Thus, numerous surveys are carried out for the environmental characterization, and such surveys are done and analyzed through scientific methods. Using the biotic component of flora as an example, floristic and phytosociological surveys are performed according to scientific methods. From the knowledge of the flora, the impacts on this component are predicted and defined mitigating and compensating measures. The confirmation of the effectiveness of the mitigating measures and their effectiveness is done through monitoring programs, which, in turn, also follow scientific methodology for obtaining and analyzing data.

Basically, the same procedure applies to the various environmental components affected by a particular enterprise, applying the most appropriate methods to each one for the specific area of knowledge covered.

4. What opportunities exist to improve the inclusion of science, knowledge and information in the decision-making process? Please cite descriptive examples.

FS: Decision making within the licensing process is done by the Board and Presidency, based on technical documents (reports, opinions, technical notes, etc.) prepared by the technicians who are directly involved in the process analysis. In this way, I understand that the frequent training of technicians, through the provision of short- or long-term courses, allows the advances of scientific knowledge to be incorporated into environmental licensing processes.

5. What new knowledge or information would help you better achieve your goal (s)? Please provide specific examples.

FS: Considering the wide range of environmental components evaluated in the licensing process, in general, the development of more precise methodologies for the evaluation and monitoring of environmental impacts would be of great value for the development of the work. As an example, there is an advance in the knowledge of the cave fauna, alternatives to mitigate impacts on the ichthyofauna in dams, the development of hydroelectric power turbines with a better relation between flooded area/power generation, methodologies for better measurement and mitigation of impacts on the way of life of affected communities.

## **Discussion**

Despite the quantity of analysis and science presented at the workshop about biophysical and socioeconomic systems, a disconnect occurs between policy and decision-making. To address this disconnect, it is important to articulate what we mean by knowledge. We refer to knowledge as the theoretical and practical understanding of something based on information and data, and affected broadly by experience, education, and perspective. Knowledge emerges from different sources, and it can differ in the level of impact it has on the decision-making process. A key question that emerges from this definition is, “What opportunities exist to improve decision-making considering the diversity of knowledge, values, and perspectives from different sectors”?

The academic sector participants provided a variety of approaches to the challenge of transferring scientific knowledge to decision-makers. These strategies expand on the “traditional” activities of scientists, and parallel recent science communication initiatives in the wider scientific community. Actions include engaging the media, making public appearances, writing for non-scientific publications, supporting social

movements of resistance so they can participate in the decision-making process, and expanding the dissemination of results to managers via different audio-visual formats. The academic participants also stressed the need for methodologies to implement a systems-approach analysis, and the need for involvement of local citizens and local knowledge in decision processes.

The NGO participants also addressed opportunities for including knowledge in the decision-making process, pointing out the problem of “invisibility” of traditional populations in planning processes, and the need for scientists to work in partnership with local communities and their partners to generate basic knowledge about the territories typically invisible to hydroelectric entrepreneurs. Suggested partners include civil society entities and the Public Prosecution Service, and inclusion of them in initiatives for independent monitoring of socio-environmental impacts, aimed at subsidies for mitigation, reparation strategies, and accountability. NGO sector participants also listed new scientific knowledge or information that would help them better achieve their goals: data on water quality, river levels, fishery resources, deforestation, agrochemical use, and ecosystem resilience; detailed analysis of the licensing process; methods to ensure the food sovereignty of Indigenous populations; and information on new types of post-project income and alternatives to conventional production.

The Indigenous participants shared their approach to resource use and made a plea to the other sectors for assistance in their fight for the protection of their knowledge, lands, and biodiversity. One of their strategies in this fight is “articulation, sharing, and learning with other institutions and social movements, who share a common objective.” The Apinajé and other Indigenous peoples from Tocantins also count on the Public Prosecution Service (MPF), an institution that defends their rights. They expressed a need for strategies to make the government respect their rights, particularly in the consultation process.

The government participant's stated goal is producing an environmental impact assessment comprehensive enough to implement total mitigation or compensation of all affected components. When asked what opportunities exist to improve the inclusion of knowledge in the decision-making process, the government participant suggested frequent training of the technicians who prepare reports, opinions, and technical notes used by the Board and the Presidency to decide on licenses. In order to better achieve government sector goals, the participant called for more precise methods for the evaluation and monitoring of environmental impacts, as well as methods for better measurement and mitigation of impacts on the way of life of affected communities.

A barrier that affects all sectors in the generation and transfer of knowledge is the funding required to collect baseline data, to accurately characterize biophysical and socioeconomic systems well enough to predict impacts, and to provide the follow-up monitoring needed to evaluate impacts and mitigation efforts. Another barrier to incorporating scientific and Indigenous knowledge into decision-making is the difference in priorities between government and non-governmental perspectives. For example, project planners are generally focused on power generation and cost, and often the location of a potential project is determined by the point of highest power production before the licensing portion of the project is completed. This precludes the consideration of biophysical and socio-economic risks and implications in the decision process. An emphasis on system-wide measures over longer time scales, along with focusing on links between environment and economic flows, could serve to more closely align the priorities of various sectors.

Across sectors, respondents agreed on the benefit of more collaboration and the necessity for additional knowledge of the systems in question in order to improve the decision-making and planning process for projects. More bridges are being built between academia and social movements and partner institutions than with government/infrastructure entities, suggesting an effort should be made

to increase collaboration between governmental and non-government sectors. Collaboration should include consultation protocols with local communities early in the decision-making process.

## **Conclusions**

The environmental and socio-economic issues facing governance in the Amazon are diverse, dynamic and complex, leading to a profound need to develop, discover, share and utilize knowledge about dam-affected systems. The recommendations provided in this roundtable emphasize expanding systems-based research, involving local communities as research collaborators, extending efforts to monitor impacts and furthering collaboration and communication between sectors at multiple stages, from consultation to the impact-monitoring process. Incorporating new approaches to knowledge generation and transfer, and its inclusion in shaping government policies, may in time make a significant difference in reshaping the environment in which infrastructure decisions are made. We hope this cross-sector round table provides new insights and starts a trend of considering the role of knowledge transfer and deployment in the pursuit of transdisciplinary, multi-stakeholder involvement in decision and policy-making.

## **Acknowledgments**

The authors thank all roundtable participants for their time and energy in developing this activity, the Federal University of Tocantins for hosting the workshop, Dr. Elineide Marques for coordinating the event, and the students of the ADN for their assistance in coordination.

## Capítulo 1.4

# Avaliação da colaboração inter e transdisciplinar entre participantes da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas (RBA): resultados iniciais do workshop de Palmas

*A. Christine Swanson*<sup>1</sup>

*Stephanie Bohlman*<sup>1</sup>

*Mason Matthews*<sup>2</sup>

*Simone Athayde*<sup>3</sup>

### Resumo

A Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas (RBA) visa incentivar a colaboração de pesquisa inter e transdisciplinar a fim de aperfeiçoar a compreensão e gestão dos impactos sócio ecológicos gerados pela implementação de barragens hidrelétricas na Amazônia (ATHAYDE et al., 2019). Para medir o sucesso da rede em facilitar a pesquisa e a colaboração entre pessoas e grupos de diferentes origens, a rede é monitorada periodicamente através de pesquisas. Aqui, apresentamos as principais descobertas do mais recente trabalho de monitoramento, ocorrido na oficina do RBA de 2018 em Palmas, Tocantins, Brasil. Um total de 54 pessoas, de uma grande variedade de disciplinas, responderam a essa pesquisa. Os membros geralmente conduzem uma atitude positiva em relação à pesquisa e colaboração internacional e atualmente engajam ou já se engajaram em trabalhos multi, inter e transdisciplinares. A maioria dos pesquisadores da rede estão fortemente ligados uns aos outros, tanto colaborando quanto comunicando sobre trabalhos relacionados à barragem. Assim, descobertas iniciais indicam que a RBA está desenvolvendo a colaboração inter e transdisciplinar, como evidenciado nas diversas formas em que diferentes membros interagem com pesquisadores de diferentes disciplinas, juntamente com entidades governamentais e comunitárias.

---

<sup>1</sup> School of Forest Resources and Conservation, University of Florida; christineswanson@ufl.edu, sbohlman@ufl.edu

<sup>2</sup> Natural Hazards Center, University of Colorado; mason.mathews@gmail.com

<sup>3</sup> Tropical Conservation and Development Program (TCD), University of Florida; simonea@ufl.edu



## Introdução

A Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas (RBA) tem como objetivo incentivar pesquisas e colaborações inter e transdisciplinares em busca de uma melhor compreensão e gerenciamento dos impactos sócio ecológicos gerados pela implementação de barragens hidrelétricas na Amazônia (ATHAYDE et al., 2019). Uma das variáveis a ser medida sobre pesquisas inter e transdisciplinares é o grau em que a colaboração entre pessoas e grupos de diferentes origens é facilitada. Nesses projetos, geralmente concentramos principalmente na integração de pessoas de diferentes origens disciplinares. No entanto, em uma rede internacional como a RBA, também é necessário monitorar os níveis de comunicação e colaboração entre pessoas de diferentes países, diferentes tipos de organizações e outras categorias que podem diferenciar os participantes da ADN. Ao monitorar esses níveis de interações entre grupos, ao longo do tempo, ajudamos a determinar o grau em que as atividades da ADN promovem a ciência inter e transdisciplinar. Através do monitoramento periódico do desenvolvimento da RBA por meio de pesquisas e avaliações pré-pós-oficina, procuramos entender:

- 1). Que tipo de comunicação existia entre os participantes antes da existência da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas?
- 2) Como os padrões de comunicação mudaram resultando das atividades realizadas pela da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas?
- 3). Até que ponto as atividades da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas produziram comunicação e colaboração inter-sites entre pesquisadores de diversos locais e bacias hidrográficas?
- 4). Até que ponto as atividades da RBA promoveram a troca interdisciplinar de informações entre os participantes?
- 5). Quais tipos de produtos colaborativos os participantes produziram precedente a formação da rede (publicações, propostas, etc.) e como isso mudou como resultado de sua filiação?

A Análise de Redes Sociais (ARS) é uma ferramenta que pode ajudar consideravelmente no monitoramento da RBA à medida que a rede cresce e evolui (FREEMAN, 1978; BORGATTI; EVERETT; JOHNSON, 2018). Os *insights* da ARS podem revelar quais tipos de interações estão ocorrendo ou não, entre os diferentes grupos de participantes envolvidos na rede. Por exemplo, o ARS pode ser usado para medir o grau em que as pessoas dos diferentes países envolvidos na rede compartilham informações. Também pode ser usado para determinar o grau em que as comunidades afetadas por barragens estão se engajando com acadêmicos ou membros de ONGs. Uma vez que esses padrões tenham sido identificados, os resultados podem ser usados para criar intervenções destinadas a melhorar a interação entre esses grupos. O ARS pode ser usado para medir a eficácia das diferentes atividades realizadas pela RBA (seminários online, conferências, etc.) para promover interações transdisciplinares entre os participantes. Também estamos utilizando análises de coautoria e coocorrência para identificar grupos e comunidades de pesquisa (PERIANES-RODRÍGUEZ; OLMEDA-GÓMEZ; MOYA-ANEGÓN, 2010; SCIABOLAZZA et al., 2017). Esta informação é útil para aprimorar as conexões e atividades de rede.

Neste artigo sobre o relatório inicial, resumimos os principais resultados da pesquisa realizada com os participantes do Workshop da RBA 2018 em Palmas, realizado na Universidade Federal do Tocantins, com apoio da *National Science Foundation* (NSF) dos Estados Unidos.

## **Materias e métodos**

Pesquisas feitas periodicamente com os participantes foram realizadas on-line e durante reuniões e workshops específicos, de 2014 a 2018 (Tabela 1). A tabela abaixo resume os principais eventos, tipo de dados coletados e número de entrevistados para cada pesquisa aplicada neste período.

Os principais tipos de dados coletados nas pesquisas realizadas foram:

- Informações gerais dos participantes: afiliação, idade, sexo, proficiência linguística, cidade/país, orientação disciplinar
- Interesse específico na pesquisa sobre barragens hidrelétricas
- Experiência de trabalho em questões relacionadas a barragens em diversos rios e bacias hidrográficas
- Nível de envolvimento em pesquisa multi-, inter- e/ou transdisciplinar
- Engajamento nas atividades realizadas pela RBA
- Valor percebido por participar da rede
- Fatores que influenciam ou restringem pesquisas inter- e transdisciplinares
- Dados da rede social, especificamente, informações sobre quais outros participantes o entrevistado trabalhou e em que contexto
- Avaliações de oficinas ou eventos pré e pós
- Cinco palavras que melhor representariam o interesse e o trabalho dos participantes com barragens hidrelétricas

Em resumo, as estatísticas foram calculadas em R (R CORE TEAM, 2018) usando os pacotes dplyr (WICKHAM et al., 2018) e tidyr (WICKHAM; HENRY, 2018). Para desenvolver os gráficos da rede, usamos a função da rede do pacote da rede (BUTTS, 2015). A análise feita sobre a rede utiliza as informações sobre quais participantes trabalharam com outros participantes (dados de redes sociais) para desenvolver representações de conectividade entre participantes do grupo de oficinas da RBA. Todo o código produzido para esta análise está disponível em DOI: 10.5281/zenodo.2693361. As nuvens de palavras apresentadas neste relatório foram produzidas pelo software “Word Art.”

Tabela 1. Principais eventos da Rede Barragens Amazônicas que incluíram a avaliação do desenvolvimento da rede.

Ano	Evento	Instituição Anfitriã	Lugar	# de participantes	# de respondentes
2014	Workshop Internacional, CAPES Programa de Cooperação Internacional	Universidade Federal do Tocantins - UFT	Palmas, TO, Brasil	80	50
2014	Workshop Internacional, CAPES Programa de Cooperação Internacional	Universidade Federal de Rondônia - UNIR	Porto Velho, RO, Brasil	30	N/A
2015	Pesquisa on-line através da lista de email da RBA	N/A	N/A	N/A	74
2017	Workshop Internacional Flagstaff, Fundação Nacional de Ciências (National Science Foundation)	(U.S. Geological Survey and Northern Arizona University) (NAU)	Flagstaff, AZ, US	46	28
2018	Workshop Internacional em Palmas, Fundação Nacional de Ciências (National Science Foundation)	Universidade Federal do Tocantins - UFT	Palmas, TO, Brasil	200	53

## Resultados

Na primeira parte da pesquisa, foram coletadas informações demográficas sobre os participantes da RBA. Um total de 53 pessoas participaram desta pesquisa. Destes, a maioria (58%) se identificou como sexo feminino, enquanto 40% dos entrevistados se identificaram como sexo masculino (Fig. 1a). Sessenta e dois por cento dos entrevistados são do Brasil e os demais são dos Estados Unidos (Fig. 1b).

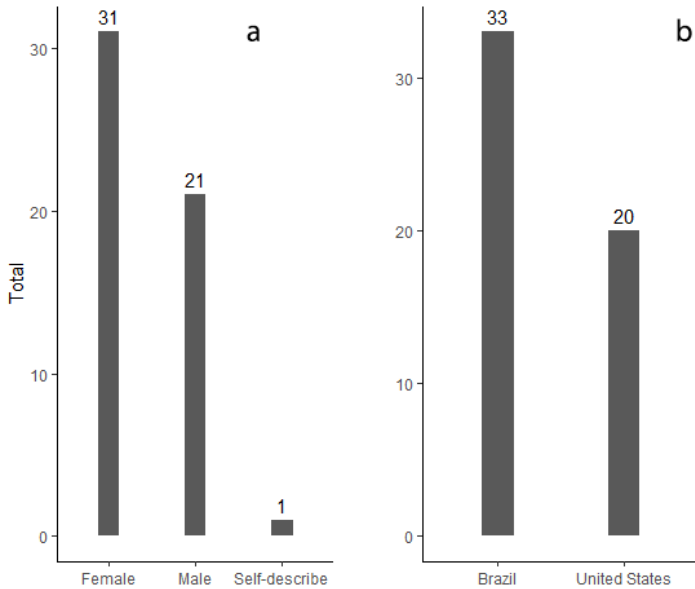


Figura 1. Número de entrevistados divididos por gênero (a) e país (b)

Os entrevistados eram principalmente do corpo de professores acadêmicos (26) ou estudantes de pós-graduação (20). O terceiro maior número de participantes era do setor governamental (10; Fig. 2). No geral, o grupo apresenta um alto nível acadêmico, já que todos os entrevistados, com exceção de dois, concluíram seus cursos de bacharelado (Fig. 3). Quase metade dos entrevistados possuem doutorado. A maior proporção de entrevistados (30%) se identificou como ecologistas (Fig. 4). A segunda maior taxa de resposta para a disciplina foi interdisciplinar, o que não é surpreendente, considerando que um dos objetivos da RBA é promover a colaboração interdisciplinar relacionada às barragens e seus impactos. Entretanto, houve uma ampla gama de disciplinas representadas, incluindo as ciências biofísicas e sociais (Tabela 2).

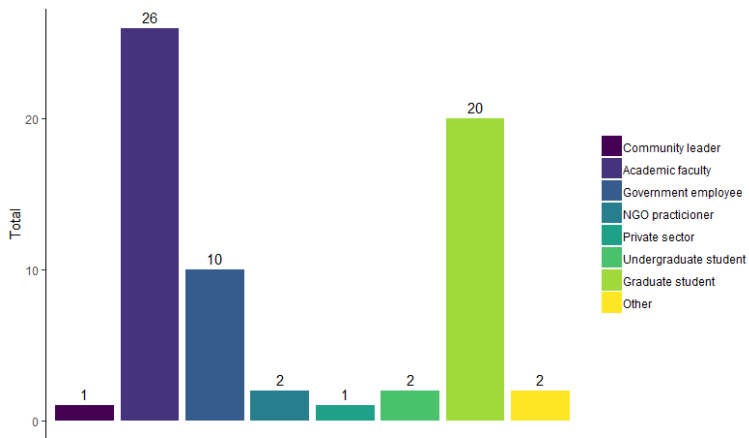


Figura 2. Setores de trabalho dos entrevistados. O número acima de cada barra indica o número de correspondentes.

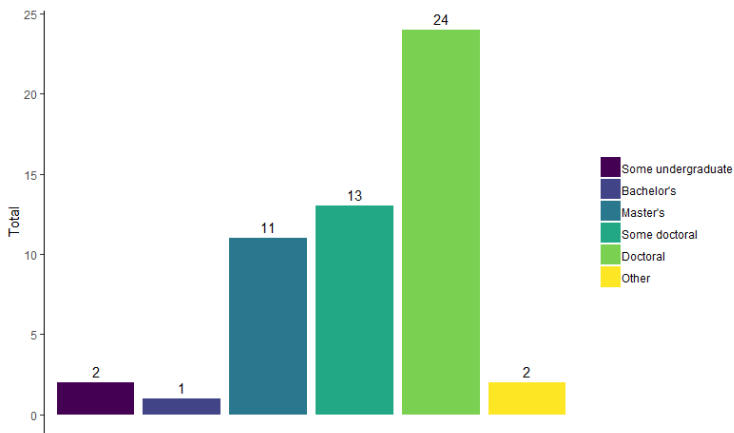


Figura 3. Nível acadêmico dos entrevistados. O número acima de cada barra indica o número de correspondentes.

Tabela 2. Afiliações disciplinares dos entrevistados.

Disciplina	# de respondentes	Disciplina	# de respondentes
Ecologia	16	Energia	1
Interdisciplinar	6	Engenharia	1
Antropologia	4	Ciências Ambientais	1
Biologia	4	Ecologia Humana	1
Geografia	3	Hidrologia	1
Química	2	Direito	1
Economia	2	Mudança Climática em terras Indígenas	1
Direitos	2	Filosofia	1
Sociologia	2	Ecologia Política	1
Ciências da Computação	1	Sociedade	1
Educação	1	Zoologia	1

Da mesma forma, havia uma ampla gama de pesquisas cujo interesse são barragens. O interesse de pesquisa com o nível mais alto de respostas foi governança e atores sociais (34), com povos indígenas e barragens em segundo lugar (23; Tabela 3). Peixes e pescarias, mudanças no uso e cobertura da terra, e hidrologia e geomorfologia tiveram níveis de interesse semelhantes, com 14-15 respondentes interessados em cada categoria.

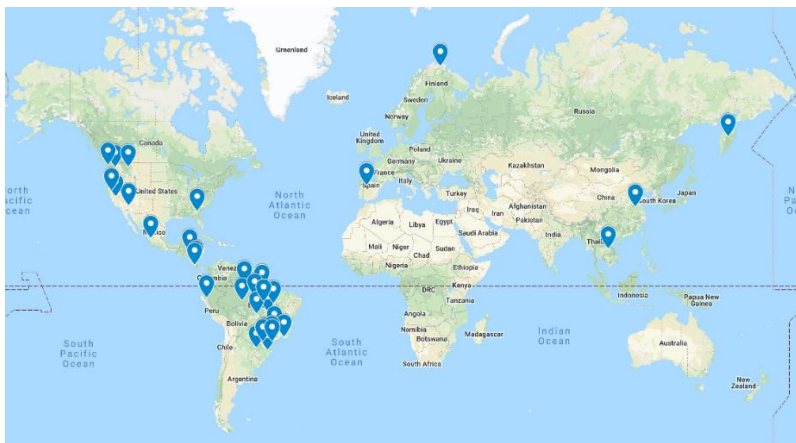


Figura 4. Mapa da localização dos rios onde os participantes da entrevista da RBA conduzem suas pesquisas.

A pesquisa ocorre em diversas bacias hidrográficas mundiais, sendo a maioria no rio Tocantins, o que não surpreende, dada a localização da conferência ser em Palmas, Tocantins. O segundo maior número de entrevistados trabalha com o rio Madeira. Onze entrevistados realizam pesquisas relacionadas à barragem nos rios Teles Pires e Xingu, e 8 entrevistados conduzem pesquisas no Rio Colorado. Apesar da concentração de pesquisas ser na Amazônia brasileira e nos sistemas do rio Colorado, os entrevistados relataram realizar pesquisas em sistemas fluviais em todo o mundo, incluindo países como Noruega, Honduras, Costa Rica, Camboja e Rússia (Fig. 4).

Os entrevistados se envolvem com a Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas em diversas maneiras (Tabela 4). A maioria (86,7%) relatou participar de conferências ou simpósios realizados pela RBA no Brasil. A lista de e-mail, a página do Facebook e o site também geram altos níveis de engajamento. As atividades com o menor engajamento tendem a ser iniciativas com focos disciplinares ou educacionais específicos, como o Subsídio de Sementes Indígenas da UFBI (*Indigenous Paralegals Seed Grant*) e o programa WIGF (*Water Institute Graduate Fellows*).

Tabela 3. Interesse dos entrevistados em barragens

<b>Interesse</b>	<b># de respondentes</b>	<b>Interesse</b>	<b># de respondentes</b>
Governança e atores sociais	34	Realocados	1
População indígena e barragens	23	Saúde	1
Peixes e pesca	15	Matéria Online	1
Mudança no uso e cobertura do solo	15	Regulamento do mercado	1
Hidrologia e geomorfologia de bacias hidrográficas	14	Impactos de outros projetos de desenvolvimento	1
Outro	3	Identidade social	1
Avaliações de ecossistemas adaptativos	1	(Social network) Redes Sociais	1
Gestão adaptativa	1	Sociedade e impactos econômicos	1
Biodiversidade	1	Impactos socioambientais	1
Biodiversidade/serviços ecológicos	1	Mulheres afetadas por barragens	1
Cultura	1		



Os entrevistados indicaram várias maneiras pelas quais a RBA promove seus objetivos de carreira (Fig. 5). No geral, os entrevistados veem o investimento na RBA como um impacto favorável nas suas carreiras, com a maioria dos entrevistados concordando fortemente que a RBA lhes permite colaborar com diversos pesquisadores nacionais e internacionais, além de que a rede oferece a oportunidade de aprender sob outras perspectivas. Da mesma forma, a maioria dos entrevistados concordam ou concordam fortemente que a Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas proporciona acesso a informações sobre as barragens da Amazônia e oportunidades de financiamento, permite a participação de uma comunidade de prática e dá a oportunidade de aprender com as experiências de implantação de usinas hidrelétricas nos Estados Unidos.

Tabela 4. Número de participantes em diferentes atividades geradas pela RBA.

<b>Atividade</b>	<b># de respondentes</b>	<b>Atividade</b>	<b># de respondentes</b>
Conferências ou simpósios da RBA no Brasil	46	Coopi	11
Lista de email da RBA	L	Outro	10
Grupos de Trabalho	38	Bolsa de Pós-Graduação do Water Institute	8
Web página da RBA	35	Programa Pró Amazônia	7
Página do Facebook da RBA	34	Ciência sem Fronteiras – Biodiversidade e Povos Indígenas (PVE)	7
Seminários online /web seminários	30	Programa de Meio Ambiente e Saúde das Sementes na UF	4
Conferências ou simpósios da RBA na UF	26	UFBI – Programa de apoio jurídico aos Indígenas	4

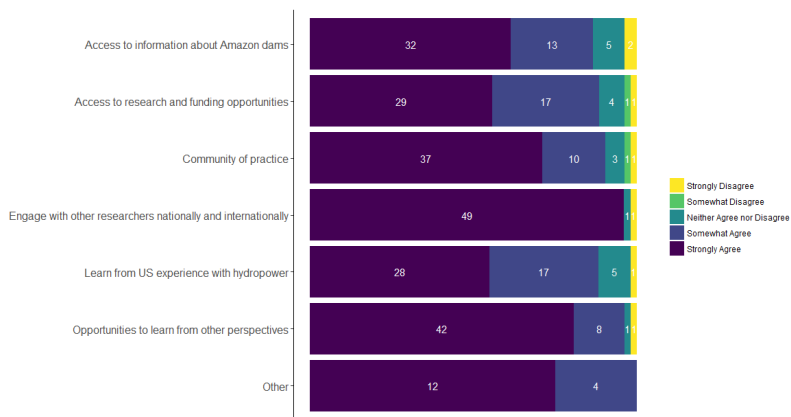


Figura 5. Visão dos entrevistados sobre como a RBA contribuiu para o seu desenvolvimento profissional. O número dentro de cada barra indica o número de respondentes

Os entrevistados da pesquisa já colaboraram com vários grupos enquanto participavam de pesquisas relacionadas a barragens. Muitos entrevistados se engajaram em contato direto com moradores de comunidades, funcionários do governo em nível federal e estadual, organizações indígenas e tribais, organizações de movimentos sociais regionais e nacionais, ONGs e grupos recreativos. Uma menor quantidade de pesquisadores se envolveram com sindicatos de trabalhadores e de comércio e empresas do setor privado (Tabela 5).

Tabela 5. Grupos com os quais os entrevistados da pesquisa colaboraram como parte de pesquisas relacionadas à barragens.

Grupo	# de respondentes	Grupo	# de respondentes
Habitantes de comunidades	36	Companhias do setor privado	18
Servidores públicos federais	31	Políticos locais/regionais	15
Servidores públicos estaduais	28	Grupos de recreação de recursos	15
ONGs	27	Cooperativas	10
Servidores públicos regionais	26	Políticos estaduais	9
Associações	23	Políticos nacionais	7
Organizações Indígenas e tribais	22	Outro	6
Organizações de movimentos sociais regionais	20	Sindicatos de trabalhadores rurais	5
Organizações de movimentos sociais nacionais	19	Sindicatos de comércio	4

Os participantes demonstraram interesse em vários produtos que podem ser facilitados pela colaboração com outros participantes da RBA (Fig. 6). Em geral, os entrevistados mostraram o maior interesse em colaborar em publicações revisadas por pares e na preparação de subsídios, e o menor interesse em produzir relatórios técnicos e organizar conferências e workshops.

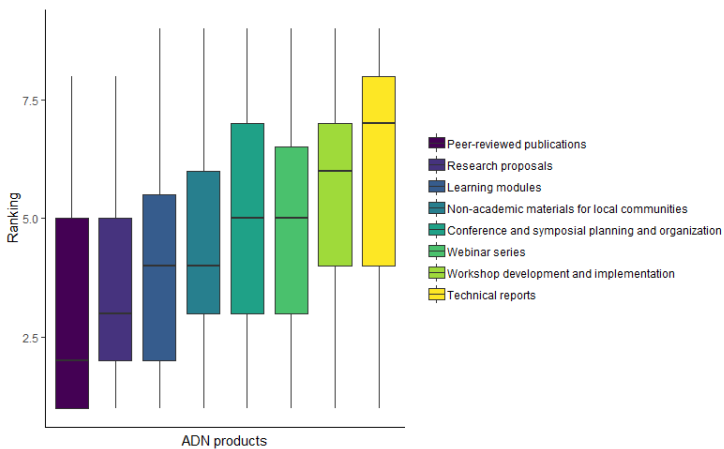


Figura 6. Boxplots de ranking por interesse em produzir diferentes produtos da RBA. Os rankings foram de 1 a 8, sendo 1 o item qual o entrevistado mais se interessa em produzir e 8 o item qual o entrevistado está menos interessado em produzir. Linhas horizontais dentro da caixa representam os valores medianos; os limites da caixa representam o primeiro e o terceiro quartis; os bigodes estendem-se aos menores e maiores valores dentro de 1,5 \* IIQ (intervalo interquartil).

A maioria dos entrevistados já participam do trabalho multidisciplinar (Fig. 7a) e do trabalho interdisciplinar (Fig. 7b) e, em menor grau, do trabalho transdisciplinar (Fig. 7c). Essa ênfase em trabalhar além de uma disciplina é apoiada pelo fato de que os entrevistados trabalharam com muitos grupos durante a realização de pesquisas relacionadas à barragens (Fig. 10). Como a própria RBA promove pesquisas inter e transdisciplinares, esperava-se que este workshop da RBA atraísse os participantes interessados em pesquisas que transcendessem uma única disciplina.

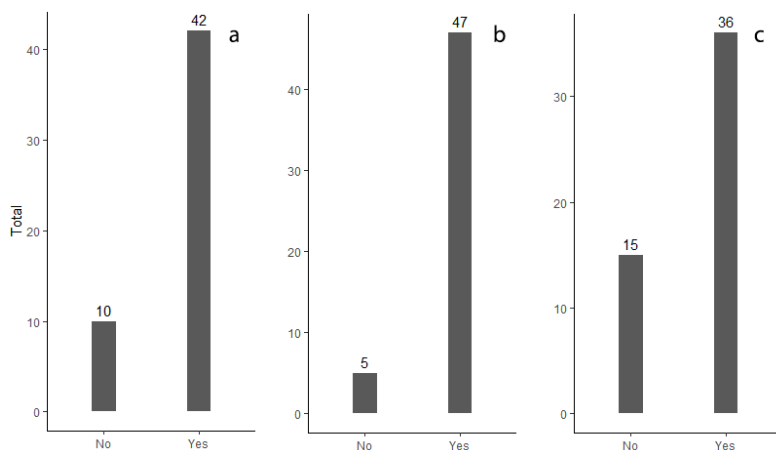


Figura 7. Participação dos entrevistados em (a) trabalho multidisciplinar, (b) trabalho interdisciplinar e (c) trabalho transdisciplinar. O número acima de cada barra indica o número de entrevistados.

Os entrevistados também demonstraram visões favoráveis em relação ao trabalho em equipe (Fig. 8). A maioria discordou de alguma forma ou fortemente com essas afirmações: eles eram mais produtivos trabalhando sozinhos e que as perguntas da pesquisa que estavam fazendo não mereciam colaboração com outras disciplinas. Ao colaborar em projetos, os entrevistados concordaram fortemente ou de certa forma que incorporaram métodos e teorias de outras disciplinas em suas pesquisas.

Os entrevistados reconheceram a importância de estabelecer relações de confiança entre os participantes, estabelecendo claras expectativas desde o início e uma boa comunicação como elementos críticos para o sucesso da ciência em equipe (Fig. 9). Os entrevistados indicaram que o elemento menos importante para colaborações bem-sucedidas foi o estabelecimento de protocolos para compartilhar e usar dados.

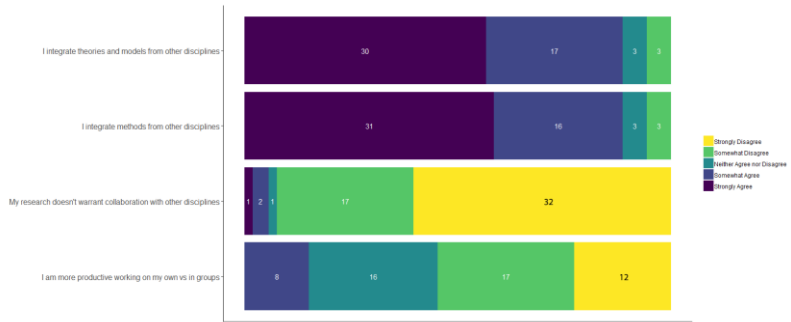


Figura 8. Respostas as perguntas sobre atitudes em relação à ciência em equipe: Eu costumo ser mais produtivo trabalhando em meus próprios projetos de pesquisa do que trabalhando como um membro de um grupo, as questões de pesquisa que eu estou interessado geralmente não garantem a colaboração de outras disciplinas, eu integro métodos de pesquisa de diferentes disciplinas e integro teorias e modelos de diferentes disciplinas. O número dentro de cada barra indica o número de entrevistados.



Figura 9. Boxplots de rankings de ações essenciais para promover uma colaboração bem-sucedida de pesquisa internacional, onde 1 era o valor mais importante e 12, o menos importante. Linhas horizontais dentro da caixa representam os valores medianos; os limites da caixa representam o primeiro e o terceiro quartis; os bigodes estendem-se ao menor e maior valor dentro de 1,5 \* IQR (intervalo interquartil).

Uma análise inicial de redes sociais foi conduzida para avaliar a comunicação e a colaboração entre participantes da RBA em ambos tópicos relacionados e não relacionados a barragens. A Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas tem um grupo central que se comunica e trabalha de perto com tópicos relacionados à barragem (Fig. 10a, b). No entanto, haviam várias pessoas que não possuíam vínculos com a rede principal. Isso indica que a rede está crescendo à medida que novas pessoas participam do workshop, mesmo ainda não tenham tido a

oportunidade de participar ou se comunicar sobre os tópicos relacionados à barragem com o grupo principal. A rede é muito mais difusa quando se trata de colaboração em tópicos não relacionados a barragens (Fig. 10c). Algumas pessoas estão trabalhando juntas, mas os laços são muito menores e menos recíprocos. Entretanto, a Figura 10d mostra que muitos na rede estão se comunicando uns com os outros sobre tópicos não relacionados a barragens. Essas comunicações podem resultar em futuras colaborações.

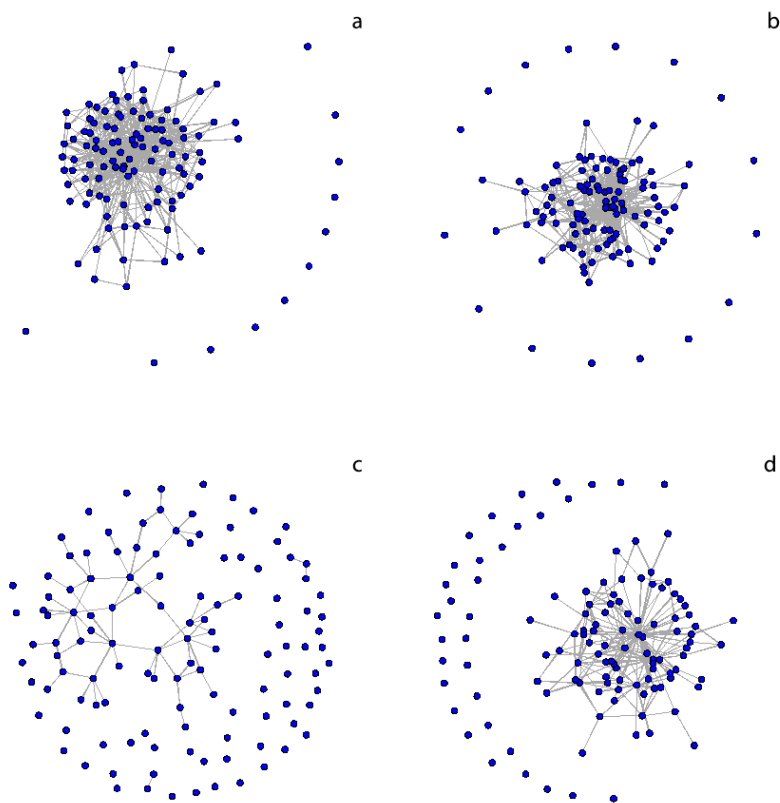


Figura 10. Diagramas da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas mostrando conexões entre pessoas que (a) colaboraram em tópicos relacionados a barragens, (b) comunicaram sobre tópicos relacionados a barragens, (c) colaboraram em tópicos não relacionados a barragens e (d) comunicaram em tópicos não relacionados a barragens. Cada ponto azul representa um entrevistado individual. Linhas cinzas indicam que os dois participantes representados pelos pontos azuis colaboraram (a, c) ou comunicaram (b, d) uns com os outros.



## **Conclusões**

Em resumo, os resultados da pesquisa mostram que a Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas hospeda muitas pessoas de diversas origens e interesses. Os participantes da RBA geralmente vêm do setor acadêmico e governamental, embora líderes da comunidade também sejam representados. A RBA é composta por um grupo de pessoas altamente qualificadas, muitos dos quais possuem pelo menos um diploma de bacharel e a maioria possuindo um título de doutorado. Pessoas das ambas ciências biofísicas e sociais são representadas, embora ecologia seja a disciplina mais representada. Os membros da rede geralmente têm uma atitude positiva em relação à colaboração internacional em pesquisas e estão atualmente ou anteriormente se engajaram em trabalhos multi, inter e transdisciplinares. A maioria dos pesquisadores da rede estão fortemente ligados uns aos outros, colaborando e comunicando sobre trabalhos relacionados a barragens. Há muito menos colaboração em trabalhos não relacionados a barragens, mas a comunicação sobre trabalhos não relacionados a barragens indica que há um grande potencial de colaboração neste trabalho no futuro.



# Assessing inter- and trans-disciplinary collaboration among Amazon Dams International Research Network (ADN) participants: preliminary results from the Palmas Workshop

*A. Christine Swanson*<sup>1</sup>

*Stephanie Bohlman*<sup>1</sup>

*Mason Matthews*<sup>2</sup>

*Simone Athayde*<sup>3</sup>

## Abstract

Amazon Dams International Research Network (ADN) aims to encourage inter- and transdisciplinary research collaboration to improve understanding and management of social-ecological impacts of hydroelectric dam implementation in the Amazon (ATHAYDE et al., 2019). To measure the network's success in facilitating research and collaboration among people from different backgrounds, the network is periodically monitored via surveys. Here, we present the main findings of the most recent monitoring effort, which occurred at the 2018 ADN workshop in Palmas, Tocantins, Brazil. A total of 54 people from a large variety of disciplines responded to this survey. Members generally have a positive attitude towards international research and collaboration and either are currently or have previously engaged in multi-, inter-, and transdisciplinary work. Most of the researchers in the network are strongly tied to each other both in collaborating in and communicating about dam-related work. Thus, preliminary findings indicate that the ADN is succeeding in fostering inter- and transdisciplinary collaboration as evidenced in the various ways different members interact with researchers from different disciplines as well as governmental and community entities.

## Introduction

The Amazon Dams International Research Network (ADN) aims to encourage inter- and transdisciplinary research and collaborations to

---

<sup>1</sup> School of Forest Resources and Conservation, University of Florida; christineswanson@ufl.edu, sbohlman@ufl.edu

<sup>2</sup> Natural Hazards Center, University of Colorado; mason.mathews@gmail.com

<sup>3</sup> Tropical Conservation and Development Program (TCD), University of Florida; simonea@ufl.edu

improve understanding and management of social-ecological impacts of hydroelectric dam implementation in the Amazon (ATHAYDE et al., 2019). One of the measuring sticks for inter and transdisciplinary research is the degree to which it facilitates collaboration among people from different backgrounds. In these projects, we often focus primarily on the integration of people from different disciplinary backgrounds. However, in an international network like the ADN we also need to monitor the levels of communication and collaboration among people from different countries, different types of organizations, and other categories which may differentiate ADN participants. By monitoring these levels of cross-group interactions over time, we can help determine the degree to which ADN activities foster inter- and transdisciplinary science. Through periodic monitoring of the ADN development through surveys and pre-post workshop evaluations, we sought to understand:

- 1) What type of communication existed among participants prior to the existence of the Amazon Dams International Research Network?
- 2) How communication patterns have changed as a result of the Amazon Dams International Research Network activities?
- 3) To what degree have Amazon Dams International Research Network activities produced cross-site communication and collaboration between researchers from diverse sites and watersheds?
- 4) To what degree ADN activities have fostered interdisciplinary information exchange between participants?
- 5) What types of collaborative products participants produced prior to the formation of the network (publications, proposals, etc.), and how this has changed as a result of their membership?

Social network analysis (SNA) is a tool that can greatly assist the monitoring of the ADN as it grows and evolves (FREEMAN, 1978; BORGATTI et al., 2018). Insights from SNA can reveal what types of interactions are occurring, or not occurring, between the different groups of participants involved in the network. For example, SNA can be used to measure the degree to which people from the different countries involved in the network share information. It can also be used to determine the

degree to which dam-affected communities are engaging with academics or NGO personnel. Once these patterns have been identified, the results can be used to create interventions designed to improve interactions between these groups. SNA can be used to measure the effectiveness of different ADN activities (webinars, conferences, etc.) to foster transdisciplinary interactions among participants. We are also using co-authorship and co-occurrence analyses to identify research groups and communities (PERIANES-RODRÍGUEZ et al., 2010; SCIABOLAZZA et al. 2017). This information is useful to improve the network connections and activities.

In this preliminary report article, we summarize the main findings of the survey conducted with participants of the Palmas 2018 ADN Workshop hosted at Federal University of Tocantins, with support from the National Science Foundation (NSF) of the United States.

## **Materials and methods**

Periodic participant surveys have been conducted on-line and during specific meetings and workshops, from 2014 to 2018 (Table 1). The table below summarizes the main events, type of data collected and number of respondents for each survey applied in this period.

The main type of data collected in these surveys were:

- General participant information: affiliation, age, gender identity, language proficiency, city/country, disciplinary orientation
- Specific research interest on hydroelectric dams
- Experience working on dam-related issues in diverse rivers and watersheds
- Level of engagement in multi-, inter- and/or transdisciplinary research
- Engagement in ADN's activities
- Perceived value for participating in the network
- Factors influencing or constraining inter- and transdisciplinary research
- Social network data, specifically information on which other participants the survey respondent has worked with and in what context
- Workshop or event pre- and post evaluations

- Five words that would best represent participants' interest and work on hydroelectric dams

Summary statistics were calculated in R (R CORE TEAM, 2018) using the dplyr (WICKHAM et al., 2018) and tidyr (WICKHAM; HENRY 2018) packages. To develop the network graphics, we used the network function from the network package (BUTTS, 2015). The network analysis uses information on which participants have worked with other participants (social network data) to develop representations of connectedness between participants within the ADN workshop group. All code produced for this analysis is available at DOI: 10.5281/zenodo.2693361. The word clouds presented in this report were produced by the “Word Art” software.

Table 1. Main Amazon Dams Network events that included assessment of network development.

Year	Event	Hosting Institution	Place	# of participants	# of respondents
2014	International Workshop, CAPES International Cooperation Program	Federal University of Tocantins	Palmas, TO, Brazil	80	50
2014	International Workshop, CAPES International Cooperation Program	Federal University of Rondônia	Porto Velho, RO, Brazil	30	N/A
2015	On-line survey through ADN listserv	N/A	N/A	N/A	74
2017	Flagstaff International Workshop, National Science Foundation	U.S. Geological Survey and Northern Arizona University	Flagstaff, AZ, US	46	28
2018	Palmas International Workshop, National Science Foundation	Federal University of Tocantins	Palmas, TO, Brazil	200	53

## Results

The first part of the survey collected demographic information about the ADN participants. A total of 53 people participated in the survey. Of those, the majority (58%) identified as female while 40% of respondents identified as male (Fig. 1a). Sixty-two percent of respondents were from

Brazil, and the remaining respondents were from the United States (Fig. 1b).

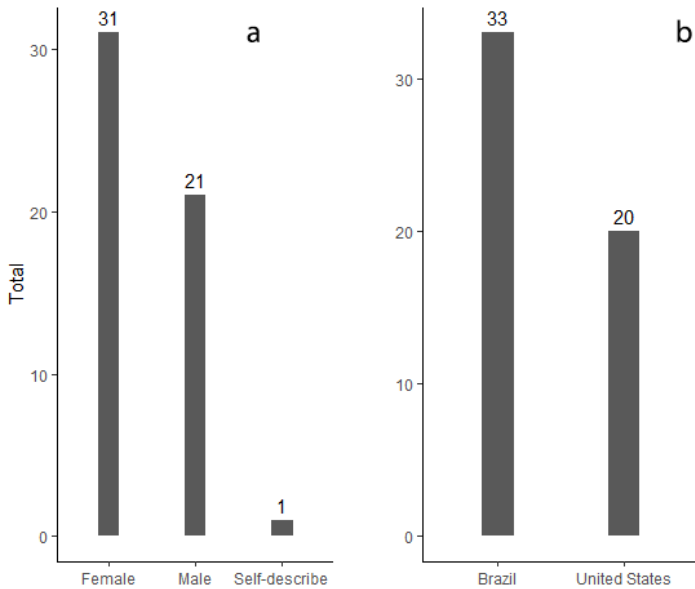


Figure 1. Number of respondents divided by (a) gender and (b) country

Respondents were mostly academic faculty (26) or graduate students (20). The third highest number of attendees were from the government sector (10; Fig. 2). Overall, the group was highly educated with all but 2 respondents having completed their bachelor's degrees (Fig. 3). Almost half of the respondents have a PhD. The largest proportion of respondents (30%) identified as ecologists (Fig. 4). The second highest response rate for discipline was interdisciplinary, which is not surprisingly given one goal of the ADN is to foster interdisciplinary collaboration related to dams and their impacts. However, there was a wide spread of academic disciplines represented, including biophysical and social sciences (Table 2).

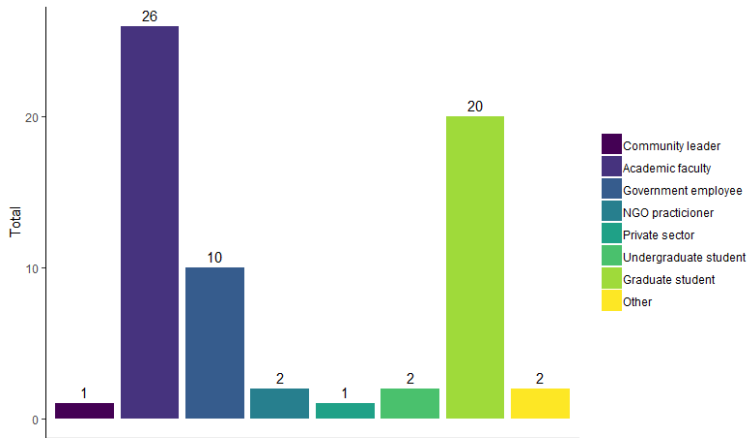


Figure 2. Respondents' job sectors. The number above each bar indicates the number of respondents.

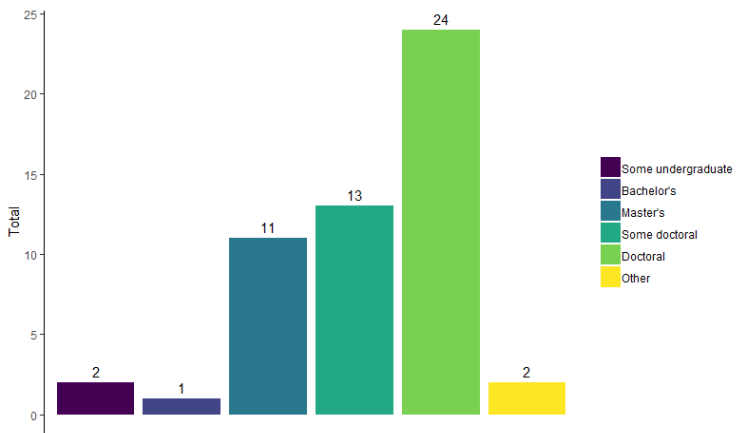


Figure 3. Educational level of respondents. The number above each bar indicates the number of respondents.

Table 2. Disciplinary affiliations of respondents.

Discipline	# of respondents	Discipline	# of respondents
Ecology	16	Energy	1
Interdisciplinary	6	Engineering	1
Anthropology	4	Environmental sciences	1
Biology	4	Human ecology	1
Geography	3	Hydrology	1
Chemistry	2	Law	1
Economics	2	Native American climate change	1
Rights	2	Philosophy	1
Sociology	2	Political ecology	1
Computer science	1	Society	1
Education	1	Zoology	1

Likewise, there was a broad range of research interests in dams. The research interest with the highest level of responses was governance and social actors (34), with Indigenous peoples and dams second (23; Table 3). Fish and fisheries, land use and land cover change, and hydrology and geomorphology had similar levels of interest with 14-15 respondents interested in each category.

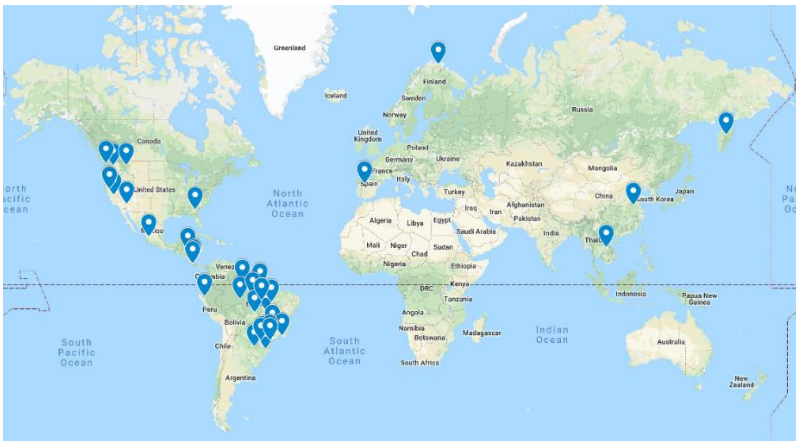


Figure 4. Map of river locations where ADN survey participants have conducted research

Participant research occurs in a variety of river basins throughout the world but is concentrated in the Tocantins River, which is not surprising given the location of the conference in Palmas, Tocantins. The second highest number of respondents work in the Madeira River. Eleven

respondents conduct dam-related research in the Teles Pires and Xingu Rivers, and eight respondents conduct research in the Colorado River. Despite the concentration of research within the Brazilian Amazon and Colorado River systems, respondents reported conducting research in river systems throughout the world, including in Norway, Honduras, Costa Rica, Cambodia, and Russia (Fig. 4).

Respondents engage with the Amazon Dams Network in many different ways (Table 4). Most (86.7%) reported attending conferences or symposia held by the ADN in Brazil. The email listserv, Facebook page, and website also have high levels of engagement. The activities with the lowest engagement tend to be initiatives with specific disciplinary or educational focus such as the UFBI Indigenous Paralegals Seed Grant and the Water Institute Graduate Fellows (WIGF) program.

Table 3. Respondents' interest in dams

Interest	#respondents	Interest	# respondents
Governance and social actors	34	Displacement	1
Indigenous peoples and dams	23	Health	1
Fish and fisheries	15	Online course	1
Land use and land cover change	15	Market regulation	1
Watershed hydrology and geomorphology	14	Impacts of other development projects	1
Other	3	Social identities	1
Adaptive ecosystem assessments	1	Social network	1
Adaptive management	1	Society and economic impacts	1
Biodiversity	1	Socioenvironmental impacts	1
Biodiversity/ecological services	1	Women affected by dams	1
Culture	1		

Respondents indicated various ways that the ADN furthers their career objectives (Fig. 5). Overall, respondents view investment into the ADN as having a favorable impact on their career, with most respondents strongly agreeing that the ADN allows them to engage with many researchers both national and internationally and provides the opportunity to learn from other perspectives. Likewise the majority of respondents either somewhat agree or strongly agree that the Amazon Dams International Research Network provides them with access to information on Amazon dams and funding opportunities, allows them to



participate in a community of practice, and gives them the opportunity to learn from experiences implementing hydropower plants in the United States.

Table 4. Number of participants in different ADN activities

Activity	# of respondents	Activity	# of respondents
ADN conferences or symposia in Brazil	46	Coopi	11
ADN email listserv	43	Other	10
Working groups	38	Water Institute Graduate Fellowship	8
ADN webpage	35	Pro-Amazonia program	7
ADN Facebook page	34	Science without Borders – Biodiversity and Indigenous Peoples (PVE)	7
Online seminars/webinars	30	UF Seeds Health and Environment Program	4
ADN conferences or symposia at UF	26	UFBI – Indigenous Paralegals Program	4



Figure 5. Respondents' views of how the ADN contributes to their professional development. The number within each bar indicates the number of respondents

Survey respondents have already collaborated with various groups while engaging in dams-related research. Many respondents engaged in direct contact with community inhabitants, government personnel at the federal and state level, Indigenous and tribal organizations, regional and national social movement organizations, NGOs, and recreational groups.

Fewer researchers engaged with trade and workers’ unions and private sector companies (Table 5).

Table 5. Groups with which survey respondents have collaborated as a part of dam-related research.

Group	# of respondents	Group	# of respondents
Community inhabitants	36	Private sector companies	18
Federal government personnel	31	Local politicians	15
State government personnel	28	Resource recreation groups	15
NGOs	27	Cooperatives	10
Local government personnel	26	State politicians	9
Associations	23	National politicians	7
Indigenous and tribal organizations	22	Other	6
Regional social movement organizations	20	Rural workers’ unions	5
National social movement organizations	19	Trade unions	4

Participants indicated interest in a number of products that might be facilitated by collaboration with other ADN participants (Fig. 6). Overall, respondents showed the greatest interest in collaborating on peer-reviewed publications and grant preparation and the least interest in producing technical reports and organizing conferences and workshops.

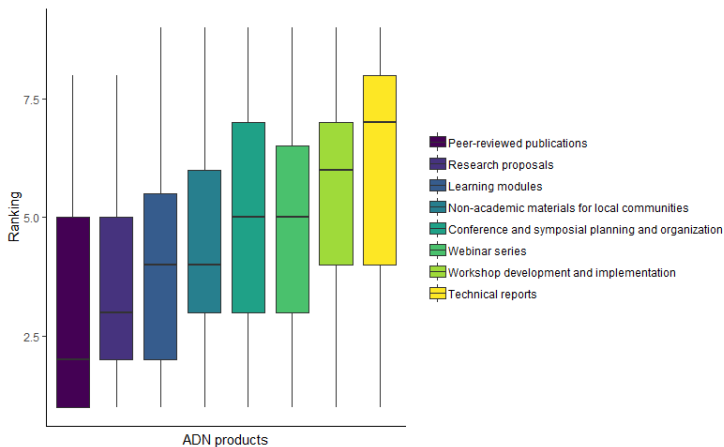


Figure 6. Boxplots of ranking order for interest in producing different ADN products. Rankings were from 1-8, with 1 being the item a respondent is most interested in producing and 8 being the item the respondent is least interested in producing. Horizontal lines within the box represent the median values; the box boundaries represent the first and the third quartiles; the whiskers extend to the smallest and largest values within 1.5\*IQR (inter quartile range).

Most respondents are already participating in multidisciplinary work (Fig. 7a) and interdisciplinary work (Fig. 7b) and to a lesser degree, transdisciplinary work (Fig. 7c). This emphasis on working beyond one discipline is supported by the fact that respondents have worked with many groups while conducting dam-related research (Fig. 10). Because the ADN itself promotes inter- and transdisciplinary research, this ADN workshop was expected to attract participants who are interested research that transcends a single discipline.

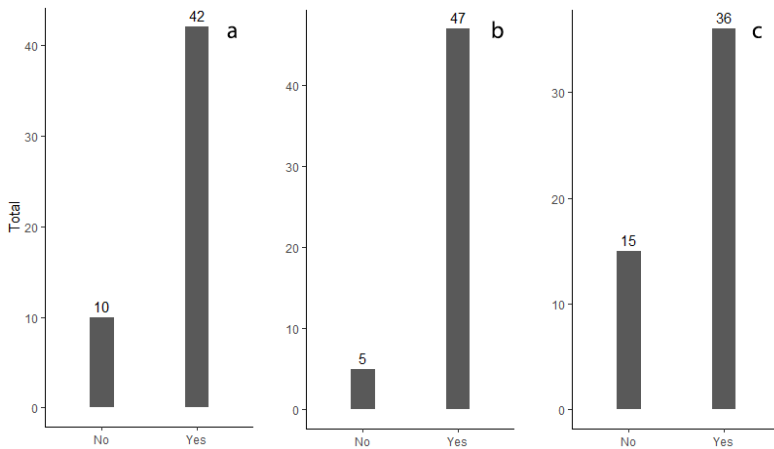


Figure 7. Respondents' participation in (a) multidisciplinary work, (b) interdisciplinary work, and (c) transdisciplinary work. The number above each bar indicates the number of respondents.

Respondents also showed favorable views towards working in teams (Fig. 8). The majority strongly or somewhat disagreed with these statements: they were more productive working alone and that the research questions they were asking did not merit collaboration with other disciplines. When collaborating on projects, respondents somewhat agreed or strongly agreed that they incorporated methods and theories from other disciplines into their research.

Respondents recognized the importance of establishing trusting relationships among participants, establishing clear expectations from the beginning, and establishing good communication as critical to the success

of team science (Fig. 9). Respondents indicated the least important element for successful collaboration was the establishment of protocols to share and use data.

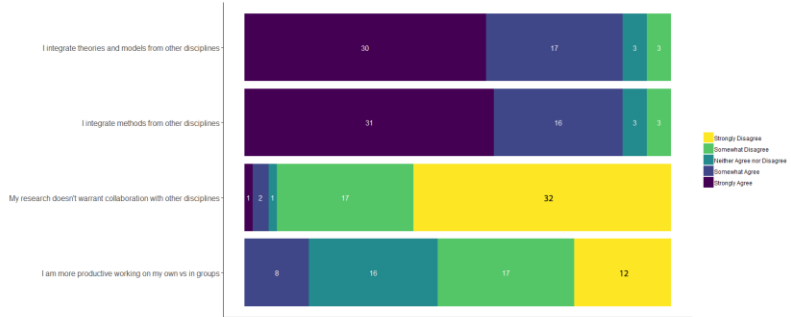


Figure 8, Responses to questions about attitudes towards team science: I tend to be more productive working on my own research projects than working as a member of a group, the research questions I am interested in generally do not warrant collaboration from other disciplines, I integrate research methods from different disciplines, and I integrate theories and models from different disciplines. The number within each bar indicates the number of respondents.

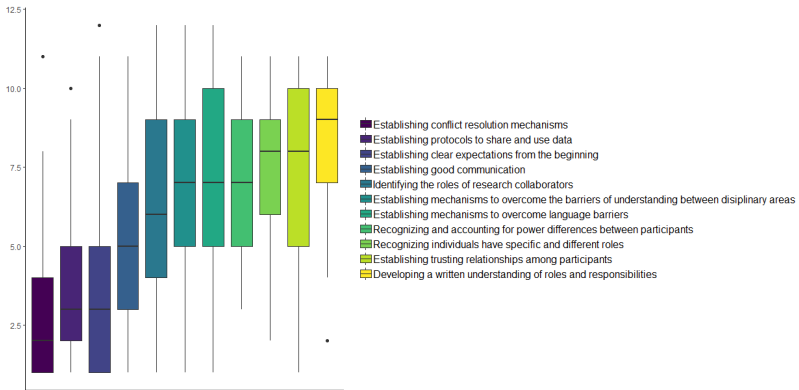


Figure 9. Boxplots of rankings of actions essential to promote successful international research collaboration where 1 was the most important and 12 was the least important. Horizontal lines within the box represent the median values; the box boundaries represent the first and the third quartiles; the whiskers extend to the smallest and largest values within 1.5\*IQR (inter quartile range).

A preliminary social network analysis as conducted to assess ADN’s participants’ communication and collaboration on both dam-related and non-dam related topics. The Amazon Dams Network has a core group that works closely and communicates about dam-related topics (Fig. 10a,b). However, there were several people who had no ties to the core network.

This indicates that the network is growing, as new people joined the workshop even though they have not yet had the opportunity to engage in or communicate about dam-related topics to the core group. The network is much more diffuse when it comes to collaboration on non-dam topics (Fig. 10c). Some people are working together, but the ties are much fewer and less reciprocated. However, Figure 10d shows that many in the network are communicating with each other about non-dam topics. These communications may result in future collaborations.

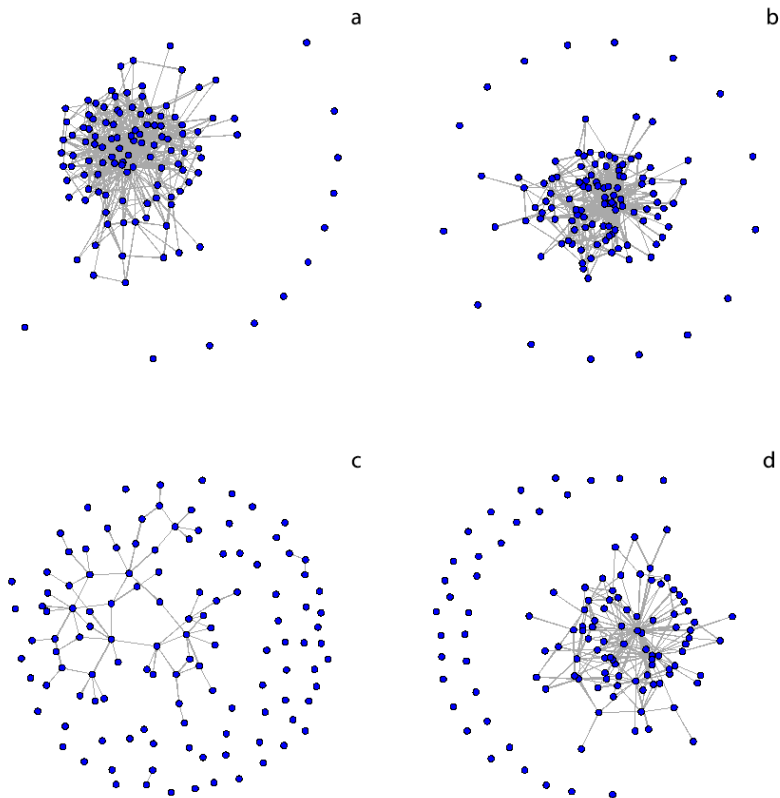


Figure 10. Diagrams of the Amazon Dams International Research Network structure showing connections between people who (a) collaborated on dam-related topics, (b) communicated on dam-related topics, (c) collaborated on non-dam topics, and (d) communicated on non-dam topics. Each blue dot represents an individual respondent. Grey lines indicate the two participants represented by the blue dots have collaborated (a,c) or communicated (b,d) with each other.



academic and government sector, though community leaders are also represented. The ADN is comprised of a group of highly-educated people, most of whom have completed at least a bachelor's degree and the majority of which have gone on to earn doctoral degrees. People from both biophysical and social sciences are represented, though ecology was the single most represented discipline. Members of the network generally have a positive attitude towards international research collaboration and are either currently or have previously engaged in multi-, inter-, and transdisciplinary work. Most of the researchers in the network are strongly tied to each other both in collaborating in and communicating about dam-related work. There is much less collaboration in non-dam related work, but communication about non-dam-related work indicates that there is great potential for collaboration in this work in the future.

## References

- ATHAYDE, S.; M. Mathews, L. Bair, S. Bohlman; W. Brasil; C. R. C. Doria; J. Dutka-Gianelli; Philip M. Fearnside; D. Kaplan; B. Loiselle; E. E. Marques; T. S. Melis; E. M. Moretto; A. N. Rossete; R. Vacca; and A. Oliver-Smith. 2019. Hydropower and management of social-ecological systems in the Amazon: A conceptual framework for integrative research and decision-making. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2019, 37:50-69.
- BORGATTI, S. P.; M. G. Everett; and J. G. Johnson. 2018. *Analyzing Social Networks*. 2 ed. Thousand Oaks: Sage.
- BUTTS, C. 2015. network: classes for relational data. The Statnet Project (<http://statnet.org>). R package version 1.13.0.1. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=network>
- FREEMAN, L. C. 1978. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks* 1(3):215-239.
- LEONE SCIABOLAZZA, V.; R. Vacca; T. Kennelly Okraku; and C. McCarty. 2017. Detecting and analyzing research communities in longitudinal scientific networks. *PLOS ONE* 12(8):e0182516.

PERIANES-RODRÍGUEZ, A.; C. Olmeda-Gómez; and F. Moya-Anegón. 2010. Detecting, identifying and visualizing research groups in co-authorship networks. *Scientometrics* 82(2):307-319.

R CORE TEAM. 2018. R: A language environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>

WICKHAM, H.; R. François; L. Henry; and K. Müller. 2018. dplyr: a grammar of data manipulation. R package version 0.7.8. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

WICKHAM, H. and L. Henry. 2018. tidyr: easily tidy data with 'spread()' and 'gather()' functions. R package version 0.8.2. URL: <https://CRAN.R-project.org/package=tidyr>





## **Seção 2**

### **Aprendizagens transdisciplinares**

#### **Transdisciplinary Learning**



## Capítulo 2.1

# Aprendendo com o outro: percepções e troca de saberes em uma visita de campo às comunidades tradicionais a jusante da Usina Hidrelétrica de Lajeado (Rio Tocantins, Brasil)

*Kelson Dias Gomes*<sup>1</sup>

*Regina Célia Barbosa Abreu*<sup>2</sup>

*Adila Maria Taveira de Lima*<sup>3</sup>

*Juliana Laufer*<sup>4</sup>

*Mariza Fernandes Souza*<sup>5</sup>

*Max P. Obeso*<sup>6</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>7</sup>

### Resumo

Este texto traz a percepção de acadêmicos e não acadêmicos que participaram de uma atividade de campo no município de Miracema do Tocantins, em um trecho do rio Tocantins cerca de 20 km à jusante da Usina Hidrelétrica de Lajeado (rio Tocantins, Brasil), com a finalidade de estimular a troca de conhecimento entre profissionais de diferentes áreas e os pescadores e pescadoras e moradores ribeirinhos da região. As interações entre os participantes ocorreram livremente durante a viagem de barco pelo rio, desde Miracema até

---

<sup>1</sup> Diretoria Regional de Educação – DRE, Secretária da Educação, Juventude e Esportes - SEDUC –TO; kelsonbio@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Art'Afro e Direitos Humanos/Colônia de Pescadores Profissionais Artesanais Z-16 de Miracema do Tocantins e Tocantínia-TO – COPEMITO; celiabreu5@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; adm.adila@gmail.com

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins e Center for Global Change and Earth Observations, Michigan State University; lauferjuliana@gmail.com

<sup>5</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; adm.adila@gmail.com

<sup>6</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO; maxobeso@gmail.com

<sup>7</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; emarques@mail.uft.edu.br

a Praia do Paredão, nas conversas com as comunidades e no banho no rio ao final. A percepção dos envolvidos foi registrada antes e após a realização da atividade. A iniciativa mostrou a importância do campo para a compreensão das questões socioambientais e a expectativa de retorno que se cria na comunidade a partir da abertura do diálogo.

**Palavras-chave:** Aprendizagem; Barragens hidrelétricas; Impactos; Pesca; Conhecimento local

## **Introdução**

Atividades de campo proporcionam percepções diversas nas quais a aprendizagem e o conhecimento empírico tradicional das comunidades e o acadêmico estão juntos, de modo horizontalizado. Neste sentido, relatamos a experiência dos participantes acadêmicos e não acadêmicos e da comunidade local sobre uma atividade de campo realizada no município de Miracema do Tocantins, à jusante da Usina de Lajeado (ou Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães).

O trecho visitado está entre a cachoeira do Funil e a cidade de Miracema, localizada a cerca de 20 km à jusante da Usina de Lajeado. Neste local a dinâmica do rio foi alterada, sendo regulada pela hidrelétrica desde o início da operação da Usina, em outubro de 2001. Essas modificações hídricas impactaram diretamente o modo de vida dos moradores da região, os quais convivem com alterações diárias do rio.

Durante o período de licenciamento para a implantação do empreendimento, quando foram discutidas as medidas de mitigação e compensação pelos impactos, a população local lutou pelos seus direitos. No entanto, mesmo com os avanços das negociações os moradores ainda possuem pendências que não foram contabilizadas e/ou previstas e buscam se ajustar às novas condições do local.

## **Contexto**

A atividade de campo foi planejada como parte do Workshop da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas, realizado em

Palmas, em maio de 2018, visando a experimentação do campo e a conexão de conhecimentos envolvendo os seguintes participantes: moradores locais (15 participantes), estudantes, técnicos, professores e pesquisadores de diferentes áreas provenientes de diversas regiões do Brasil (21 participantes) e dos Estados Unidos (15 participantes).

Como parte da atividade, foi realizada uma conversa com os pescadores, as pescadoras e os moradores ribeirinhos no Ponto de Apoio, às margens do rio Tocantins. A partir de então, seguiu-se de barco, subindo o rio, com uma parada na Ilha do Amor e na foz do Córrego Correntinho. Uma segunda parada para o diálogo com os ribeirinhos/agricultores do Povoado Chato (Fig. 1). Seguiu-se para o almoço e um banho de rio na Praia do Paredão (Fig. 2). Toda a atividade foi acompanhada pelos pescadores/pescadoras, pilotos dos barcos e outros representantes da comunidade local.



Figura 1. Registro da primeira conversa na chegada no Ponto de Apoio em Miracema (A), da viagem de barco subindo o rio (B) e conversa com ribeirinhos (C e D) – 14 de maio de 2018; Fotos A e C, Juliana Laufer; Foto B, Max P. Obeso; Foto D, Caio Mota).



Figura 2. Banho de rio ao final da atividade, na Praia do Paredão, Miracema do Tocantins (14 de maio de 2018; Fotos: Max P. Obeso).

Foi solicitado aos participantes (externos à comunidade) que respondessem a duas questões, uma antes e outra após a realização das atividades do dia. A primeira questão visou captar palavras chaves sobre as expectativas em relação ao local, considerando a familiaridade da maioria dos visitantes com o tema barragens - *Como você imagina o lugar que está indo visitar? O que espera encontrar?* A segunda questão teve como objetivo captar as percepções que chamaram atenção dos participantes durante a visita - *Qual é a tua percepção após o contato com o rio e com as pessoas? Você considera que conseguiu interagir e agregou conhecimento a sua vida profissional e pessoal?*

As respostas obtidas nos dois momentos foram sistematizadas em nuvens de palavras visando destacar os temas principais. A percepção dos moradores locais foi obtida a partir de conversas informais e a partir da manifestação espontânea dos moradores que acompanharam a visita de campo.

## **Interação e percepção do grupo de pesquisadores**

### **Expectativa sobre o lugar**

Os “impactos” relacionados à construção da barragem, as mudanças na vida dos moradores ribeirinhos, na pesca, na vegetação, no fluxo do rio, foram os principais comentários sobre o que esperar da visita e interação entre os pesquisadores e comunidade local, confirmando a familiaridade com as consequências das usinas nesta e em outras regiões, destacando as seguintes falas dos participantes antes da atividade:

*Paisagens e experiências que exemplifiquem cenários de impactos da UHE Lajeado e mostrem adaptações socioambientais que ocorreram ao longo do tempo.*

*Rio regulado....*

*...Rio sem cachoeiras, sem praias; a praia artificial eu imagino com quiosques e lugares para lazer.*





*Cheio de histórias.... Espero aprender com as pessoas de lá.*

*... comunidades que se adaptaram às mudanças impostas pela implantação das usinas, que exigiu um grande esforço de todos da comunidade.*

*Imagino encontrar exemplos de adaptação, resistência e força nas comunidades, como se recuperam e adaptam o modo de vida frente aos danos causados pelas barragens.*

*... o afeto das pessoas desta cidade antes da represa ser construída, e como isso mudou por causa disso...*

A diversidade de formações, interesses e preocupações pode ser percebida na listagem de palavras que mais aparecem nas respostas: desenvolvimento, tecnologia, energia, cidades (abandonadas, pequenas, planejadas), casas abandonadas, natureza, abundância de água, paisagem, praias naturais e artificiais, gente, sofrimento e organização entre outras (Fig. 3).

### **Impressões após atividade**

A atividade foi importante para evidenciar a conexão dos pescadores/ribeirinhos com o funcionamento do rio, especialmente com a utilização da várzea. As atividades de subsistência dos moradores locais, especialmente a produção de alimento na várzea e a pesca, foi influenciada diretamente pelo controle da água, ficando evidente nos comentários após o campo (Fig. 4).



Figura 4. Nuvem de palavras com as percepções após a realização das atividades de campo.

O rio é muito importante para a subsistência de pescadores/ribeirinhos que praticavam a agricultura na várzea conectadas com a subida e descida do rio. O controle do rio levou à redução na produção de alimentos e a dependência de alimento externo; ao mesmo tempo que a prática da agricultura no local exigiu a utilização de adubos e outras substâncias químicas, diminuindo a qualidade do alimento consumido. A interação entre o cultivo da roça e a pesca no período de cheias, associada a migração de peixes definia uma conexão intensa com o ritmo do rio. A implementação da Usina resultou na perda do controle da produção de comida, que era conectada com os ciclos naturais do rio; rio como um lugar de diversão;

.... ouvir os agricultores ribeirinhos contarem como o fluxo a partir da operação do reservatório colocou em risco sua habilidade de produzir comida, fez lembrar da fala dos indígenas amazônicos sobre os impactos dos reservatórios; Eles impactam incrivelmente as coisas fundamentais, a habilidade de produzir seu próprio alimento e de suas famílias...

*Eu achei nossa interação com a cultura e as comunidades muito interessante. Eu não tinha ideia de que o fluxo tivesse impacto na agricultura local.*

Ao mesmo tempo, a visita evidenciou a importância do conhecimento local e das conversas para a compreensão dos problemas. O conhecimento local é um atributo importante para a sobrevivência das comunidades que permanecem, enfrentam as alterações locais, e precisam encontrar uma alternativa (Fig. 4). Os comentários em torno da resiliência da comunidade e da atitude proativa diante da adversidade chamou a atenção dos visitantes.

*O contato com a família foi marcante. Eu esperava ouvir apenas lamentações por falta de apoio governamental, no entanto tive uma lição de persistência em seguir lutando por seus costumes e tradições e modo de vida. De fato, eles foram esquecidos pelo poder público, mas, estão se organizando para reivindicar seus direitos.*

*... o conhecimento que os moradores locais exibem sobre a terra dos rios é impressionante; eles parecem mais conectados com a sazonalidade e o fluxo do rio do que o povo da cidade; estão dispostos a buscar o conhecimento para se adaptarem a mudança...*

*Impressionada com a organização do grupo de pescadores, que está participando das ações junto com o governo.*

*...surpresa pelas alianças desenvolvidas pelos pescadores para trabalhar juntos para passar pelas barreiras; também pelo empoderamento das mulheres em uma atividade que considerava papel tradicional para os homens – a pesca. Me fez pensar se há conflito em relação a esses papéis...*

*... as pessoas foram maltratadas. Não tem justiça. Não obstante as pessoas tem dignidade e resiliência. Economia solidária e organização social são conceitos importantes na busca de soluções*

*...ao contrário de muitos rios americanos, as matas ciliares do Tocantins são muito usadas para a subsistência dos ribeirinhos e sua vida*

*está ligada a ela. Foi muito bom ver essas áreas ripárias do barco e conversar com as pessoas que dependem delas.*

*...as pessoas têm muito mais contato com a natureza e o rio do que nos Estados Unidos. A dieta mudou após o represamento; seu modo de vida também mudou; nos EUA a perda dos recursos naturais raramente impacta nossa vida tão diretamente*

*Minha impressão é de que a vida segue, apesar do Estado.*

Apesar dos impactos a região é bonita e foi ressaltada em diversas falas:

*O rio é grandioso e o ambiente é belo, proporcionando muitos serviços ambientais para as pessoas e espécies. O ambiente é forte e as pessoas também são fortes para trabalhar e viver em um relacionamento simbólico com o rio.*

*... sem contar com o modo como fomos recebidos, com tanto carinho*

As semelhanças com o que ocorre em outras barragens também foram apontadas:

*Sim, inclusive identifiquei semelhanças com as falas do Madeira*

*Foi importante ouvir essas experiências diretamente das pessoas afetadas. Confirma o que ouvi em tantas barragens*

*...que os modos de vida dos pescadores se repetem os problemas que acontecem com os pescadores de outras hidrelétricas*

*...o aprendizado foi que a mesma história aconteceu depois da construção de muitas barragens...*

*Ao mesmo tempo, esse processo social é simplificado. Acho importante enfatizar para os cientistas não sociais que o que ouvimos nessas visitas é apenas a ponta do iceberg. Em uma análise mais detalhada, essas questões socioambientais são muito mais profundas do que parecem...*

## **Comunidade local**

A comunidade residente na região de Miracema do Tocantins vivenciou os impactos da construção da barragem de Lajeado e convive com os impactos pós-barragem. Ainda buscam alternativas para superar as dificuldades encontradas visando uma vida com qualidade.

O bem viver para a comunidade contempla a diversidade da relação direta com a natureza, com o rio, com os peixes com as histórias vivenciadas e compartilhadas com familiares e amigos, permeadas pelas memórias e cenários onde a principal riqueza é a vida bem vivida. Este modo de vida é um contraste com o sistema de massificação, negociação e padronização de valores baseados na lógica do capital externo, utilizada para implementação de grandes empreendimentos como a Usina do Lajeado. Uma vez o objetivo principal alcançado – produção de energia hidráulica – os impactos e as relações socioambientais ficam em segundo plano, são superados às custas da persistência e luta por parte das comunidades atingidas. Este é o perfil da comunidade local que participou da atividade, que diante de um ambiente modificado busca alternativas para retomar a vida.

Do ponto de vista dos pescadores e pescadoras a participação na atividade foi significativa para todos e todas. O contato com os participantes acadêmicos e não acadêmicos fez com que se sentissem importantes e se colocassem a disposição para fazer parte dessa atividade, principalmente com a partilha dos seus conhecimentos e experiências de vida.

Para os pescadores e pescadoras contribuir com a atividade foi uma forma de melhorar suas perspectivas visando a busca de novos modos de resistência e conservação do seu meio de vida, cultura e meio ambiente. Uma forma de mostrar aos participantes da atividade a importância da conservação da atividade tradicional de pesca e os valores dos laços familiares de amizade e de amor ao rio e à terra, passados de geração para geração.

Algumas percepções expressas pela comunidade de pescadores e pescadoras a respeito do ambiente, da participação na atividade realizada e expectativas em relação às conversas iniciadas, estão expressas a seguir.

*“Foi muito bom participar dessa atividade com os pesquisadores, a gente se sente importante. Ainda mais sabendo que eles vieram de longe para saber como a gente vive, conhecer as nossas experiências. Também achei todo mundo muito simpático. As meninas tenho os nomes de todas no meu caderno”.*

*“O encontro com os professores foi muito importante para a Colônia, para nós pescadores e pescadoras. É pena que a gente não tem resultados rápidos das coisas, mesmo as mais importantes. Mas para a Colônia foi bom, pois a cada dia ela fica mais conhecida e assim fica mais fácil a nossa luta”.*

*“Na minha parte sou franco em dizer, para mim foi muito importante, são pessoas que vieram de outros países e demonstraram uma preocupação muito grande com o nosso ecossistema, com a nossa natureza, o que pode ser feito para que não ocorra com outras futuras construções de barragens o que aconteceu com essa daqui, o que aconteceu com nós aqui ribeirinhos abaixo da barragem. Porque eles mostraram preocupação com o meio ambiente e com a natureza. Realmente eles viram o sofrimento dos ribeirinhos que moram abaixo da barragem. Destruíram todas as plantações, local onde você plantava, colhia sem precisar de adubo químico tudo com a força da natureza. E era uma fartura muito grande, do tomate, da cebola, melancia, melão, feijão, milho, arroz. Quando a gente plantava as vazantes, eu me lembro até hoje. Meu pai criou dez filhos produzindo num pedacinho de terra. Eu acho que vamos ter muito progresso ainda com essa pesquisa que eles fizeram. Espero muito em Deus que, e como a gente fala. A tecnologia tem que sempre estar avançando, mas sem destruir o que é do passado”.*

*“Para mim foi muito significativo, pois pude ter a oportunidade de compartilhar com vários países e nações a minha experiência, a minha realidade, em que me encontro como pescador e aqüicultor. E tive o*

*privilégio e a oportunidade de conhecer a realidade e as experiências de vários países e pela qual eu não tinha o conhecimento. Me sinto gratificado e privilegiado por mostrar as verdadeiras atividades do nosso Brasil na área de pescador e aquicultor. Espero ter um dia novamente a oportunidade de dialogar com esses pesquisadores, eu estando nos seus países de origem.*

Os pescadores e pescadores acreditam que as pesquisas podem trazer muitas contribuições e ajudar na preservação do rio, do ambiente e da vida da comunidade. É como dizem “*é nós também, porque também somos parte da natureza*”.

## **Considerações**

O conhecimento perpassa as barreiras da formação acadêmica e de instrução formal não sendo possível hierarquizá-lo em relação ao grau de importância. Entretanto, transcender esta barreira é uma tarefa que requer exercício para des-formatar e pensar fora dos padrões convencionais. A viagem de campo colaborou neste sentido, reafirmando alguns pontos de investigação e evidenciando outros que estão além dos documentos técnicos, evidenciados a partir da vivência e convivência com os moradores locais e com o ambiente (Figs. 2 e 5).



Figura 5. Foto de todos os participantes ao final da atividade, na Praia do Paredão, Miracema do Tocantins (14 de maio de 2018; Foto: Caio Mota).

A abertura e disposição em participar da atividade de campo e do exercício, independente da área e do tipo de conhecimento, é um atributo



que confere sensibilidade aos sujeitos para tratarem as questões socioambientais.

*Nada substitui o contato pessoal. Acho que o intercâmbio foi bem conduzido. Tinha cara de mão dupla, as pessoas não se sentiram exploradas, mas que foram ouvidas e reconhecidas.*

*Foram boas experiências, precisamos pensar nisso... esses aspectos são importantes para o funcionamento do grupo.*

Ao mesmo tempo, a valorização do conhecimento e das comunidades locais é importante. Uma vez iniciada a conversa cria-se a expectativa de retorno e envolvimento, indicando a necessidade de continuação do diálogo aberto.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à comunidade de pescadores e pescadoras do município de Miracema, os quais participam da Colônia de Pescadores Profissionais de Miracema e Tocantínia (Copemito), que nos receberam e dividiram seus conhecimentos conosco.

**Learning with each other:  
perceptions and exchange of knowledge  
in a field trip to a traditional community downstream  
Lajeado dam (Tocantins, Brazil)**

*Kelson Dias Gomes*<sup>1</sup>

*Regina Célia Barbosa Abreu*<sup>2</sup>

*Adila Maria Taveira de Lima*<sup>3</sup>

*Juliana Laufer*<sup>4</sup>

*Mariza Fernandes Souza*<sup>5</sup>

*Max P. Obeso*<sup>6</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>7</sup>

**Abstract**

This text discusses perceptions of academic and non-academic participants in a field trip experience at Miracema do Tocantins Municipality, located on a stretch of the Tocantins River about 20 km downstream the Lajeado hydropower plant (Tocantins River, Brazil). Aiming to stimulate the knowledge exchange among professionals from different areas and riverine residents and local fishers, the participants freely interacted during the boat trip down the river from Miracema to the Paredão Beach, talking to each other and swimming in the river at the end of the activities. The perception of the participants was registered before and after the activity. This initiative demonstrated the importance of the field trip to increasing the understanding of socio-environmental issues and the community's expectation of knowledge return created by the opening of dialogue.

---

<sup>1</sup> Diretoria Regional de Educação - DRE, Secretária da Educação, Juventude e Esportes - SEDUC -TO; kelsonbio@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Art'Afro e Direitos Humanos/Colônia de Pescadores Profissionais Artesanais Z-16 de Miracema do Tocantins e Tocantínia-TO - COPEMITO; celiabreu5@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; adm.adila@gmail.com

<sup>4</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins e Center for Global Change and Earth Observations, Michigan State University; lauferjuliana@gmail.com

<sup>5</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; marizafds@hotmail.com

<sup>6</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins; maxobeso@gmail.com

<sup>7</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; emarques@mail.uft.edu.br

**Keywords:** Learning, Hydroelectric dams, Impacts, Fishing, Local knowledge

## **Introduction**

Field trip activities provide participants several perceptions in tandem with traditional and academic knowledge and learning methods. In this article we report the experience of the academic, non-academic and local resident participants in an activity conducted at Miracema do Tocantins Municipality located downstream of Lajeado Dam (Luís Eduardo Magalhães Power Plant).

This stretch of the Tocantins River is about 20 km downstream of the Lajeado Dam and located between Funil Rapids and the city of Miracema. The dynamics of the river changed and have been regulated by the dam since its operation began in October 2001. The changes in the flow directly impacted the local residents' way of life. They coexist daily with the changes in the river.

The mitigation of impacts and compensation were discussed during the license process, and the local population fought for their rights. However, even with the negotiations, the residents still have issues that weren't foreseen or accounted for or in documents. They are still trying to adjust to the new environmental conditions.

## **Context**

The field activity was part of the Amazon Dams International Research Network workshop held in Palmas, Tocantins in May 2018. It aimed to establish a connection of knowledge between local residents (15 people), students, technicians, professors and researchers from different areas and regions of Brazil (21 participants) and the United States (15 participants).

A dialogue with the fishers and riverine residents at the Ponto de Apoio on the bank of Tocantins River was the first activity. It was followed

by a boat trip up to the river stopping by the Ilha do Amor at the mouth of the Correntinho Stream to observe the landscape and at Povoado Chato to have a conversation with a traditional riverine community (Fig. 1). The activities end with a swim in the river after lunch at Praia do Paredão (Fig. 2). The fishers, boat pilots and other community members accompanied the activities.



Figure 1. Photographic record of field trip activities showing the first conversation at Ponto de Apoio at Miracema municipality (A), the boat trip up the river (B) and the conversation with the riverside residents (C e D). May 14, 2018; Photos A and C, Juliana Laufer; Photo B, Max P. Obeso; Photo D, Caio Mota



Figure 2. Swimming in the river at the end of the activity at Praia do Paredão, Miracema do Tocantins (May 14, 2018; Photos: Max P. Obeso)

The participants were requested to answer two questions posed by the event organizers. First, they were asked to report keywords about their expectations about the place they are visiting, considering most participants' familiarity with the theme of dams. *What do you imagine the place you are going to visit will be like and what do you want to see there?* The second question aimed to capture what caught participants' attention and their perceptions during the activities – *What were your perceptions after contact with the river and with the people? Were you able to interact with the group and aggregate knowledge in your professional and personal life?*

The answers obtained in the two moments were systematized into a word cloud to highlight the main themes that caught the participants' attention before and after the field trip. The local resident perceptions were captured from informal conversation and spontaneous manifestation of the residents that accompanied the field trip.

## **Interaction and perception of the group**

### **Group expectation about the place**

The main comments about expectations for the visit were related to the impacts of the dam's construction and changes in local residents' lives and in the fisheries, vegetation and river flow. The comments confirmed the participants' familiarity with consequences of dam construction in this and other regions. We highlight some participant comments before the activity:

*Landscape and scenarios that exemplify the Lajeado Dam's impacts and the socio-environmental adaptations occurring over time.*

*Regulated river...*

*... No river rapids, without beaches; I imagine artificial beaches with kiosks and places for recreation.*



*... Communities adapted to the changes imposed by the dam's implementation that demanded a great effort from the community.*

*I imagine finding examples of adaptation, resilience and strength in the community and to learn how they have recovered and adapted to the new life in face of the damage accrued from the dam.*

*The people's affection for the city before the dam's construction and how it changed because of that ...*

The list of words showed the diversity of areas, interests and concerns of the group. The most used words were “development”, “technology”, “energy”, “cities” (“abandoned”, “small”, “planned”), “abandoned houses”, “nature”, “abundance of water”, “people”, “suffering”, “organization” and “other” (Fig. 3).

### **Impressions after field trip activity**

The activity was important to make clear fisher and riverine residents' attachment to the river flow, especially about the use of the várzea (floodplain) and fishing that were directly influenced by control of the river, which was evident in the comments after the field (Fig. 4).

*The river is very important for the fishers and riverside resident subsistence that use to practice agriculture in the várzea connected with the increase and decrease of the river level. The control of the river resulted in a decrease of food production by the community creating a dependence on external food sources; at the same time continuing their agriculture practice demands fertilizers and other chemicals which continues reducing the quality of the food consumed. The river flood defined the rhythm among várzea agriculture and the fishing migration period. The implementation of the dam resulted in making them lose the food production connected with the natural river cycles; river as a place to have fun;*

*... to listen to the riverside residents telling how the dam's operation changed the river flow and risk their ability to produce food makes me to*





*... The knowledge that local residents have about the ground (land) and the rivers is impressive; they seem to be more connected with the seasonality of the river than the city's people; they are willing to find knowledge to adapt to the changes...*

*I was impressed with the fisher's organization, they are participating in the actions with the government.*

*... surprised by the fishers' alliance to work together to overcome the barriers; also by the women's empowerment in an activity considered as a male activity: fishing; this made me think if there are conflicts in relation to their roles...*

*... the people were mistreated. There was no justice. Nevertheless, people have dignity and resilience; a solid economy and social organization are important concepts in the search for solutions.*

*... differently from many American rivers, the Tocantins's riparian forests are used for the riverside community's survival their lives are connected to them; it was great to observe the riparian areas from the boat and talk to the people who depend of them.*

*... the attachment and contact of the people with the river is greater than in the United States; the people's diet changed after the damming; their way of life changed; in the US the loss of natural resources rarely impacts our lives directly.*

*My impression is that life goes on despite the state.*

The region is beautiful in spite of impacts, which was discussed in many responses

*The river is huge and the environment is beautiful, providing many environmental services for people and species. The environment and the people are strong to live in a symbolic relationship with the river.*

*... not to mention the way we were received, with such care*

The similarities with the process in other dammed areas also were pointed out:

*Yes, I have identified similarities with the people's speech from Madeira River.*

*It was important to listen to the experiences directly from the affected people. These confirmed what I have heard at many other dams.*

*The problems related to the fishers and their ways of life are repeating what happens in other hydroelectric power plants.*

*... the learning is that the same stories are happening after the construction of many dams...*

*At the same time, the social issues are simplified. I think it is important to emphasize to non-social scientists that what we hear on these visits is only the tip of the iceberg. In a detailed analysis, the socio-environmental issues go deeper than it seems...*

### **Impressions of the local community**

The Miracema do Tocantins resident community experiences the Lajeado Power Plant's impacts directly and coexist with these impacts, finding alternatives to overcome difficulties hard.

Well-being for the community depends on the diversity of relationships between humans and nature, rivers and the fish, and the stories shared between friends and families, permeated by the memories and scenarios where the main richness is a well-lived life.

This way of life contrasts with the mass trading system and standardization of values based on external capital created during the implementation of large dams such as the Lajeado Dam Power Plant. Once the main aim is achieved – production of electrical energy – the impacts and the social-environmental relationships are pushed into the background; they are overcome at the expense of the affected communities' struggle and persistence. This is the local community's profile of participating in the activities - they are still struggling to reconstruct their lives.

Participation in the activity with the group was significant for everybody from the point of view of the fishers, both men and women. The contact with the academic and non-academic participants made them

feel important and willing to be part of the activity, sharing their knowledge and lived experience.

For the fishers contributing to this activity was a way to improve their perspectives, aiming to search for new strategies of resistance and conservation of their way of lives, culture and environment. It was an opportunity to show the importance of traditional fishing activity and the values and linkages to families, friendship and their love for the river and for the land passed from generation to generation.

The fishers expressed some perceptions about the environment, participation in the activity and expectations related to the conversation they had during the field's trip expressed as follows:

*“To participate in this activity with the researchers was very good; we feel important; especially knowing they come from afar to know how we live and our experiences; also everybody was very nice and friendly. I have all the names of the girls in my notebook”*

*The meeting with the teachers was very important to the Fishers Association (Colony) and for us. It is a pity we do not get quick results from the actions, even the most important ones; but for the Colony was good because every day it becomes more and more known and it makes our struggle easier.*

*From my part, I am clear to say to you, for me it was very important; they are people who come from other countries and demonstrated a great concern with our ecosystem, with our nature. How can we avoid what happened here in a new dam's construction, what happened to us [the riverside residents downstream of the dam]; because they show concern with the environment and with nature. They really saw the suffering of the riverside residents downstream of the dam. It destroyed all the plantations and the land where you used to plant and harvest without any chemical fertilizer, everything with the force of nature. We had an abundance of tomatoes, onions, watermelon, melon, beans, corn and rice. I remember until today we plant when the river ebbs; my father raised ten children cultivating a small piece of land; I think we will have a lot of progress with*

*this research; Hope in God and as the saying goes - the technology must always be advancing, but without destroying what is coming from the past.*

*For me, it was very significant because I had the opportunity to share with several countries and nations my experience, my own reality today as a fisher and aquaculturist. I had the privilege and the opportunity to know the reality and experience of several countries which I didn't know; I feel gratified and privileged to show the activities of Brazil in the fishing and aquaculture arena. I hope to have an opportunity to talk with the researchers again, me being in their countries.*

The fishers believe that researchers can bring contributions to help the preservation of the river, environment and community life. As the saying goes, "it's us too, because we are also part of nature".

## Comments

As knowledge transcends the barrier of academic training and formal education, it is not possible to rank it in degree of importance. However, transcending this barrier is a task that requires practice to deconstruct thinking outside of conventional ways. The field trip reaffirmed some researchers' thoughts and points to other issues hidden behind technical documents but which become evident from the coexistence between local residents and the environment (Figs. 2 and 5).



Figure 5. All participants at the end of the activity at the Praia do Paredão, Miracema do Tocantins (May 14, 2018; Photo: Caio Mota).

The openness and willingness to participate in the field activity exercises is an attribute that gives the researchers sensitivity to deal with social-environmental issues independently of their research area or type of knowledge.

*Nothing replaces the personal contact. I thought the activity was well conducted. It was two-sided, and participants did not feel exploited, but rather felt they had been heard and recognized.*

*It was a good experience and we need to think about it.... These aspects are important for the group's operation.*

Appreciation of the local community's knowledge is important. Once the conversations have been started the expectation of return and involvement is created, indicating the necessity to keep an open dialogue between researchers and the community.

### **Acknowledgements**

We would like to thank the fisher's community, men and women from the Colony of Professional Fishers of Miracema and Tocantínia - Copemito, who welcomed us and kindly shared their knowledge with us.

## Capítulo 2.2

### Um rio une povos indígenas das américas: um intercâmbio cultural sobre o legado dos impactos das barragens hidrelétricas nos rios Colorado e Tocantins

*Denielle M. Perry*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>2</sup>

*Sylvia Setúbal*<sup>3</sup>

*Karletta Chief*<sup>4</sup>

*Benedict Colombi*<sup>5</sup>

*Chad S. Marchand*<sup>6</sup>

*Suzette Molina*<sup>7</sup>

#### Resumo

Este relatório sintetiza atividades de intercâmbio intercultural realizadas entre os povos indígenas Xerente e representantes dos povos indígenas norte-americanos da Nação Navajo, da Confederação das Tribos de Colville, e da Tribo Pascua Yaqui, além de professores, pesquisadores e estudantes brasileiros e norte-americanos de diversas áreas, Universidades e instituições dos Estados Unidos e do Brasil. O intercâmbio foi organizado como uma viagem opcional realizada em 17 de maio de 2018, após o Workshop Palmas da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/Amazon Dams Network (RBA/ADN). Durante a excursão, os participantes reuniram-se com líderes Xerente, oficiais e prefeito do município de Tocantina para trocar experiências relacionadas à gestão

---

<sup>1</sup> Northern Arizona University; [Denielle.Perry@nau.edu](mailto:Denielle.Perry@nau.edu)

<sup>2</sup> Tropical Conservation and Development Program, University of Florida; [simonea@ufl.edu](mailto:simonea@ufl.edu)

<sup>3</sup> Instituto Técnico Federal do Tocantins; [sylviasetubal@ifto.edu.br](mailto:sylviasetubal@ifto.edu.br)

<sup>4</sup> University of Arizona; [kchief@email.arizona.edu](mailto:kchief@email.arizona.edu)

<sup>5</sup> University of Arizona; [bcolombi@email.arizona.edu](mailto:bcolombi@email.arizona.edu)

<sup>6</sup> University of Arizona; [marchand15@msn.com](mailto:marchand15@msn.com)

<sup>7</sup> University of Arizona; [slmolina@email.arizona.edu](mailto:slmolina@email.arizona.edu)

territorial e rios em geral e, mais especificamente, aos efeitos socioecológicos da construção de barragens hidrelétricas em terras indígenas, rios e modos de vida locais. Os participantes visitaram a aldeia Porteira, onde uma cerimônia especial foi preparada pelos Xerente para receber os visitantes. Os participantes visitaram um projeto demonstrativo de bombeamento e armazenamento de água movido a energia solar, usado para irrigar roças tradicionais. Os Xerente e os visitantes indígenas trocaram homenagens e presentes, e os Xerente apresentaram um memorando de intenção expressando sua gratidão e disposição de continuar na promoção e participação em intercâmbios como este.

**Palavras-chave:** Intercâmbio cultural; Governança de rios; povos indígenas; Barragens hidrelétricas; Sistemas socioecológicos, Gestão adaptativa

## **Desafios mútuos e experiências compartilhadas entre os povos indígenas Xerente e Norte-Americanos**

Em maio de 2018, após uma semana de aprendizado sobre os povos afetados por barragens hidrelétricas e os ecossistemas das bacias hidrográficas da Amazônia e do Rio Colorado, nosso grupo internacional de acadêmicos, defensores e representantes indígenas viajou de Palmas, no Brasil, para passar um dia com o povo Xerente na Bacia do Rio Tocantins. O objetivo da nossa viagem de campo, vinculada à Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas, com financiamento da Fundação Nacional para a Ciência dos Estados Unidos (RBA/ADN/NSF) foi conhecer em primeira mão os impactos da Usina Hidrelétrica de Lajeado nos modos de vida das pessoas e no ambiente ribeirinho. Não tínhamos certeza do que esperar e pouco sabíamos que seríamos testemunho do primeiro encontro entre os povos indígenas norte-americanos e os Xerente da Aldeia Porteira.

O povo Xerente, cuja autodenominação é Akwe, forma, juntamente com o povo Xavante (autodenominação A'we) de Mato Grosso, o ramo central das sociedades da família das línguas Jê no Brasil (ISA, 2018). Os Xerente atualmente têm uma população de quase 3.000 pessoas distribuídas em mais de 40 aldeias. O grupo vive em terras legalmente reconhecidas, totalizando 183.245.902 ha no município de Tocantínia. O território é dividido em duas terras, a Terra Indígena (TI) Xerente e a TI



Funil, as quais foram demarcadas em diferentes momentos, sendo que processo de demarcação envolveu diversos processos e conflitos legais (SCHROEDER, 2010). A TI Xerente foi homologada pelo Decreto 97.838 em 16 de junho de 1989, com uma extensão de 167.542.105 ha. A TI Funil foi homologada pelo Decreto 269 em 29 de outubro de 1991, com uma extensão de 15.703.797 ha. Essas terras correspondem a uma pequena parte do extenso território originalmente ocupado pelo grupo, quando os primeiros colonizadores europeus chegaram às savanas da região interfluvial Araguaia-Tocantins.

No início do dia, nós dirigimos de Palmas para Tocantínia, uma cidade onde 50% da população é Xerente, um povo indígena do Brasil que encontrou os portugueses pela primeira vez há cerca de 250 anos. No caminho para esta cidade, passamos por um reservatório criado pela Usina Hidrelétrica de Lajeado, construída entre 1996 e 2001 no rio Tocantins. Essa represa não apenas inundou 630 km<sup>2</sup> de terra em 2002, criando uma barreira para a passagem rio acima a jusante de espécies aquáticas e ripárias, mas também causou impactos profundos sobre a saúde sociocultural e mental dos povos indígenas que habitam este rio desde tempos imemoriais (Fig. 1). Além disso, a barragem de Lajeado interrompeu o ciclo anual de cheias que propiciava a fertilização natural das margens do rio, degradando posteriormente a qualidade do solo das roças tradicionais.

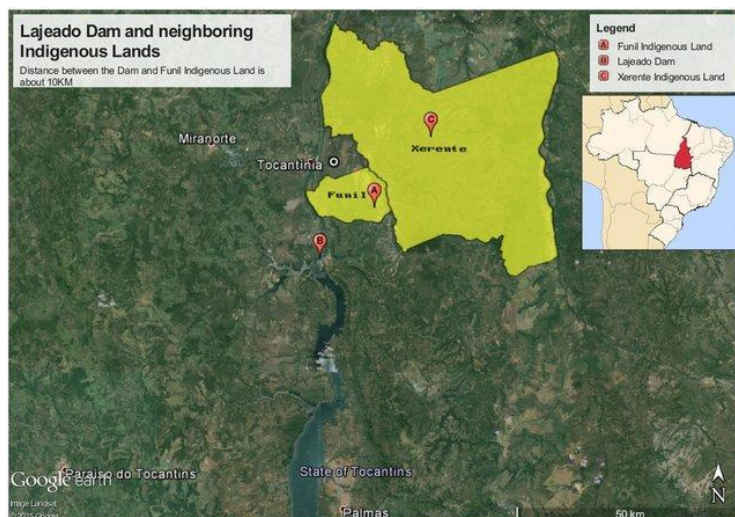


Figura 1. Localização da barragem hidrelétrica de Lajeado e de Terras Indígenas Xerente.

Fonte: Hanna et al. (2016).

Um programa de compensação chamado Programa de Compensação Ambiental Xerente (PROCAMBIX) foi implementado em 2000 para mitigar os impactos socioambientais da barragem com cerca de 3.000 habitantes de Xerente, localizados alguns quilômetros à jusante. Uma análise pós-projeto deste programa revelou que o mesmo causou vários impactos sociais e ambientais nos Xerente, incluindo conflitos internos, expansão de aldeias sem infraestrutura adequada de serviços de saúde e educação, perda de pesca, perda de soberania alimentar, erosão cultural, e mudanças nas práticas agrícolas (HANNA et al., 2016). Foi para investigar esses impactos que nos dirigimos para o campo.

Nossa primeira parada foi na Prefeitura de Tocantínia, onde nos reunimos com líderes locais, muitos dos quais eram Xerente. Os representantes Xerente estavam vestidos de forma tradicional para formalmente receber a Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas (RBA) em suas terras. Dentro da Prefeitura, as boas-vindas formais continuaram enquanto o prefeito, o vereador, o secretário, os bombeiros e os professores se sentavam à mesa de reuniões. Uma vez que os líderes locais foram apresentados, eles convidaram os representantes

indígenas Norte-Americanos para se juntarem a eles na mesa da Câmara. A representação Indígena incluía membros de quatro nações indígenas americanas: a Nação Diné (Navajo) localizada no Arizona, Utah, Colorado e Novo México; as Tribos Confederadas de Colville Reservation localizadas em Washington; a tribo Pascua Yaqui localizada no sul do Arizona; e a nação Cherokee localizada na Geórgia.

Após essa introdução, os participantes Indígenas se envolveram em uma profunda discussão sobre os impactos das barragens hidrelétricas e outras práticas de extração de recursos em suas comunidades e modos de vida. Eles discutiram como cada grupo tem lutado para manter seus costumes face à governança ambiental praticada pelo sistema capitalista, com ênfase para práticas predatórias de desenvolvimento e gestão de recursos naturais. À medida que as histórias sobre desafios mútuos e experiências compartilhadas se desdobravam, o prefeito contou como o rio Tocantins, que fluía livremente, já foi a base de toda a atividade na região, tanto para comunidades não-indígenas quanto indígenas. Ele expôs o fato de que enquanto todas as comunidades ribeirinhas sofreram com a construção da usina de Lajeado, as comunidades Xerente foram as mais afetadas devido à sua profunda conexão com a terra por meio de sua língua, cultura e meios de subsistência. Segundo o prefeito, a grande disparidade de impactos para os Xerente deveu-se à dependência da agricultura de vazante e da pesca, que diminuíram desde que a usina de Lajeado entrou em operação em 2002.

A partir da obrigatoriedade de compensação, por parte das empresas, pelos impactos causados às comunidades em decorrência da implantação das barragens hidrelétricas, todas as cidades ao redor da barragem de Lajeado receberam compensação, exceto Tocantínia. Uma negociação rápida realizada *a posteriori*, resultou em apenas 10 milhões de reais de remuneração por perdas (equivalente a 2,6 milhões de dólares em novembro de 2018). Para uma população de 8.500 pessoas, das quais 4.000 são indígenas, uma compensação direta per capita equivaleria a aproximadamente USD 305. Indiscutivelmente, a falta de compensação

justa decorre do tipo de impacto sofrido por essa comunidade. Ou seja, como os Xerente não foram deslocados pelo enchimento do reservatório, a compensação não foi considerada necessária pela empresa responsável. No entanto, evidências crescentes mostram que os impactos das barragens a jusante podem ser tão devastadores para as comunidades ribeirinhas quanto os impactos a montante, se não mais (CASTRO-DIAZ; LOPEZ; MORAN, 2018; FEARNSTIDE, 2016; FORSBERG et al., 2017; GRAF, 2006; HANNA et al., 2016; VAN LOOY; TORMOS; SOUCHON, 2014). No entanto, esses impactos são menos imediatos e menos visíveis e, portanto, muitas vezes não são esperados. Tal é o caso em Tocantínia e na vizinha Reserva Indígena Xerente. Esses efeitos latentes estão levando a problemas de saúde mental e outros impactos sociais da capacidade diminuída de membros da comunidade para subsistir de suas práticas de pesca e agrícolas habituais.

Após o encontro na Câmara Municipal de Tocantínia, o grupo viajou para conhecer os impactos localmente, mas antes dessa partida, mais relatos e preocupações foram compartilhados. Os bombeiros expressaram preocupação com as mudanças climáticas, que se manifestam nas variações de precipitação. Notavelmente, há menos chuva, resultando em menos água nos rios e riachos. O efeito recíproco desta escassez de água é uma redução de espécies endêmicas de peixes e animais, posteriormente diminuindo as práticas tradicionais de pesca e caça. Os bombeiros também falaram de como as mudanças climáticas estavam aumentando a incidência de incêndios florestais. Embora os bombeiros indígenas tenham sido treinados em gestão não-indígena convencional, em 2015 eles decidiram voltar a praticar o seu conhecimento ecológico tradicional (em inglês *traditional ecological knowledge*, TEK) de manejo de fogo baseado nos conhecimentos ancestrais transmitidos através das gerações. Os bombeiros, no entanto, optaram por continuar usando o seu treinamento em técnicas modernas de mapeamento. De acordo com Mistry et al. (2018), essa articulação da ciência indígena e da ciência não-indígena na “governança intercultural do fogo” pode levar a um gerenciamento mais efetivo do mesmo. Para os Xerente, a ação de bombeiros indígenas descolonizando as práticas de manejo de fogo

simboliza o compromisso de preservar, usar ativamente e manter sua cultura e formas de conhecimento no manejo atual dos recursos naturais e ativamente resistir a dominação ocidental.

Em seguida, Carmelita, professora indígena da escola local, explicou que existem 30 escolas nas terras indígenas Xerente e Funil, ainda que por muito tempo o ensino tenha sido prejudicado por barreiras linguísticas e pela falta de professores indígenas com formação acadêmica. No entanto, hoje a situação está mudando com mais professores indígenas capazes de ensinar na língua Xerente. Há também uma biblioteca que contém uma riqueza de conhecimentos mais antigos disponíveis para os alunos. Apesar do acesso ao sistema educacional ocidental e práticas de manejo da terra, esses dois testemunhos deixaram claro que o sentimento entre a comunidade é um desejo de manter sua cultura, tradições, idioma e conhecimento ecológico tradicional. Em torno da mesa do conselho, várias pessoas expressaram sua crença de que a troca de conhecimentos com seus irmãos e irmãs norte-americanos era importante e que os Xerente gostariam de aprender sobre soluções e acordos feitos nos Estados Unidos em relação aos povos indígenas.

Com este convite, a Dra. Karletta Chief da Nação Indígena Navajo, apresentou-se da forma habitual e em linguagem Diné como Bitterwater, nascida do Povo da Água e reconhecendo o seu avô materno como *Manygoats People* (Povo das Cabras) e o seu avô paterno como *Red-Running-into-the-Water People* (Povo da Água). Depois de reconhecer os líderes Xerente e agradecer-lhes por recebê-la em seu território tradicional, Karletta contou sobre os impactos que seu povo experimentou com a extração de recursos sob o colonialismo dos espanhóis e ingleses no território originariamente ocupado pelos povos indígenas norte-americanos. Ela contou como, quando cresceu, as terras tradicionais de sua comunidade foram tomadas para a mineração de carvão, suas águas e ar contaminado, e o solo superior destruído. Sua família foi forçada a se mudar.

A Dra. Chief argumentou que, nos Estados Unidos, existe um movimento indígena para utilizar o ensino superior para defender a

soberania, a proteção ambiental e a subsistência. Nesse intercâmbio cultural, ela compartilhou como o compromisso com seu povo Diné e a cura de suas terras proporcionou motivação para ela obter um título de doutora em hidrologia e recursos hídricos. Através do ensino superior, ela explicou que pode ajudar a sua comunidade e a sua nação, a abordar os impactos ambientais da extração de recursos. Um exemplo que ela compartilhou de povos indígenas nos Estados Unidos, unificando-se em diversas nações para defender seus direitos, foi em Standing Rock (Rocha em pé), contra o Dakota Access Pipeline. A Dra. Chief é uma das muitas estudiosas indígenas nos Estados Unidos que estão trabalhando pela justiça ambiental para o seu povo através do ensino superior para descolonizar as mentes, cultura, pesquisa e dados dos povos indígenas, ao mesmo tempo em que obtém credibilidade crescente e avanço do uso do conhecimento científico indígena na revitalização e sustentabilidade de comunidades tribais.

Situando as estórias pessoais da Dra. Chief no contexto mais amplo das comunidades indígenas do sudoeste dos Estados Unidos no último século, o desenvolvimento do capital intensivo da bacia do rio Colorado tomou forma em barragens hidrelétricas, projetos de irrigação e reservatórios de armazenamento em terras indígenas. Embora essas atividades de construção de barragens ao longo do rio Colorado tenham permitido que uma economia capitalista crescesse e se desenvolvesse na região, o paradoxo definitivo é que essas barragens e águas de irrigação sem dúvida melhoraram muitas vidas, mas com enormes custos culturais e ambientais. Por exemplo, do outro lado da fronteira dos EUA com o México, dos exuberantes campos agrícolas de Yuma, Arizona e Imperial Valley da Califórnia, encontram-se as fronteiras secas e militarizadas, nas quais mais de 90% do rio Colorado foi desviado por barragens a montante.

Shaylih Muehlmann (2013) descreve as tensões ao redor do rio Colorado em seu livro recente: *Where the River Ends: Contested Indigeneity in the Mexican Colorado Delta*<sup>8</sup>, afirmando que “diretamente através da

---

<sup>8</sup> Tradução: *Onde o Rio Termina: Indigeneidade Contestada no Delta do Colorado Mexicano*. Publicado por Duke University Press, 2013.

*fronteira, a água do rio escorre para um riacho. Esta é a fronteira internacional mais desigual do mundo, uma barreira geopolítica que, ao mesmo tempo em que impede as pessoas de irem para o norte, como veremos, impede que a água flua para o sul. Agora, tudo o que resta do Rio Colorado é um leito seco do rio, cuja superfície rachada e salina é um poderoso lembrete do rio que outrora se espalhou pelo delta do Colorado Mexicano.”* Anteriormente à construção de barragens a montante, esse delta abrangia mais de 2 milhões de hectares de terras úmidas salobras e deserto extremo. Após a conclusão da última grande barragem do Rio Colorado - Glen Canyon Dam, em 1963 - o delta secou, com sua área reduzida a 10% de seu tamanho original (CLIFFORD, 2008). Cinquenta anos após o preenchimento do Lake Powell, no entanto, tentativas crescentes estão sendo feitas para incluir perspectivas indígenas nas práticas de manejo de ecossistemas através do Programa de Gestão Adaptativa da Barragem de Glen Canyon (DONGOSKE; JACKSON-KELLY; BULLETTTS, 2010).

Relatando outro caso de desenvolvimento de energia hidrelétrica em territórios indígenas norte-americanos, Chad Marchand, da Confederação das Tribos de Colville descreveu como a construção da barragem de Grand Coulee na Bacia do Rio Columbia, a partir de 1933, afetou a pesca de salmão realizada historicamente por diversos povos indígenas da região. Hoje, em vez de rios de fluxo livre, o salmão nativo está diminuindo e as tribos dependem cada vez mais de incubadoras de peixes. No entanto, depois de 70 anos de negociação, as tribos agora recebem uma parte da receita das barragens Grand Coulee e Wells que elas parcialmente redistribuem para as comunidades afiliadas (SIROIS, 2011). Além disso, como resultado do Memorando de Entendimento e Acordo entre as Tribos Colville e as agências e empresas, as tribos estão trabalhando com a empresa Bonneville Power Administration, com o Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (*U.S. Army Corps of Engineers*) e com o Departamento de Recuperação de Solos do governo dos Estados Unidos (US Bureau of Reclamation) para gerenciar adaptativamente operações de barragens para atender às necessidades biológicas de espécies de peixes culturalmente significativas e ameaçadas.

Mr. Marchand continuou a sua fala mencionando que, assim como para os Xerente, os incêndios florestais se tornaram uma ameaça crescente à Reserva de Colville - dois grandes incêndios ocorreram nos últimos anos, cada um queimando aproximadamente 500 mil acres. Quando perguntado sobre práticas de manejo, Mr. Marchand afirmou que embora as tribos gerenciem o fogo, elas só o fazem em terras de reserva e que elas são dependentes das práticas e agências de manejo de fogo ocidentais. Na verdade, era ilegal ter um corpo de bombeiros voluntários até que esses grandes eventos de incêndio que estão ocorrendo agora acontecessem. Esta perigosa restrição é evidência de um sistema hierárquico nos Estados Unidos onde, mesmo sendo soberanas, as tribos são limitadas em como podem exercer a soberania no sistema político do país, e devem obedecer às regulamentações federais e estaduais para práticas de manejo da terra (NCAI, 2018).

Nesse momento, a conversa mudou para a participação política. João Xerente revelou que os Xerentes foram alguns dos primeiros indígenas a falar na Câmara Federal pouco depois do seu contato com os portugueses em 1736. Eles solicitaram que suas terras fossem titularizadas e exigiam respeito por sua língua. Hoje, os Xerente se aproveitam desses pedidos e consideram que possuem suas terras como espaços relativamente autônomos. Além disso, a Câmara Municipal é composta por 50% de representantes Xerente. Para ele, há poder nesses números, um número representativo que pode contribuir para o futuro de seu povo. Ele disse que “nos sentimos incluídos” Resolvido a não fazer acordos ou acordos rápidos adicionais, o grupo agora está organizado e avançando com a busca de compensação pelos impactos da barragem de outras formas, através da Fundação Nacional do Índio do Brasil (FUNAI).

Experiências e ideias adicionais passavam pela mesa enquanto os dois grupos demonstravam apreciação pelo encontro. Como a conversa gradualmente chegou ao fim, miçangas feitas à mão pelos Diné (Navajo) foram presenteadas aos membros do conselho Xerente, simbolizando um gesto de gratidão e amizade. Posando para fotos, o grupo ergueu os punhos



juntos no símbolo do poder indígena (Fig. 2), expressão da nova conexão e solidariedade formada.



Figura 2. Encontro Indígena Norte-Sul na Câmara Municipal de Tocantínia, Tocantins, Brasil.

### **A visita à Aldeia Porteira**

Após este intercâmbio monumental, os grupos retiraram-se para um restaurante próximo para um almoço delicioso antes de partirem para a Aldeia da Porteira. Depois de uma hora de viagem por uma estrada de terra através de áreas de cerrado esperando a estação das chuvas, chegamos a uma aldeia Xerente. Os membros da comunidade Xerente praticavam a cultura tradicional em um lugar onde, exceto para veículos, linhas de transmissão que cruzavam a estrada e roupas compradas em lojas, parecia que a aldeia havia evitado, em grande parte, a invasão da cultura material capitalista.

Mulheres e crianças Xerente saudaram nosso grupo e prontamente pintaram nossos rostos com tinta vermelha colhida das sementes locais de Urucum, planta designada cientificamente *Bixa orellana* (Fig. 3). A delegação dos indígenas americanos foi então conduzida a um local de grande importância no pátio da Aldeia, e o Chefe Sonzé Xerente os cumprimentou de forma tradicional, em sua língua nativa do tronco Jê. Sua mensagem era de desejo de construir colaboração entre os grupos da América do Norte e do Sul, para trabalhar coletivamente em capacitar suas comunidades e superar o legado da colonização. Depois de um discurso vibrante e sincero, um memorando de entendimento foi assinado entre os grupos para firmar esses objetivos. As festividades se seguiram após a assinatura.



Figura 3. Visitantes da Rede Internacional de Pesquisa sobre Barragens Amazônicas (RBA) recebidos pelos Xerente na aldeia Porteira.

Primeiramente, os Xerente apresentaram uma reencenação de uma cerimônia de casamento. Os presentes foram apresentados e os votos entre as famílias foram trocados, antes da noiva ser levada pelo tio para ficar em reclusão até o dia do casamento (Fig. 4). Em seguida, em uma impressionante demonstração de força, vários jovens praticaram a tradicional “corrida de toras”, trazendo um tronco de tamanho considerável

e colocando-o na frente do grupo. Seguiu-se uma dança circular que consistia em cerca de 35 homens e mulheres que cantavam enquanto se moviam ritmicamente. As festividades continuaram com o compartilhamento de comidas tradicionais e a venda de artesanato, como os conjuntos de arco e flecha, cestos para transportar peixes e colheitas, além de adornos brilhantes confeccionados com o famoso capim dourado.



Figura 4. Reencenação da cerimônia de casamento dos Xerente.

Após esta demonstração de hospitalidade, nosso grupo partiu para visitar o rio. Enquanto caminhávamos em direção ao Tocantins, os terraços naturais criados pelo rio tomaram forma. Descendo uma trilha, percorremos parcelas de terra cultivada contendo variedades de plantas usadas na alimentação como milho, mandioca, banana e melancia, entre outras. Nossa primeira parada foi uma caixa d'água. Esse recurso é tanto uma fonte de orgulho quanto um lembrete de descontentamento para a comunidade. Alimentado por um painel solar situado mais abaixo no caminho, esta instalação mantém a água bombeada para cima a partir do rio para irrigar as roças, que no passado eram irrigadas sem esforço pelo fluxo sazonal do rio, conhecidas como “roças de vazante” (Fig. 5). Esse sistema foi financiado por um projeto demonstrativo do Fundo Socioambiental “CASA” e apoiado pela professora Sylvia Setúbal e pelo Instituto Técnico Federal do Estado do Tocantins (IFTO), viabilizado pelas conexões criadas pela RBA.



Figura 5. Foto à esquerda: Ben Colombi e Karletta Chief, Professores da Universidade do Arizona, ao lado do Chefe Xerente perto dos painéis solares que bombeiam a água do rio. Foto à direita: O tanque de armazenamento de água com os representantes da Rede Internacional de Pesquisa sobre Barragens Amazônicas explicando o sistema de bombeamento e irrigação movido à energia solar.

Apesar desta inovação tecnológica desenvolvida como uma alternativa para a inundação natural de suas terras agrícolas, a perda de

inundações sazonais também significa uma perda de depósitos de nutrientes nas suas áreas agrícolas. A falta de fertilizante natural contribui para uma nova dependência de outras fontes de fertilizantes. A comunidade teme que, um dia, eles tenham que recorrer à compra de fertilizantes artificiais. Esse sistema modesto de bombeamento de água alimentado por energia solar talvez tenha sido a evidência mais visível da barragem hidrelétrica nessa paisagem. No entanto, os efeitos do empreendimento foram abundantes nas histórias recentes de mortandade de peixes causadas por más práticas de gestão, com pesca e colheitas minguentes nas águas e terras que, num passado não muito distante, alimentavam toda a aldeia.

Nós nos aventuramos pelo tanque de água e painéis solares até a beira do rio. Após um longo dia de viagem no cerrado quente e úmido, o grupo procedeu a um mergulho refrescante no rio. Aqui, quando as crianças riam e espirravam água nos visitantes, novas alianças eram formadas entre os acadêmicos, defensores, indígenas e o rio. Esta viagem é um testemunho do ditado de que "os rios nos conectam".

Embora os povos indígenas da Amazônia estejam a um mundo distante do Rio Colorado, o presente comentário ajuda a lembrar os possíveis impactos e cenários futuros na Bacia Amazônica. A comparação de perspectivas e experiências no contexto da bacia do rio Colorado também nos obriga a pensar sobre o que é a construção de barragens hidrelétricas, quem se beneficia com isso, e como os povos e ambientes indígenas são capturados em teias socioecológicas complexas que estão ligadas a uma economia global capitalista. Além disso, as perspectivas e experiências compartilhadas neste encontro, sobre a bacia do Rio Colorado nos EUA-México e as interações com os povos indígenas norteamericanos, ajudam a destacar o fato de que alguns pagarão mais alto pelo custo do desenvolvimento do que outros.





Figura 6. Os visitantes da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas (RBA) e representantes Xerente na aldeia Porteira, firmando o memorando de entendimento para apoiar a colaboração e o intercâmbio de conhecimentos entre os povos indígenas da América do Norte e do Sul.

## Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao povo Xerente e suas organizações pela calorosa recepção e hospitalidade durante nossa visita à sua terra e Aldeia Porteira. Agradecemos o apoio do Instituto Técnico Federal do Tocantins (IFTO), da Universidade Federal do Tocantins (UFT), da Universidade do Arizona, da Universidade do Norte do Arizona, da Universidade da Flórida e do município de Tocantínia. As atividades relatadas foram parcialmente apoiadas pela National Science Foundation (NSF) sob a projeto de concessão nº 1617413. Quaisquer opiniões, descobertas e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente as opiniões da NSF.

# One river unites Indigenous peoples across the Americas: a cultural exchange on the legacy of hydroelectric dam impacts on the Colorado and Tocantins rivers

*Denielle M. Perry*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>2</sup>

*Sylvia Setúbal*<sup>3</sup>

*Karletta Chief*<sup>4</sup>

*Benedict Colombi*<sup>5</sup>

*Chad S. Marchand*<sup>6</sup>

*Suzette Molina*<sup>7</sup>

## **Abstract**

This field trip report summarizes an intercultural exchange between the Xerente Indigenous people and representatives of North American Indigenous peoples from the Navajo Nation, the Confederated Tribes of Colville Reservation and the Pascua Yaqui Tribe, in addition to Brazilian and U.S. professors, researchers, and students from diverse U.S. and Amazon Basin universities and institutions. The exchange was organized as an optional trip held on May 17, 2018 after the Palmas Workshop of the Amazon Dams International Research Network/Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas. During the field trip participants met with Xerente leaders, officers, and the Mayor of the Tocantina municipality to exchange experiences related to land and river management in general, and more specifically on the social-ecological effects of hydroelectric dam construction on interconnected Indigenous lands, rivers, and livelihoods. Participants visited Porteira village, where a special ceremony was prepared by the Xerente to welcome the visitors. The participants visited a demonstrative solar powered water pumping and storage project used to irrigate crops. The Xerente and the Indigenous visitors exchanged gifts, and the Xerente presented a memorandum of intent

---

<sup>1</sup> Northern Arizona University; [Denielle.Perry@nau.edu](mailto:Denielle.Perry@nau.edu)

<sup>2</sup> Tropical Conservation and Development Program, University of Florida; [simonea@ufl.edu](mailto:simonea@ufl.edu)

<sup>3</sup> Instituto Técnico Federal do Tocantins; [sylviasetubal@ifto.edu.br](mailto:sylviasetubal@ifto.edu.br)

<sup>4</sup> University of Arizona; [kchief@email.arizona.edu](mailto:kchief@email.arizona.edu)

<sup>5</sup> University of Arizona; [bcolombi@email.arizona.edu](mailto:bcolombi@email.arizona.edu)

<sup>6</sup> University of Arizona; [marchand15@msn.com](mailto:marchand15@msn.com)

<sup>7</sup> University of Arizona; [slmolina@email.arizona.edu](mailto:slmolina@email.arizona.edu)

expressing their gratitude and willingness to continue in the promotion of and participation in such exchanges.

**Keywords:** Cultural exchange; River governance; Indigenous peoples; Hydroelectric dams; Social-ecological systems, Adaptive management.

## **Mutual challenges and shared experiences among the Xerente and North American Indigenous peoples**

In May 2018, after a week of learning about the dam affected peoples and ecosystems of the Amazon and Colorado River basins, our group of international scholars, advocates, and Indigenous peoples traveled from Palmas, Brazil to spend a day with the Xerente People of the Tocantins River Basin. The purpose of our Amazon Dams International Research Network National Science Foundation-Research Coordination Network (ADN-NSF-RCN) field trip was to learn firsthand the impacts of the Lajeado Dam on both the people's livelihoods and the riverine environment. Our group consisted of international scholars, advocates, and Indigenous peoples. We were not quite sure what to expect and little did we know that we would bear witness to the first encounter between North American Indigenous peoples and the Xerente of Porteira Village.

The Xerente people, whose self-designation is Akwe, form, along with the Xavante people (self-designation A'we) of Mato Grosso, the central branch of the societies of the Jê language family in Brazil (ISA, 2018). The Xerente presently have a population of nearly 3000 people distributed in more than 40 villages. The group lives in a legally recognized land totaling 183,245,902 ha in the Tocantínia municipality. The territory is divided in two lands, the Xerente Indigenous land (IL) and the Funil IL, which were demarcated at different moments, and whereas the demarcation process involved diverse legal processes and conflicts (SCHROEDER, 2010). The Xerente IL was homologated by Decree 97.838 on June 16, 1989, with an extension of 167,542,105 ha. The Funil IL was sanctioned by Decree 269 on October 29, 1991, with an extension of 15,703,797 ha. These lands correspond to a small part of the extensive



territory originally occupied by the group when the first European settlers arrived in the savannas of the Araguaia-Tocantins inter-fluvial region.

At the start of the day, we drove from Palmas to Tocantínia, a town where 50% of the population is Xerente, an Indigenous people of Brazil who first encountered the Portuguese some 250 years ago. On the way towards this town, we passed by a reservoir created by the Lajeado Dam built between 1996 and 2001 on the Tocantins River. Not only did this dam inundate 630 km<sup>2</sup> of land in 2002, creating a barrier for the upstream-downstream passage of aquatic and riparian species, it also caused deep socio-cultural and mental health impacts to the Indigenous people who have lived along this river since time immemorial (Fig. 1). Moreover, Lajeado Dam stopped the annual flood cycle that provided natural fertilization of the river banks, subsequently degrading the soil quality of the traditional agricultural fields.

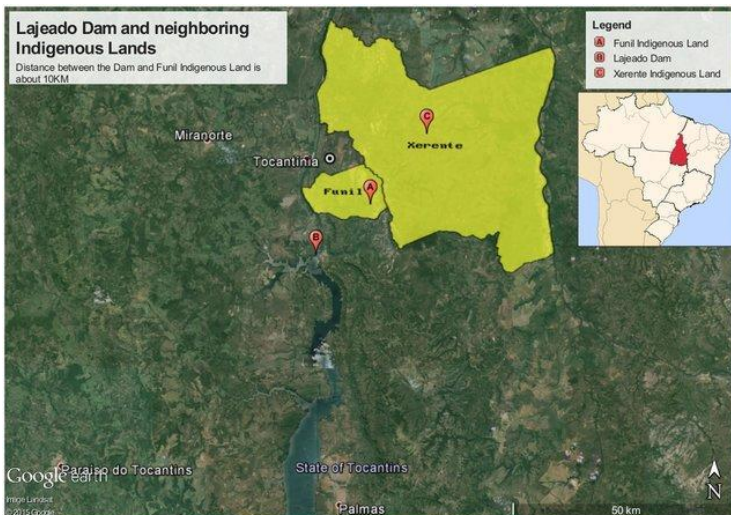


Figura 1. Lajeado dam and the Xerente Indigenous Lands. Source: Hanna et al. (2016).

A compensation program called Programa de Compensação Ambiental Xerente (PROCAMBIX) was designed in 2000 to mitigate the social and environmental impacts of the dam on an estimated 3000

Xerente inhabitants located a few kilometers downstream of the dam. A post-project analysis of this program revealed that it caused several social and environmental impacts on the Xerente such as intra-group conflict, expansion of villages without adequate health and education services infrastructure, loss of fisheries, loss of food sovereignty, cultural erosion, and changes in agricultural practices (HANNA et al., 2016). We headed into the field to investigate these impacts.

Our first stop was at Tocantínia City Hall to meet with local town leaders, many of whom were Xerente. The Xerente people were dressed in their Indigenous regalia and stood in a procession to formally welcome the Amazon Dams International Research Network to their aboriginal territories. Inside City Hall, the formal welcomes continued as the mayor, municipal deputy, secretary, firefighters, and teachers each took a seat at the council table. Once the local leaders were introduced, they invited the Native American Indigenous delegates from the Amazon Dams International Research Network to join them at the council table. The Indigenous representation included members from four Native American Nations: the Diné (Navajo) Nation located in Arizona, Utah, Colorado, and New Mexico; the Confederated Tribes of Colville Reservation located in Washington; the Pasque Yaqui Tribe located in southern Arizona; and the Cherokee Nation located in Georgia.

After this introduction, the Indigenous peoples from across the Americas engaged in a deep discussion about the impacts of hydroelectric dams and other resource extraction practices on their communities and livelihoods. In turn they discussed how each group has struggled to maintain their Indigenous customs with the onset of capital-intensive environmental governance, in particular exploitative natural resource development and management practices. As stories unfolded about mutual challenges and shared experiences, the mayor recounted how the free-flowing Tocantins River was once the basis of all activity in the region for both non-Indigenous and Indigenous communities alike. While all the riverine communities suffered with the construction of Lajeado Dam, he

expounded, Xerente communities were the most impacted by the hydropower complex because of their deep connection to the land through their language, culture, and livelihoods. According to the mayor, the major disparity in impacts for the Xerente was due to their dependence on flood-recession agriculture and fishing, both of which have declined since Lajeado Dam came online in 2002.

In accordance with mandates that dam-affected communities must be compensated for dam impacts, all the towns around Lajeado Dam received compensation, except Tocantínia. *Ex post facto*, a fast negotiation resulted in remuneration for losses at a mere 10 Million Brazilian Reals (equivalent to 2.6 Million USD in November 2018). For a population of 8500 people, 4000 of whom are Indigenous, a direct per capita compensation roughly equates to a mere \$305 USD. Arguably, the lack of just compensation stems from the type of effects suffered by this community. That is to say, as the Xerente were not displaced by the reservoir filling, compensation was not deemed necessary by the energy company. Yet, mounting evidence shows that downstream dam impacts can be equally as devastating to riverine communities as upstream impacts, if not more so (CASTRO-DIAZ; LOPEZ; MORAN, 2018.; FEARNSSIDE, 2016; FORSBERG et al., 2017; GRAF, 2006; HANNA et al., 2016; VAN LOOY; TORMOS; SOUCHON, 2014). However, these impacts are less immediate and less visible and therefore, often not anticipated. Such is the case in Tocantínia and the nearby Indigenous Xerente Reserve. Nevertheless, these latent effects are driving mental health issues and other social impacts from the diminished ability of community members to subsist from their usual fishing and agricultural practices.

Later in the day, we traveled to see these impacts as a group, but before that departure, more accounts of impacts were shared. The firefighters expressed concerns about climate change manifesting in precipitation changes. Notably, there is less rain resulting in less water in the rivers and creeks. The reciprocal effect of this water scarcity is a reduction in endemic fish and animal species subsequently decreasing

traditional fishing and hunting practices. The firefighters also spoke of how climate change was increasing the incidence of wildfires. Although the Indigenous fire fighters were trained in ‘modern’ management, in 2015 they decided to return to practicing their traditional ecological knowledge (TEK) of fire management based on Indigenous science elders passed down through the generations. The firefighters did, however, choose to continue to use their training in modern mapping techniques. According to Mistry et al. (2018), this meshing of TEK and modern science into “intercultural fire governance” can lead to more effective fire management. Nevertheless, for the Xerente, the action of Indigenous firefighters decolonizing fire management practices symbolizes a commitment to preserve, actively use, and maintain their culture and ways of knowing in present day management of natural resources and to actively step away from western domination.

Next Carmelita, a teacher at the local school, explained that there are 30 schools on the Reserve, yet for a long time, teaching was hindered by language barriers and a shortage of Indigenous teachers with education degrees. However, today the situation is changing with more Native teachers able to teach in the Xerente language. There is also a library containing a wealth of elder knowledge available to the students. Despite access to the western education system and land management practices, these two testimonies made it clear that the sentiment among the community is a desire to maintain their Indigenous culture, traditions, language, and traditional ecological knowledge. Around the council table, several people expressed their belief that knowledge exchange with their North American brothers and sisters was important and that the Xerente would like to learn about solutions and agreements made in the United States regarding Indigenous peoples.

With this invitation, Dr. Karletta Chief of the Navajo Nation introduced herself in the customary way and Diné language as Bitterwater born for Near-the-Water People and acknowledging her maternal grandfather as Manygoats People and her paternal grandfather as Red-

running-into-the-Water People. After acknowledging the Xerente leaders and thanking them for welcoming her onto their traditional territories, Dr. Chief spoke of the impacts her people have experienced with resource extraction under colonialism by the Spaniards and English settlers, on the land originally occupied by the North American Indigenous peoples. She recounted how as she grew up, her community's traditional lands were taken for coal mining, their waters and air contaminated, and the topsoil destroyed. Her family was forced to relocate.

Dr. Chief provides a case in point that in the United States there is an Indigenous movement to utilize higher education to advocate for sovereignty, environmental protection, and livelihoods. In this cultural exchange, she shared how the commitment to her Diné people and to healing their lands provided motivation to pursue a PhD in hydrology and water resources. Through higher education, she explained she can help her community, her Nation, address the environmental impacts of resource extraction. One example she shared of Indigenous peoples in the United States unifying across diverse nations to stand up for their rights was at Standing Rock against the Dakota Access Pipeline. Dr. Chief is one of many Indigenous scholars in the United States who are working toward environmental justice for their people through higher education to decolonize the minds, culture, research, and data of Indigenous peoples while achieving growing credibility and advancement of Indigenous scientific knowledge for use in regenerating tribal communities.

Situating Dr. Chief's personal stories within the broader context of Indigenous communities of the Southwestern United States over the past century, capital-intensive development of the Colorado River basin has taken shape in hydroelectric dams, irrigation projects, and storage reservoirs on Indigenous lands. While these dam building activities along the Colorado River enabled a capitalist economy to grow and develop in the region, the ultimate paradox is that these dams and irrigation waters have undoubtedly improved many lives, but at enormous cultural and environmental costs. For instance, across the U.S.-Mexico border from the

lush agricultural fields of Yuma, Arizona and California's Imperial Valley one encounters the dry, militarized borderlands in which more than 90 percent of the Colorado River has been diverted by upstream dams.

Shaylih Muehlmann (2013) describes the tensions swirling around the Colorado River in her recent book, *Where the River Ends: Contested Indigeneity in the Mexican Colorado Delta* by stating that "directly across the border the river's water trickles to a stream. This is the most unequal international border in the world, a geopolitical barrier that while seeking to stop people from going north, as we shall see, prevents water from flowing south. Now, all that remains of the Colorado River is a dried-out riverbed, whose cracked and saline surface is a potent reminder of the river that once fanned out in the Mexican Colorado delta." Prior to upstream dams, this delta encompassed more than 2 million acres of brackish wetlands and extreme desert. After the completion of the last large Colorado River dam - Glen Canyon Dam - in 1963 the delta dried up, reducing the area to 10 percent of its original size (CLIFFORD, 2008). Fifty years on from the filling of Lake Powell, however, increasing attempts are being made to include Indigenous perspectives in ecosystem management practices through the Glen Canyon Dam Adaptive Management Program (DONGOSKE; JACKSON-KELLY; BULLETTTS, 2010).

Relating another case of hydropower development in North American Indigenous territories, Chad Marchand of the Confederated Tribes of Colville Reservation described to the assembly how dam construction in the Columbia River Basin beginning in 1933 affected the historic salmon runs the basin tribes once depended on. Today, instead of free-flowing rivers, native salmon are dwindling, and tribes have an increasing reliance on fish hatcheries. However, after 70 years of negotiation, the tribes now receive some revenue sharing from the Grand Coulee and Wells Dams that they partially redistribute to membership (SIROIS, 2011). Moreover, as a result of the Columbia Basin Fish Accords Memorandum of Agreement between the Colville Tribes and FC RPS

Action Agencies, the tribes are working with the Bonneville Power Administration, the U.S. Army Corps of Engineers and the U.S. Bureau of Reclamation to adaptively manage dam operations to meet the biological needs of culturally significant and endangered fish species.

Mr. Marchand goes on to share that like for the Xerente, forest fires have become an increasing threat to the Colville Reservation – two major fires occurred in recent years, each burning roughly 500,000 acres. When asked about management practices, Mr. Marchand shared that though the tribes manage fire, they only do so on reservation lands and that they are dependent on western fire management practices and agencies. In fact, it was illegal to have a volunteer fire department until these major fire events happened. This dangerous restriction is evidence of a tiered system in the United States where, while sovereign, tribes are limited in how they exercise sovereignty in the larger U.S. political system and how they must abide by federal and state regulations for land-management practices (NCAI, 2018.).

At this juncture, the conversation switched to political participation. João Xerente revealed that the Xerente people were some of the first Indigenous people to speak in the Federal Chamber not long after contact with the Portuguese in 1736. They requested that their lands be titled and demanded a respect for their language. Today, the Xerente take advantage of these requests and consider that they own their land as autonomous spaces. Moreover, the City Council Chamber consists of 50% Xerente. To him, there is power in these numbers, a representative number that can contribute to the future of his people. He said “we feel included.” Resolved to not make additional fast deals or agreements for fear of losing again, the group is now organized and moving forward with seeking compensation for the dam impacts in other ways through the Fundação Nacional do Índio (FUNAI), Brazil’s National Indian Foundation.

More experiences and ideas passed back and forth across the table as the two groups seemed to beam with excitement over the encounter. As the conversation gradually came to a close, ghost beads handcrafted by the

Diné (Navajo) were gifted to the Xerente council members, an apparent gesture of gratitude and friendship. Posing for pictures, the group held their fists up together in the symbol of Indigenous Power (Fig. 2), an expression of their new formed, yet seemingly timeless solidarity.



Figure 2. The North-South Indigenous encounter at the Tocantínia Municipal Chamber.

### **The visit to Porteira Village**

Leaving this monumental exchange, the groups retreated to a nearby café for a delicious lunch before departing for Porteira Village. After an hour-long drive down a dirt road through savannah lands awaiting the rainy season, we arrived at a Xerente Village. Xerente community members were practicing traditional culture in a place where but for vehicles, powerlines crisscrossing the road, and store-bought clothing, it



appeared as though the village had largely avoided the invasion of capitalist material culture.

Xerente women and children greeted our group and promptly painted our faces with red dye harvested from the local *Urucum* seeds, scientifically designated *Bixa orellana* (Fig. 3). The Native American delegation was then ushered to seats of high importance and the Chief Sonzé Xerente showered words upon them in his native *Je* language. His message was one of desire to build collaboration between the groups from North and South America, to work collectively at empowering their communities, and to overcome the legacy of colonization. After a vibrant and heartfelt discourse, a memorandum of agreement was signed between the groups to pursue these goals. Festivities ensued following the signing.



Figure 3. ADN visitors greeted by the Xerente in Porteira village.

First, a reenactment of a betrothal ceremony took place. Gifts were laid out and vows between the families were exchanged all before the bride was escorted away by her uncle for safekeeping until the wedding day (Fig. 4). Next, in an impressive display of strength, several young men brought in a sizable trunk of brazilwood, or *pernambuco*, casting it to the fore of the group. A circle dance followed consisting of some 35 men and women

who chanted as they wined around rhythmically. The festivities continued with the sharing of traditional foods, and the sale of handicrafts such as archery sets hewn from brazilwood, woven baskets used to carry fish and crops, as well as glistening items woven from the famed *capim dourado* grass.



Figure 4. Xerente wedding ceremony reenactment.

After the display of hospitality, our group set out to visit the river. As we walked toward the Tocantins, the natural terraces created by the river took shape. Descending a trail, we wended through plots of cultivated land containing food crop species such as corn, cassava, bananas, and watermelons, among others. Our first stop was a water tower. This feature is both a source of pride and reminder of discontent for the community. Powered by a solar array situated further down the path, this tank holds water pumped uphill from the river to irrigate crops once watered effortlessly by the seasonal swelling of the free-flowing river (Fig. 5). This system was funded by a grant from the “CASA” Social-environmental fund and supported by Professor Sylvia Setúbal and the Instituto Técnico Federal of Tocantins State (IFTO).



Figure 5. Left photo: Ben Colombi and Karletta Chief, University of Arizona professors, stand with the Xerente Chief near the solar panels that pump the water from the river. Right photo: The water storage tank with the Amazon Dam International Research Network participants explaining the solar powered pumping and irrigation system.

Despite this technological innovation that works as a substitute for the natural inundation of their agricultural lands, the loss of seasonal floods also means a loss of nutrient load deposits on their fields. Lacking natural fertilizer lends to a new dependence on other sources of fertilizer. The community fears that one day, they will have to resort to purchasing

artificial fertilizers. This modest water system pumped by solar energy was perhaps the most visible evidence of the dam on this landscape. However, its effects were abundant in the stories of recent fish die-offs caused by poor dam management practices and dwindling fishing and harvests in the waters which once, in a not very distant past, fed the entire village.

We ventured past the water tank and solar panels to the edge of the river. Hot from a long day of travel in the humid, yet dry savannah, the group proceeded to the river for a refreshing swim. Here as children laughed and splashed at the outsiders, new alliances were formed among the scholars, advocates, Indigenous, and the river. This trip is testimony to the adage that ‘rivers connect us’.

Although Indigenous peoples in Amazonia are a world away from the rivers of North America, the present commentary helps remind us of the potential impacts and future scenarios in the Amazon Basin. Comparing perspectives and experiences in the context of river basins also forces us to think about what dam building is, who benefits from it, and how Indigenous peoples and environments are caught in complex socio-ecological webs that are linked to a capitalist, global economy. Moreover, perspectives and experiences shared in this encounter, associated with the history of the Colorado River basin along the U.S.-Mexico and the U.S. Tribes interactions, help highlight the fact that some will pay the price of development more than others.





Figure 6. The Amazon Dams International Research Network visitors and the Xerente in the Porteira village holding the memorandum of agreement to support collaboration and knowledge exchange between the Indigenous peoples of North and South America.

## Acknowledgments

We would like to thank the Xerente people and their organizations for the warm reception and hospitality during our visit to their village. We acknowledge the support from the Instituto Técnico Federal do Tocantins (IFTO), the Federal University of Tocantins (UFT), the University of Arizona, Northern Arizona University, the University of Florida, and the Tocantínia municipality. These activities were partially supported by the National Science Foundation (NSF) under Grant No. 1617413. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the authors and do not necessarily reflect NSF views.

## Referências/References

Columbia Basin Fish Accords Memorandum of Agreement between the Colville Tribes and FC RPS Action Agencies. 2008. Disponível em: <https://www.salmonrecovery.gov/Files/BiologicalOpinions/Colville-Tribes-Action-Agency-Agreement.pdf>

- CASTRO-DIAZ, L.; LOPEZ, M. C.; MORAN, E. Gender-Differentiated Impacts of the Belo Monte Hydroelectric Dam on Downstream Fishers in the Brazilian Amazon. *Human Ecology*, v. 46, n. 3, p. 411-422, 2018.
- CLIFFORD, F. In Colorado River delta, water and prospects are drying up. May 25, Los Angeles Times. 2008. Disponível em: <http://www.latimes.com/science/la-me-newcolorado25-2008may25-story.html>
- DONGOSKE, K. E., JACKSON-KELLY, L., BULLETTTS, C. Confluence of Values: The Role of Science and Native Americans in the Glen Canyon Dam Adaptive Management Program. P in Jr and Eds Proceedings of the Colorado River Basin Science and Resource Management Symposium. November 1820 Scottsdale Arizona US Geological Survey Scientific Investigations Report 5135 372 P, 2010, p. 133-140.
- FEARNSIDE, P. M. Environmental and Social Impacts of Hydroelectric Dams in Brazilian Amazonia: Implications for the Aluminum Industry. *World Development*, v. 77, p. 48-65, 2016.
- FORSBERG, B. R., et al. The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems. *PLOS ONE*, 12(8), e0182254, 2017.
- GRAF, W. L. Downstream hydrologic and geomorphic effects of large dams on American rivers. *Geomorphology*, v. 79, n. 3-4, p. 336-360, 2006.
- HANNA, P.; et al. The importance of cultural aspects in impact assessment and project development: reflections from a case study of a hydroelectric dam in Brazil, *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 34, n. 4, p. 306-318, 2016.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL - ISA. 2018. The Xerente Online. Disponível em: <https://pih.socioambiental.org/en/Povo:Xerente>, Acesso em: outubro/2018.
- MISTRY, J., et al. New perspectives in fire management in South American savannas: The importance of intercultural governance. *Ambio*, 1-8, 2018.
- MUEHLMANN, S. *Where the River Ends: Contested Indigeneity in the Mexican Colorado Delta*. Durham and London: Duke University Press, 2013.
- NATIONAL CONGRESS OF AMERICAN INDIANS| NCAI. Disponível em: <http://www.ncai.org/policy-issues/tribal-governance>. Acesso em: novembro/2018

SCHROEDER, I. Os Xerente: estrutura, história e política. *Soc. e Cult.*, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 67-78, 2010.

SIROIS, J. Feasibility Study to Develop a Tribal Utility. 2011.Nespelem. Disponível em: [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/11/f27/planning\\_colville\\_sirosis.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2015/11/f27/planning_colville_sirosis.pdf)

VAN LOOY, K; TORMOS, T; SOUCHON, Y. Disentangling dam impacts in river networks. *Ecological Indicators*, v. 37, p. 10-20, 2014.

## Capítulo 2.3

# Valores e usos dos rios e tomada de decisão: relato de um exercício transdisciplinar realizado com participantes da Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas

*Simone Athayde*<sup>1</sup>

*David Kaplan*<sup>2</sup>

*Marliz Arteaga Gómez-García*<sup>3</sup>

*Lucas Bair*<sup>4</sup>

### Resumo

Rios e ecossistemas associados proporcionam vários benefícios tangíveis e intangíveis para os seres humanos e outros seres vivos. Na Amazônia, o maior sistema fluvial do mundo, os rios estão intimamente ligados à vida das pessoas, às estratégias de subsistência e à espiritualidade. A teia interconectada de rios, florestas e savanas da Amazônia abriga uma impressionante diversidade de seres, culturas e relações humanas. Em contraste com essa riqueza, o desenvolvimento humano tem causado danos e degradações irreparáveis a esses sistemas sócio ecológicos interligados, e o planejamento para o futuro, considerando os múltiplos grupos e valores humanos que estão sendo oprimidos pelas mudanças climáticas e socioambientais urgentes, tornou-se cada vez mais desafiador. Este artigo relata um exercício realizado com participantes da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas durante o workshop Palmas 2018, enfocando os valores, métodos e métricas dos rios para avaliar esses valores e implicações para o gerenciamento e a tomada de decisões. Os participantes receberam cartões e foram solicitados a descrever três aspectos que mais valorizam em um ambiente fluvial e a declarar como eles mediriam, descreveriam

---

<sup>1</sup> Tropical Conservation and Development Program (TCD), University of Florida; simonea@ufl.edu

<sup>2</sup> Engineering School of Sustainable Infrastructure and Environment (ESSIE), University of Florida; dkaplan@ufl.edu

<sup>3</sup> School of Natural Resources and the Environment (SNRE), University of Florida; marliz@ufl.edu

<sup>4</sup> U. S. Geological Survey (USGS), Grand Canyon Monitoring and Research Center; lbair@usgs.gov



ou monitorariam esses valores. Eles discutiram suas opiniões com seus colegas de pesquisa e alguns deles compartilharam suas escolhas no plenário. No total, 93 pessoas de diversas ocupações e orientações disciplinares responderam às perguntas. Entre estes, 14 eram dos EUA e 79 do Brasil. A discussão e a análise seguinte evidenciaram a natureza pluralista dos valores mantidos pelos grupos humanos em conexão com os ambientes fluviais, cuja mensuração, avaliação e realização exigem uma diversidade de métodos e métricas, análises participativas de trade-off e processos adaptativos.

**Palavras-chave:** Valores do rio; Valores pluralísticos; Pesquisa transdisciplinar; Tomada de decisões; Monitoramento e planejamento socioecológico; Amazônia

## Introdução

Na Amazônia, rios, florestas e outros sistemas interligados formam uma rede intrincada onde diversos seres vivos interagem através de conexões, fluxos e relacionamentos. Diversas comunidades locais, vidas de povos indígenas, espiritualidade e atividades diárias estão intimamente ligadas aos rios, e dependem do pulso sazonal das águas para a pesca, caça, agricultura e atividades rituais (ALEXIADES, 2009). Mas a região amazônica, que detém a maior floresta biodiversa e o maior sistema fluvial do mundo, é também urbana, industrial, rica em ouro e outros minerais, cheia de potencial energético, recursos hídricos e terras disputadas (VADJUNEC; SCHMINK, 2014). O ritmo acelerado do desenvolvimento humano e a negligência da vasta diversidade de culturas humanas nos planos de desenvolvimento e na tomada de decisões causaram danos e a degradação irreparável aos sistemas ligados à floresta fluvial (ATHAYDE; MOREIRA; HECKENBERGER, 2016; DORIA et al., 2017).

Quais valores guiaram a tomada de decisões nos planos do governo para a Amazônia? Quais interesses e usos são priorizados e com que período de tempo? Os países da América Latina não são apenas ricos em biodiversidade e belas paisagens, eles sediam uma enorme diversidade de culturas humanas, línguas e linhagens de ancestralidade, possuindo diversas visões de mundo e valores associados. Quais valores tem um rio? Como os decisores podem governar sociedades multiculturais em estados-nações democráticas? Dado o ritmo das transformações sociais,

hidrológicas e ecológicas que ocorreram em vários países amazônicos na última década, um exame mais detalhado dos valores humanos ligados a rios, florestas e relações homem-natureza pode facilitar abordagens mais inclusivas e sustentáveis ao planejamento e à tomada de decisões sob crescente incerteza. (PASCUAL et al., 2017).

Valores representam o que é importante para os seres humanos. Valores humanos ligados à natureza têm sido estudados e categorizados por diversos autores ocidentais. Dicotomias entre conceituações antropocêntrica e biocêntrica que distinguem valores instrumentais e intrínsecos são frequentemente encontradas na literatura acadêmica (CHAN et al., 2016). Valores instrumentais são centrados no ser humano e em quais benefícios diretos a natureza pode trazer para os humanos em termos de água limpa, navegabilidade, lazer, beleza, renda, lucro e muitos outros. Valores intrínsecos representam um reconhecimento de que a natureza é valiosa em seu próprio mérito, independente dos humanos. Autores têm criticado essa conceituação dualista e limitada de valores, propondo a adoção de uma abordagem de valores relacionais, que são derivados de relações entre pessoas e natureza (CHAN et al., 2016; MURACA, 2016; SAXENA et al., 2018; SHEREMATA, 2018). Valores relacionais podem ser definidos como preferências, princípios e virtudes associados a relacionamentos pessoais, bem como aqueles preconizados por políticas e normas sociais. A consideração de valores relacionais em escala individual e coletiva é proposta como um meio de promover e avançar na administração coletiva da natureza e entregar futuros mais justos e sustentáveis (CHAN et al., 2016; ISHIHARA, 2018; MURACA, 2016).

A fim de facilitar o diálogo transdisciplinar e aprender sobre os valores dos rios da Amazônia, realizamos um exercício com um grupo de participantes acadêmicos e não acadêmicos da Rede de Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas Network (RBA) durante o Workshop Internacional Palmas 2018. Os principais objetivos deste exercício foram:

- Familiarizar os participantes com o tópico/objetivos do evento;
- Identificar e compreender dados/informações e *trade-offs* entre diversos objetivos e usos para rios.
- Envolver os participantes e estimular a compreensão de diversas perspectivas;
- Entender quais informações são necessárias para avaliar os *trade-offs*;
- Compreender a complexidade da tomada de decisões sobre o gerenciamento sócio- ecológico dos rios amazônicos.

Este artigo apresenta uma análise exploratória dos resultados obtidos por meio deste exercício, destacando a natureza pluralista dos valores ligados aos sistemas fluviais mantidos por diferentes grupos humanos. O artigo também evidencia a necessidade de desenvolver ferramentas e abordagens pluralistas, participativas e adaptativas que possam ser utilizadas pelos decisores em colaboração com a academia e a sociedade civil para planejar e administrar os sistemas fluviais na Amazônia e além.

## **Métodos**

Neste exercício, distribuímos cartões para os participantes da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas que estavam no workshop Palmas 2018, solicitando que eles elucidassem: a) Três coisas principais que eles valorizam em um ambiente fluvial; b) Como eles medem, descrevem ou monitoram esses valores? Os participantes também compartilharam sua ocupação e o tipo de ator que representam, tais como: acadêmicos, servidores públicos, do setor privado, povos indígenas, comunidades ribeirinhas, movimentos sociais, organizações não-governamentais, etc.

Após a reflexão individual de cada um, eles foram solicitados a compartilhar suas opiniões com os outros participantes em grupos. Em seguida, pedimos aos participantes que compartilhassem suas perspectivas no plenário.

Os facilitadores gráficos capturaram o conteúdo principal apresentado e as mensagens discutidas com os participantes. Resumimos as respostas em uma planilha do Excel e realizamos análises exploratórias

de dados qualitativos (BERNARD, 2006), codificando e categorizando as respostas e produzindo uma tabela de métodos e métricas. Usamos a facilitação gráfica como uma ferramenta visual para melhorar a comunicação e a aprendizagem entre os participantes. Geramos nuvens de palavras a partir das respostas sobre os valores dos rios por participantes americanos e brasileiros usando o software Word Art.

## **Resultados**

No total, 93 pessoas de diversas ocupações e orientações disciplinares responderam às perguntas. Entre estes, 14 eram dos Estados Unidos e 79 do Brasil. Pessoas com diversas origens e perspectivas compartilhavam seus valores e propuseram “métricas” ou descrições, incluindo acadêmicos de diversas origens disciplinares; representantes indígenas do Brasil (grupos Xerente, Karajá, Iny e Apinajé) e dos EUA (Navajo, Tribos Confederadas de Colville, tribo Pascua Yaqui); servidores públicos; funcionários de ONGs; pescadores; e líderes de movimentos sociais (Fig. 1).



Figura 1. Diferentes momentos do “Exercício Transdisciplinar dos Valores Fluviais”, durante o Workshop Internacional da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas realizado na Universidade Federal do Tocantins (UFT) em Palmas, Brasil, em maio de 2018.

Durante a sessão no plenário, as perspectivas compartilhadas dos participantes forneceram um indício da diversidade de perspectivas e valores mantidos pelo grupo em direção aos rios. Por exemplo, podemos distinguir valores instrumentais e serviços ecossistêmicos, como água limpa, regulação climática, fornecimento de energia; e valores intrínsecos, incluindo a proteção da biodiversidade, plantas e animais, matas ribeirinhas, águas correntes; e valores culturais-relacionais ligados a lugares, memórias e ancestrais específicos; beleza, paz, meios de subsistência, frescor e paisagens (Tab. 1).

A Tabela 1 mostra a diversidade de perspectivas expressas pelos participantes, categorizadas em valores instrumentais, intrínsecos e relacionais ligados aos rios. É claro que essa categorização precisa ser contextualizada e que a divisão entre as categorias não é discreta, mas sim fluida. Alguns valores podem pertencer a mais de uma categoria. É

interessante notar as perspectivas expressando relacionamentos e valores intangíveis, incluindo uma sensação de paz, tranquilidade e liberdade.

Tabela 1. Categorização Exploratória\* sobre os Valores dos Rios expressa pelos participantes da RBA durante o Workshop Internacional Palmas 2018.

Valores	Instrumental	Intrínseco	Relacional
Lazer, banho etc.	■		
Qualidade de Vida			■
Ligações com o meio ambiente		■	■
Qualidade da água	■		
Regime de fluxo e vazante (movimento), fluxo livre			■
Valor espiritual		■	■
Fonte de alimentos	■		
Biodiversidade		■	
Proteção de plantas e animais		■	
Fonte de vida			■
Cores, texturas, inspirações		■	■
Sustento de meios de substância	■		
Proteção de peixes	■		
Pescas	■		■
Emoções			■
História e memória			■
Sustentabilidade de paisagem		■	■
Proteção de florestas e vegetação ribeirinha	■	■	
Turismo	■		
Coexistência comunitário			■
Regulamento climático	■		
Conhecimento local	■		■
Liberdade			■
Relacionamentos de grupos/povos ribeirinhos	■		■
Identidade			■
Beleza			■
Relação Homem-natureza	■		■
Conectividade			■
Animais selvagens	■	■	
Energia	■		
Diversidade de habitat		■	■
Paz		■	■

\*Aqui, fornecemos definições para categorizações de valor. Os valores instrumentais estão centrados no ser humano e nos benefícios diretos que a natureza pode trazer aos seres humanos em termos de água limpa, navegabilidade, lazer, beleza, renda, lucro e outros. Valores intrínsecos representam um reconhecimento de que a natureza é valiosa em seu próprio mérito, independente dos humanos. Valores relacionais podem ser definidos como preferências, princípios e virtudes associados a relacionamentos pessoais, bem como aqueles preconizados por políticas e normas sociais (CHAN et al. 2016).



A Tabela 2 apresenta uma síntese dos diversos métodos e métricas sugeridos pelos participantes para avaliar e/ou medir os valores dos sistemas fluviais. Há uma grande diversidade de métodos e métricas possíveis que podem ser usados por pesquisadores e outros atores. Alguns dos valores mais subjetivos são difíceis de avaliar através de métodos convencionais comumente usados por acadêmicos. Nesses casos, ferramentas mais criativas e alternativas podem ser usadas, como vídeos e ferramentas artísticas.

Tabela 2. Síntese preliminar de métodos e métricas potenciais que podem ser usados para descrever, avaliar ou monitorar a diversidade de valores vinculados a rios expressos pelos participantes da RBA.

<b>Valores</b>	<b>Métodos</b>	<b>Métricas</b>
<b>Laser, banho, etc.</b>	Entrevistas, sentidos (visão, audição, olfato)	Qualitativo, como grau de satisfação, expectativas, necessidades
<b>Qualidade de vida</b>	Entrevistas, observação do participante	Qualitativo, como grau de satisfação
<b>Ligações com o meio ambiente</b>	Análises de imagem de satélite, mapeamento	Nível de conectividade, desmatamento, degradação do rio
<b>Qualidade da água</b>	Monitorar a qualidade, transparência, odor, parâmetros químicos e físicos	Padrões específicos de qualidade da água
<b>Regime de fluxo e e vazante (movimento), fluxo livre</b>	Registrar mudanças diárias em um diário de monitoramento	Métricas hidrológicas
<b>Valor espiritual</b>	Entrevistas e observação	Qualitativo
<b>Fonte de alimentos</b>	Entrevistas, observação, Pesquisa de mercado	Mudanças na alimentação, consumo de peixe/pessoa/dia
<b>Biodiversidade</b>	Métricas diversas	Métricas diversas
<b>Proteção de plantas e animais</b>	Métricas diversas	Métricas diversas
<b>Fontes de vida</b>	Subjetivo	Subjetivo
<b>Cores, texturas, inspirações</b>	Subjetivo - exemplo: arte	Subjetivo
<b>Sustento de meios de subsistência</b>	Entrevistas	Variável, pode incluir renda, tipo de subsistência, alteração de subsistência, etc.
<b>Proteção de peixes</b>	Medir quantidade (abundância) e diversidade	Número de indivíduos, número de espécies, características
<b>Pescas</b>	Monitoramento de pescas (diversos métodos)	CPUE (captura por unidade de esforço)
<b>Emoções</b>	Subjetivo	
<b>História e memória</b>	Entrevistas	



Valores	Métodos	Métricas
<b>Sustentabilidade da paisagem</b>	Imagem de satélite, entrevistas, lentes multiobjectivo	Conectividade, resiliência cultural e Modelagem social, ecológica e econômica
<b>Proteção de florestas/vegetação ribeirinhas</b>	Levantamentos florestais, mapeamento, análise de imagens de satélite (séries temporais)	Área coberta por florestas, nível de degradação
<b>Turismo</b>	Entrevistas, censos, classificações	Nível de satisfação, número de turistas, renda gerada
<b>Coexistência comunitária</b>	Entrevistas, métodos etnográficos	Percepções de mudança, porcentagem de respondentes indicando mudanças
<b>Regulação climática</b>	Parâmetros de monitoramento: temperatura da água, chuvas, secas, umidade, etc	Variável
<b>Conhecimento local</b>	Entrevistas, histórias orais, "Aprender fazendo"	Transmissão de conhecimento, erosão e ou mudança
<b>Liberdade</b>	Subjetivo	Qualitativo/Subjetivo
<b>Relacionamentos de povos/grupos ribeirinhos</b>	Entrevistas, métodos etnográficos, observação do participante	Mudanças nas estratégias de subsistência, mudanças culturais
<b>Identidade</b>	Subjetivo	Qualitativo/Subjetivo
<b>Beleza</b>	Através dos sentidos -visão, audição, olfato	Qualitativo/Subjetivo
<b>Conectividade</b>	Fotos aéreas e análise de imagens de satélite	Número de rios de fluxo livre conectividade no canal principal do rio e afluentes
<b>Energia</b>	Monitorar a potência gerada	KW/hora gerada e capacidade de energia
<b>Animais selvagem</b>	Marcar/recapturar pesquisas	Número de indivíduos, diversidade de espécies
<b>Diversidade de habitat</b>	Inventários, sensoriamento remoto	Desflorestamento/degradação (unidades/área)
<b>Paz</b>	Subjetivo - exemplo: arte, sentimentos, vídeos, testemunhas de pessoas	Qualitativo/Subjetivo

A facilitação gráfica foi utilizada para resumir os principais achados, mensagens e desafios resultantes deste exercício (Fig. 3). Foi também uma importante ferramenta de aprendizagem interdisciplinar e transcultural. No painel gráfico abaixo, a diversidade de valores tangíveis e intangíveis, instrumentais, intrínsecos e relacionais é representada. Para o povo Karajá do Estado do Tocantins, todas as pessoas vieram ou emergiram do rio em tempos imemoriais. Foi compartilhado que "todos nós temos raízes no

rio". A diversidade de relações com a água é destacada, assim como a dificuldade de equilibrar valores espirituais e culturais com valores monetários e valorização. O painel também capturou o desafio de medir ou acessar valores intangíveis, como paz e identidade. Alguns dos valores também foram expressos como sentimentos, que são difíceis de serem medidos pelos métodos acadêmicos convencionais de “ciências exatas”. Por exemplo, valores como beleza, tranquilidade, textura, cores, movimento, estavam ligados aos sentidos - visão, tato, olfato, audição, paladar. Os participantes mencionaram que precisamos encontrar maneiras criativas de expressar esses valores.



Figura 3. Painel gráfico resumindo os principais achados desse exercício.  
Design gráfico e facilitação por Karla Sessin-Dilascio.

## Conclusões

A discussão e análise resultante deste exercício evidenciaram a natureza pluralista dos valores mantidos pelos grupos humanos em conexão com os ambientes fluviais. Valores tangíveis e intangíveis categorizados na tipologia intrínseca, instrumental e relacional podem ser muito difíceis de entender e avaliar sem uma mente aberta e a disposição para ouvir outras perspectivas. Levar em consideração os valores plurais no planejamento e na formulação de políticas requer uma diversidade de

métodos e métricas, análises participativas de *trade-off* e processos adaptativos.

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer a Universidade Federal do Tocantins e o Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais por sediar o Workshop Internacional Palmas 2018 da RBA. Também reconhecemos todos os participantes que contribuíram com seus conhecimentos e perspectivas para esse exercício. Esse relatório foi financiado por uma subvenção da Fundação Nacional de Ciência (*National Science Foundation*) com o objetivo de apoiar a Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas (RBA), subvenção n. 1617413. Quaisquer opiniões, resultados e conclusões ou recomendações expressas neste material são de autores e não refletem necessariamente nas visões e opiniões na Fundação Nacional de Ciência (*National Science Foundation*).

# River values, uses and decision-making: report of a transdisciplinary exercise conducted with Amazon Dams International Research Network participants

*Simone Athayde*<sup>1</sup>

*David Kaplan*<sup>2</sup>

*Marliz Arteaga Gómez-García*<sup>3</sup>

*Lucas Bair*<sup>4</sup>

## **Abstract**

Rivers and associated ecosystems provide several tangible and intangible benefits to humans and other living beings. In the Amazon, the world's largest fluvial system, rivers are closely connected to people's lives, livelihood strategies and spirituality. The interconnected web of Amazonian rivers, forests and savannas is home to an impressive diversity of beings, human cultures and relationships. In contrast with this richness, human development has caused irreparable harm and degradation to these linked social-ecological systems, and planning for the future considering multiple human groups and values under pressing climate and social-environmental change has become increasingly challenging. This article reports on an exercise conducted with Amazon Dams International Research Network participants during the Palmas 2018 workshop, focusing on river values, methods and metrics to assess these values, and implications for management and decision-making. Participants were given cards and asked to describe three aspects they most value in a river environment, and to state how they would measure, describe or monitor these values. They discussed their opinions with their neighbors, and some of them shared their choices in the plenary. In total, 93 people from diverse occupations and disciplinary orientations responded to the questions. Among these, 14 were from the US and 79 from Brazil. The discussion and further analysis evidenced the pluralistic nature of values held by human groups in connection to river environments, which measurement, assessment and fulfillment demand a diversity of methods and metrics, participatory trade-off analyses and adaptive processes.

**Keywords:** River values; Pluralistic values; Transdisciplinary research; Decision-making; Social-ecological planning and monitoring; Amazon.

---

<sup>1</sup> Tropical Conservation and Development Program (TCD), University of Florida; simonea@ufl.edu

<sup>2</sup> Engineering School of Sustainable Infrastructure and Environment (ESSIE), University of Florida; dkaplan@ufl.edu

<sup>3</sup> School of Natural Resources and the Environment (SNRE), University of Florida; marliz@ufl.edu

<sup>4</sup> U. S. Geological Survey (USGS), Grand Canyon Monitoring and Research Center; lbair@usgs.gov

## Introduction

In the Amazon, rivers, forests and other linked systems form an intricate network where diverse living beings interact through connections, flows and relationships. Diverse local communities and Indigenous peoples' lives, spirituality and daily activities are closely connected to rivers, and depend on the seasonal pulse of the waters for fishing, hunting, agriculture, and ritual activities (ALEXIADES, 2009). But the Amazonian region, holding the most biodiverse forest and largest fluvial system in the world, is also urban, industrial, rich in gold and other minerals, full of energy potential, water resources, and disputed land (VADJUNEC; SCHMINK, 2014). The fast pace of human development, and the neglect of the vast diversity of human cultures in decision-making and development plans has caused irreparable harm and degradation to linked river-forest-people systems (ATHAYDE; MOREIRA; HECKENBERGER, 2016; DORIA et al., 2017).

What values have guided decision-making in Amazonian government plans? What interests and uses are prioritized, and with what timeframe in mind? Latin American countries are not only rich in biodiversity and beautiful landscapes; they host an enormous diversity of human cultures, languages and ancestry lineages who hold diverse worldviews and associated values. What values does a river have? How might decision-makers govern multicultural societies in democratic nation-states? Given the pace of social, hydrological and ecological transformations taking in place in several Amazonian countries in the last decade, a closer examination of human values connected to rivers, forests and human-nature relationships might facilitate more inclusive and sustainable approaches to planning and decision-making under increased uncertainty (PASCUAL et al., 2017).

Values represent what is important to humans. Human values connected to nature have been studied and categorized by diverse western authors. Dichotomies between anthropocentric and biocentric

conceptualizations distinguishing instrumental and intrinsic values are often found in the academic literature (CHAN et al., 2016). Instrumental values are centered on the human being and what direct benefits nature can bring to humans in terms of clean water, navigability, leisure, beauty, income, profit and many others. Intrinsic values represent a recognition that nature is valuable in its own merit, independent of humans. Authors have criticized this dualistic and limited conceptualization of values, proposing the adoption of a relational values approach, which are derived from relationships between people and nature (CHAN et al., 2016; MURACA, 2016; SAXENA et al., 2018; SHEREMATA, 2018). Relational values can be defined as preferences, principles, and virtues associated with personal relationships, as well as those prescribed by policies and social norms. Consideration of relational values at the individual as well as in a collective scale are proposed as a means to advance collective stewardship of nature and deliver more just and sustainable futures (CHAN et al., 2016; ISHIHARA, 2018; MURACA, 2016).

In order to facilitate transdisciplinary dialogue and learning about Amazonian rivers values, we conducted an exercise with a group of academic and non-academic Amazon Dams International Research Network (ADN) participants during the Palmas 2018 International Workshop. The main objectives of this exercise were:

- Familiarize participants with the event's topic/objectives;
- Identify and understand data/information and trade-offs between diverse objectives and uses for rivers;
- Engage participants and stimulate understanding of diverse perspectives;
- Understand what information is needed to evaluate trade-offs;
- Understand the complexity of making decisions for social-ecological management of Amazonian rivers.

This article presents an exploratory analysis of the results obtained through this exercise, highlighting the pluralistic nature of values attached to river systems held by different human groups. It also evidences the necessity of developing pluralistic, participatory and adaptive tools and

approaches that can be used by decision-makers in collaboration with academia and civil society to plan and manage river systems in the Amazon and beyond.

## **Methods**

In this exercise, we distributed cards to Amazon Dams International Research Network participants of the Palmas 2018 workshop, asking them to elicit: a) Three main things they value in a river environment; b) How would they measure, describe or monitor these values. People also shared their occupation and the type of stakeholder they represent, such as: academics, government officers, private sector, Indigenous peoples, riverine communities, social movements, non-governmental organizations, etc.

Following their individual reflection, they were asked to share their opinions with their neighbors in groups. We then asked people to share their perspectives in the plenary.

Graphic facilitators captured the main content presented and messages discussed with the participants. We summarized the responses in an Excel spreadsheet and conducted exploratory qualitative data analyses (BERNARD, 2006) by coding and categorizing the responses and producing a methods and metrics table. We used graphic facilitation as a visual tool to enhance communication and learning among the participants. We generated word clouds from the responses on river values by US and Brazilian participants using the Word Art software.

## **Results**

In total, 93 people from diverse occupations and disciplinary orientations responded to the questions. Among these, 14 were from the United States and 79 from Brazil. People with diverse backgrounds and perspectives shared their values and proposed “metrics” or descriptions,

including academics from diverse disciplinary backgrounds; Indigenous representatives from Brazil (Xerente, Karajá, Iny and Apinajé groups) and from the U.S. (Navajo, Colville Confederate Tribes, Pascua Yaqui tribe); government officers; NGO practitioners; fishers; and social movement leaders (Fig. 1).



Figure 1. Different moments of the “River Values Transdisciplinary Exercise” during the Amazon Dams International Research Network International Workshop held at Federal University of Tocantins (UFT) in Palmas, Brazil, in May of 2018.

During the plenary session, shared perspectives from the participants provided a hint of the diversity of perspectives and values held by the group towards rivers. For example, we could distinguish instrumental values and ecosystem services such as clean water, climate regulation, energy provision; and intrinsic values including protection of biodiversity, plants and animals, riparian forests, free flowing waters; and cultural-relational values tied to specific places, memories and ancestry; beauty, peace, livelihoods, freshness, and landscapes (Table 1).

Table 1 shows the diversity of perspectives expressed by the participants categorized in instrumental, intrinsic and relational values



attached to rivers. It is clear that this categorization needs to be contextualized, and that the division between the categories is not discrete, but rather fluid. Some values may belong to more than one category. It is interesting to note perspectives expressing relationships and intangible values, including a sense of peace, tranquility and freedom.

Table 1. Exploratory categorization\* of River Values expressed by ADN participants during the Palmas 2018 International Workshop.

Values	Instrumental	Intrinsic	Relational
Leisure, bathing, etc.			
Quality of life			
Connections with the environment			
Water quality			
Ebb and flow regime (movement), free flowing			
Spiritual value			
Source of food			
Biodiversity			
Protection of plants and animals			
Source of life			
Colors, textures, inspirations			
Sustaining livelihoods			
Protection of fish			
Fisheries			
Emotions			
History and memory			
Landscape sustainability			
Protection of riparian forests and vegetation			
Tourism			
Community co-existence			
Climate regulation			
Local knowledge			
Freedom			
Relationships of riverine peoples			
Identity			
Beauty			
Human-nature relationship			
Connectivity			
Wildlife			
Energy			
Habitat diversity			
Peace			

\*Here we provide definitions for value categorizations. Instrumental values are centered on the human being and what direct benefits nature can bring to humans in terms of clean water, navigability, leisure, beauty, income, profit and others. Intrinsic values represent a recognition that nature is valuable in its own merit, independent of humans. Relational values can be defined as preferences, principles, and virtues associated with personal relationships, as well as those preconized by policies and social norms (CHAN et al. 2016).



Table 2 presents a synthesis of the diverse methods and metrics suggested by the participants to assess and/or measure the values of river systems. There is a great diversity of possible methods and metrics that can be used by researchers and other actors. Some of the more subjective values are hard to assess through conventional methods commonly used by academics. In these cases, more creative and alternative tools can be used, such as videos and artistic tools.

Table 2. Preliminary synthesis of potential methods and metrics that can be used to describe, assess or monitor the diversity of values tied to rivers expressed by ADN participants.

Values	Methods	Metrics
<b>Leisure, bathing, etc.</b>	Interviews, senses (see, listen, smell)	Qualitative, such as degree of satisfaction, expectations, needs
<b>Quality of life</b>	Interviews, participant observation	Qualitative, such as degree of satisfaction
<b>Connections with the environment</b>	Satellite imagery analysis, mapping	Level of connectivity, deforestation, river degradation
<b>Water quality</b>	Monitor quality, transparency, odor, chemical and physical parameters	Specific water quality standards
<b>Flow and ebb regime (movement), free flowing</b>	Recording changes daily on a monitoring journal	Hydrological metrics
<b>Spiritual value</b>	Interviews and observation	Qualitative
<b>Source of food</b>	Interviews, observation, market survey	Changes in diet, fish consumption/person/day
<b>Biodiversity</b>	Diverse methods	Diverse metrics
<b>Protection of plants/ animals</b>	Diverse methods	Diverse metrics
<b>Source of life</b>	Subjective	Subjective
<b>Colors, textures, inspirations</b>	Subjective – e.g., art	Subjective
<b>Sustaining livelihoods</b>	Interviews	Variable, could include income, type of livelihood, livelihood alteration, etc
<b>Protection of fish</b>	Measure quantity (abundance) and diversity	Number of individuals, number of species, characteristics
<b>Fisheries</b>	Fisheries monitoring (various methods)	CPUE (capture per unit of effort)
<b>Emotions</b>	Subjective	
<b>History and memory</b>	Interviews	
<b>Landscape sustainability</b>	Satellite imagery, interviews, multi-objective lenses	Connectivity, cultural resilience, social, ecological and economic modelling
<b>Protection of riparian forests/vegetation</b>	Forest surveys, mapping, satellite image analysis (temporal series)	Area covered by forests, level of degradation

Values	Methods	Metrics
<b>Tourism</b>	Interviews, censuses, ratings	Level of satisfaction, number of tourists, income generated
<b>Community co-existence</b>	Interviews, ethnographic methods	Perceptions of change, percentage of respondents indicating changes
<b>Climate regulation</b>	Monitoring parameters: water temperature, rainfall, droughts, humidity, etc	Variable
<b>Local knowledge</b>	Interviews, oral stories, learning-by-doing	Knowledge transmission, erosion and or change
<b>Freedom</b>	Subjective	Qualitative/Subjective
<b>Relationships of riverine peoples</b>	Interviews, ethnographic methods, participant observation	Changes in livelihood strategies, cultural changes
<b>Identity</b>	Subjective	Qualitative/Subjective
<b>Beauty</b>	Through the senses – see, listen, smell	Qualitative/Subjective
<b>Connectivity</b>	Aerial photos and satellite image analyses	Number of free-flowing rivers, connectivity in main river channel and tributaries
<b>Energy</b>	Monitor generating potency	KW/hour generated and energy capacity
<b>Wildlife</b>	Mark/recapture surveys	Number of individuals, diversity of species
<b>Habitat diversity</b>	Inventories, remote sensing	Deforestation/degradation (units/area)
<b>Peace</b>	Subjective – e.g. art, feelings, videos, people's testimonies	Qualitative/Subjective

Graphic facilitation was used to summarize the main findings, messages and challenges resulting from this exercise (Fig. 3). It was also an important cross-disciplinary and cross-cultural learning tool. In the graphic panel below, the diversity of tangible and intangible, instrumental, intrinsic and relational values is represented. For the Karajá people from the Tocantins State, all people came or emerged from the river in immemorial times. It was shared that “*all of us have roots in the river*”. The diversity of relationships with the water is highlighted, as well as the difficulty to balance spiritual and cultural values with monetary values and valuation. The panel also captured the challenge to measure or access intangible values such as peace and identity. Some of the values were also expressed as feelings, which are difficult to be measured by conventional academic, “hard science” methods. For instance, values such as beauty,

tranquility, texture, colors, movement were tied to senses – sight, touch, smell, hearing, taste. People mentioned that we need to find creative ways to express these values.



Figure 3, Graphic panel summarizing the main findings of the exercise. Graphic design and facilitation by Karla Sessin-Dilascio.

## Conclusions

The discussion and further analysis resulting from this exercise evidenced the pluralistic nature of values held by human groups in connection to river environments. Tangible and intangible values categorized in the intrinsic, instrumental and relational typology can be very difficult to understand and assess without an open mind and the willingness to listen to other perspectives. Taking plural values into consideration in planning and policy-making requires a diversity of methods and metrics, participatory trade-off analyses and adaptive processes.

## Acknowledgments

We would like to thank the Federal University of Tocantins and the Graduate Program in Environmental Sciences for hosting the Palmas 2018 ADN International Workshop. We also acknowledge all the participants who contributed their knowledge and perspectives to this exercise. This work was supported by a National Science Foundation

(NSF) grant to support the Amazon Dams International Research Network/*Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas*/Red Internacional de Investigación sobre Represas Amazónicas (ADN/RBA/RIRA), Grant No. 1617413. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the authors and do not necessarily reflect the views of the National Science Foundation.

## Referências/References

- ALEXIADES, M. Introduction. In: *Mobility and Migration in Indigenous Amazonia: Contemporary Ethnoecological Perspectives*. London: Berghan Books, p. 1-43, 2009.
- ATHAYDE, S.; MOREIRA, P. F. F.; HECKENBERGER, M. Public feedback at risk in Brazil. *Science*, v. 353, n. 6305, p. 1217-1217, 2016.
- BERNARD, H. R. *Research methods in Anthropology: qualitative and quantitative approaches*. Thousand oaks/London/New Delhi: Sage Publications, 2006.
- CHAN, K. M. A. et al. Opinion: Why protect nature? Rethinking values and the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 6, p. 1462-1465, 2016.
- DORIA, C. R. da C. et al. The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *Ambio*, p. 1-13, 2017.
- ISHIHARA, H. Relational values from a cultural valuation perspective: how can sociology contribute to the evaluation of ecosystem services? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 35, p. 61-68, 2018.
- MURACA, B. Relational Values: A Whiteheadian Alternative for Environmental Philosophy and Global Environmental Justice. *Balkan Journal of Philosophy* v. 8, n. 1, p. 19-38, 2016.
- PASCUAL, U. et al. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 26, p. 7-16, 2017.
- SAXENA, A. K. et al. From moral ecology to diverse ontologies: relational values in human ecological research, past and present. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 35, p. 54-60, 2018.

SHEREMATA, M. Listening to relational values in the era of rapid environmental change in the Inuit Nunangat. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 35, p. 75-81, 2018.

VADJUNEC, J. M.; SCHMINK, M. *Amazonian geographies : emerging identities and landscapes*: Routledge, 2014.

### **Seção 3**

**Conversando com os especialistas  
(A experiência dos pesquisadores)**

**Speaking to the experts  
(The experience of researchers)**





## Capítulo 3.1

### **Hidrelétricas e povos tradicionais na Amazônia: elementos para um prognóstico preliminar e introdutório**

*Héber R. Grácio*<sup>1</sup>

*Relatoria:*

*Mariza Fernandes Souza*

*Alice Ferreira Araujo*

*Fabian Serejo Santana*

O rio Tocantins aproveita 29,9% da sua capacidade de geração de energia e a bacia do rio Amazonas aproveita somente 0,64%. O rio Tapajós possui o maior potencial apresentando-se com 24,6% do potencial da bacia amazônica. Por isso, a tendência é de que a próxima fronteira de hidrelétrica seja na Amazônia. Com essas informações, extraídas do Plano Nacional de Energia – PNE 2030, produzido pela EPE, verifica-se tanto que a Amazônia é a nova fronteira de geração de energia hidrelétrica quanto o esgotamento das demais bacias.

O Rio Tapajós representa 32,0% do potencial energético da Bacia. O Rio Xingu 29,6%, o Rio Madeira 19,1% e o Trombetas 8,1%. Isso representa uma tendência: alguns rios já apresentaram problemas com projetos hidrelétricos, como: Rio Tapajós, Rio Xingu e Rio Madeira. Os quatro primeiros rios têm 90% da capacidade de geração energética da Bacia.

O PNE 2030 estabelece critérios que definem restrições ambientais, os quais regulam a política de energia elétrica. Vai se priorizar a

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, hgracio@uft.edu.br

implantação de hidrelétricas em áreas com menores restrições, de acordo com a ordem de importância, são critérios: cidades, área populosa, floresta nacional, parque nacional, reserva indígena, áreas de quilombo, área de proteção ambiental, reserva biológica, reserva de desenvolvimento sustentável, rio virgem, tamanho da área alagada, interferência em infraestrutura de significativa expressão econômica (ferrovias e rodovias).

Levam-se em consideração apenas comunidades indígenas e quilombolas, mas deixam de fora os ribeirinhos, pescadores e toda uma série de comunidades que poderão ser impactados por esses empreendimentos. Do total de 77.058 MW estimados para a bacia amazônica verifica-se que 47.862 MW estão com restrições ambientais para geração de energia. Apenas 29.196 MW podem ser geradas sem restrições ambientais. Portanto, deve-se concluir que a geração de energia na Bacia Amazônica virá com muitos problemas ambientais e conflitos.

A implantação de hidrelétricas em áreas ocupadas por instabilidade social muito grande em relação aos direitos dos povos tradicionais e originários deve gerar uma situação delicada para a execução e implantação de políticas públicas nessas regiões em virtude dos empreendimentos. Na Amazônia, por exemplo, sem impactos significativos, há previsão de implementação de 29.196 MW, ou seja, 37,9% do potencial. Afetando áreas indígenas, temos 44,3% do potencial. Afetando parques nacionais, 12,1% do potencial, 3,7% de quilombos. Então, para viabilizar o aproveitamento do potencial energético impedido por restrições ambientais, o governo tem efetuado diversas alterações legais a fim de mitigar essas restrições. Por exemplo, a Portaria Interministerial 060 de março de 2015 restringe os conceitos de terras indígenas e quilombolas por isso.

A região norte do país comporta 38,2% dos povos indígenas do Brasil. No Brasil como um todo, 36% da população indígena vive em áreas urbanas, e 64% em áreas rurais (ou seja, nas áreas indígenas). Na região norte, 82% dos indígenas vivem meio rural, ou seja, vivem em áreas indígenas (dentro de suas terras). Isso nos faz pensar que essa população

está muito mais integrada com suas tradições e possui maior dependência dos recursos naturais das regiões onde vivem. Esses dados mostram que o impacto desse processo de expansão será vivido de modo muito mais drástico por essas populações.

Os dados da população norte mostram que o Estado da Amazônia comporta 20,4% de indígenas, o Pará 5,71%, Tocantins e Rondônia 1%. O Brasil possui 676 terras indígenas e a região norte comporta 343 dessas áreas, ou seja, mais de 50%, que é exatamente a região que está no centro desse projeto de expansão das hidrelétricas. O Brasil tem hoje 676 terras indígenas, áreas que o Estado reconhece como de ocupação dos povos indígenas.

Outro dado que revela a diversidade do Brasil é que, até 2015, a Fundação Cultural Palmares tinha levantado 2.607 comunidades quilombolas no Brasil. Todavia, segundo dados do mesmo ano, somente 73 comunidades tiveram suas terras reconhecidas. Isso nos mostra um outro lado desse grave problema do avanço das hidrelétricas: nós não temos uma segurança para o que ocorrerá com essas comunidades após os empreendimentos e o governo se recusa a reconhecer áreas quilombolas e indígenas em decorrência dessa política de expansão energética.

## **Perguntas do público**

**Pergunta:** Aqui no Brasil tem uma migração desses povos para as áreas urbanas?

**Resposta:** *Sim, aqui tem, relacionados a perdas de territórios, impactos ambientais e por vontade própria. O Brasil tem uma política em relação muito progressiva em relação a esses povos. Hoje, 12% dos dados nacionais é conhecido como território indígena, nos últimos anos temos vivido um processo de retrocesso, negando o direito das populações.*

### **Comentários adicionais dos espectadores:**

1 - Nos EUA, existem líderes indígenas que deixam suas reservas por causa dos impactos gerados por projetos hidrelétricos. A agricultura também pode levar a essa emigração.

2 - O processo de expansão hidrelétrica no Tocantins se iniciou na década de 1970 com a hidrelétrica de Tucuruí. Devido à construção dessa barragem, as comunidades indígenas da região foram expulsas. Agora há um projeto, em Marabá, que provavelmente inundará a região. Entretanto existe uma distância grande entre o potencial inventariado pela EPE e a vontade política para a implementação de um projeto dessa natureza.

3 - O interesse de implantação de hidrelétricas decorre da soja. Hoje o foco é a Bacia do Tapajós. A energia hidrelétrica na Amazônia está em jogo agora, fato relacionado à necessidade de expandir a infraestrutura para escoar a soja. A Amazônia está na bola da vez. Isso decorre da necessidade de infraestrutura para escoar soja.

**Resposta:** *Concordo. O projeto de ocupação da região do Mato Grosso e Pará teve seu início ainda na década de 1940 com a marcha para o Oeste. O norte do MT é um grande exemplo do que aguarda a Amazônia no futuro. Nós temos no Brasil hoje tramitando 130.000 projetos de lavra no DNPM.*

Declaração: Há 10 anos tentando discutir uma política para os atingidos, sem êxito. A usina de Lajeado começou a ser construída em 1997. Os indígenas não foram considerados atingidos porque sua área não foi alagada, mas desconsideraram os outros impactos. A preocupação que temos é como se discute quem são os atingidos. E, por último, deve-se ressaltar que eles dividem o estudo. Não há um estudo para a Bacia como um todo. Não há uma convergência das informações. Não há conexão entre as informações.

**Resposta:** *O projeto hidrelétrico de Castanheira, planejado para ser realizado próximo ao rio Juruena, no Mato Grosso, foi considerado social e ambientalmente viável por não inundar terras indígenas ou quilombos. No entanto, o projeto afetará uma área que é constantemente usada pelas*

*comunidades indígenas da região, afetando diretamente os meios de subsistência dessas comunidades.*

# Hydroelectric dams and Amazonian traditional peoples: elements for a preliminary and introductory prognosis

*Héber R. Grácio*<sup>1</sup>

*Rapporteur:*

*Daniel Rondinelli Roquetti*

*Alexandra N. Sabo*

*A. Christine Swanson*

The Tocantins River uses 29.9% of its power generation capacity, while the Amazon River basin uses only 0.64%. In the Amazon basin, the Tapajós River represents the greatest energy generation potential (24.6%). Therefore, the next hydroelectric dam will likely be installed in the Amazon. The National Energy Plan - PNE 2030, produced by EPE, verifies both that the Amazon is the new frontier for hydroelectric power generation and that other basins have been depleted.

Four rivers represent 90% of the Amazon basin's energy generation capacity: the Tapajós (32.0%), Xingu (29.6%), Madeira (19.1%) and Trombetas (8.1%). Some rivers, such as the Tapajós, Xingu, and Madeira Rivers, have already had problems with hydroelectric projects.

PNE 2030 establishes criteria defining environmental restrictions, which regulate electric energy policy. Hydroelectric dams will be prioritized in with fewer restrictions. The criteria, in order of importance, are: cities, already populated areas, national forests, national parks, Indigenous reserves, Quilombo areas, environmental protection areas, biological reserves, sustainable development reserves, wild rivers. Consideration is given to the floodplain size and interference in infrastructure of significant economic importance (e.g., railways and highways).

---

<sup>1</sup> Graduate Program in Environmental Science, Federal University of Tocantins. hgracio@uft.edu.br

Only Indigenous and Quilombola communities are taken into account, leaving out traditional riverside dwellers, fishermen and many other communities that may be impacted by hydroelectric dams. Of the total of 77,058 MW of power generation potential estimated for the Amazon basin, 47,862 MW have environmental restrictions, leaving only 29,196 MW that can be generated without environmental restrictions. Therefore, it must be concluded that energy generation in the Amazon Basin will come with many environmental problems and conflicts.

Operation of hydroelectric dams in areas with social instability related to the rights of Native and traditional peoples requires delicate implementation and execution of public policies. In the Amazon, 29,196 MW (37.9% of the energy generation potential) is planned to be harnessed without significant impacts. 44.3% of the energy potential will affect Indigenous areas, 12.1% will affect national parks, and 3.7% will affect Quilombo communities. The government has made several legal changes to mitigate environmental restrictions and open up energy potential currently impeded by these restrictions. For example, the March 2015 Portaria Interministerial 060 restricts the definition of Indigenous and Quilombola lands for this reason.

38.2% of Brazil's Indigenous peoples live in the northern region of the country. In Brazil as a whole, 36% of the Indigenous population lives in urban areas and 64% in rural areas (that is, in Indigenous areas). In the northern region, 82% of Indigenous people live in Indigenous areas (i.e., within their tribal lands). We believe this population is much more integrated with their traditions and is more dependent on their regions' natural resources. These data show that the impact of this expansion process will be experienced more drastically by these populations.

Population data shows 20.4% of Indigenous people live within the state of the Amazonas, 5.71% in Pará, and 1% in Tocantins and Rondônia. Brazil recognizes 676 Indigenous reserves, more than 50% (343) of which are in the northern region. The northern region is the epicenter of hydroelectric expansion.



Another fact that reveals the diversity of Brazil is that through 2015, Fundação Cultural Palmares counted 2,607 Quilombola communities in the country. However, data from the same year show only 73 officially recognized Quilombola communities. This demonstrates another serious problem with the implementation of hydroelectric dams: there is no security for these communities after the dams are built, and the government refuses to recognize Quilombola and Indigenous areas because of the energy expansion policies.

### **Audience questions**

**Question:** Is there a migration of these people into urban areas in Brazil?

**Answer:** *Yes, there is. It is related to loss of territories, environmental impacts and also, sometimes done willingly. Brazil has a very progressive policy towards these peoples. Today, 12% of national area is set aside as Indigenous territory. However, in recent years we have been going through a process of regression, denying the rights of the Indigenous populations.*

### **Additional comments from the audience:**

1 - In the USA, there are Indigenous leaders who leave their reserves because of the impacts generated by hydroelectric projects. Agriculture can also lead to this emigration.

2 - The hydroelectric expansion process in Tocantins began in the 1970s with the Tucuruí hydroelectric plant. Due to the construction of this dam, the Indigenous communities in the region were expelled. There is now a project in Marabá that is likely to flood the region. However, there is a big gap between the potential inventoried by EPE and the political will to implement such a project.

3 - The interest in setting up hydroelectric plants arises from soy agriculture. Today the focus is on the Tapajós Basin. Hydroelectric power in the Amazon is at stake now, a fact related to the need to expand the infrastructure to transport soybeans. The Amazon is the flavor of the week. This stems from the need for infrastructure to transport soy.

**Answer:** *I agree. The occupation project in the Mato Grosso and Pará region started in the 1940s with the march to the West. Northern Mato Grosso is a great example of what awaits the Amazon in the future. Currently in Brazil, we are processing 130,000 mining projects at DNPM.*

Declaration: For 10 years, we have been trying to discuss a policy for those affected without any success. The Lajeado plant started construction in 1997. The Indigenous people were not considered affected because their area was not flooded, but dam builders/policy makers disregarded the other impacts. The concern we have is how to discuss who is affected. And, lastly, it should be noted that they share the study. There is no study for the basin as a whole. There is no convergence of information. There is no connection between the information.

**Answer:** *The Castanheira hydroelectric project, planned to be carried out near the Juruena River, in Mato Grosso, was considered socially and environmentally viable because it does not flood Indigenous or Quilombos lands. However, the project will affect an area that is constantly used by Indigenous communities in the region, directly affecting the livelihoods of these communities.*

## Capítulo 3.2

### Esquecendo as pessoas no desenvolvimento energético de belo monte e outras barragens

*Emílio Moran*<sup>1</sup>

*Relatoria:*

*Mariza Fernandes Souza*

*Alice Ferreira Araujo*

*Fabian Serejo Santana*

Muitas vezes, as pessoas são esquecidas no processo de licenciamento de grandes barragens; isso foi especialmente verdade no caso da barragem de Belo Monte. Quando as barragens hidrelétricas estão sendo planejadas, o foco principal é a geração de energia; no entanto, muitas vezes acontece que a energia não atinge as pessoas que moram mais próximas das barragens hidrelétricas.

Nem o Brasil, nem a Amazônia, pediram hidrelétricas no passado. Historicamente, quando os processos de desenvolvimento foram lançados na década de 1970, sua vocação era descrita como mineral, especialmente no discurso da SUDAM, mas hoje se diz que o futuro do Brasil está na energia hidrelétrica. Na realidade, não há "vocação", mas sim os seres humanos que determinam quais recursos naturais eles desejam explorar.

Existem contradições no estado brasileiro em relação à forma como os recursos naturais devem ser explorados. Como surgiu no Brasil a atual dependência excessiva em energia hidrelétrica para o consumo de energia (67%) e por quê? Alguns dizem que o problema é que os setores

---

<sup>1</sup> Centro para Mudanças Globais e Observações da Terra, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Michigan, emilioef@msu.edu

hidrelétrico e petrolífero são contra a exploração de outras formas de energia no Brasil, como solar e eólica. O Brasil tem uma população crescente em necessidade de energia, e foi decidido há muitos anos que essa energia seria gerada por meio de energia hidrelétrica. A energia gerada pela energia hidrelétrica tem aumentado constantemente para atender à demanda. O plano decenal de energia deu muita importância à necessidade de desenvolver barragens de Belo Monte e Jatobá. Somente recentemente começou o investimento em o vento, e a energia solar ainda está contribuindo pouco, apesar de uma abundância de regiões com alta insolação solar.

Parece que as pessoas são frequentemente esquecidas nos estágios de planejamento das barragens hidrelétricas. A barragem de Belo Monte teve um grande impacto na região. Sua construção aumentou a população - especificamente um grande influxo da população masculina para o setor de construção, o que resultou em um aumento na prostituição, crime e crises no descarte de lixo, qualidade da água e saneamento.

Belo Monte foi o primeiro projeto que prometeu consultar as populações indígenas regionais antes da construção, mas as populações a jusante foram esquecidas e a consulta livre e prévia exigida pelos 169 requisitos da OIT não foi alcançada. Isso levanta a questão de quem determina qual população é "impactada" ou não. A jusante, a pesca diminuiu, o que prejudicou muitas vidas e, como não foram consideradas, não foram compensadas por suas perdas. Aqueles que foram considerados compensados descobriram que sua compensação não era justa.

A lei também exige uma melhoria na qualidade da água na região onde as usinas hidrelétricas são construídas. Na área urbana, que sofreu grande impacto devido à migração e ao reassentamento, a população aumentou rapidamente, mas não houve um aumento na capacidade da infraestrutura e segurança de saneamento. A população aumentou, mas a infraestrutura não foi melhorada; a demanda por alimentos aumentou, mas a produção de alimentos não. Devido à perda de mão-de-obra agrícola, a produção de culturas básicas diminuiu em vez de aumentar

para atender à demanda de alimentos. Muitas populações dependentes do rio foram forçadas a sair de suas casas, ou seja, foram reassentadas em comunidades urbanas, fazendo com que perdessem qualquer sensação de tranquilidade e mudando drasticamente suas vidas.

Quando falamos sobre energia hidrelétrica, tendemos a falar sobre os benefícios, um dos quais é a criação de empregos. No entanto, em apenas quatro anos, o número de empregos diminuiu drasticamente. Os empregos são criados apenas durante a fase de construção e resta muito pouco para sustentar o desenvolvimento regional.

Os dados mostram que 60 milhões de pessoas serão impactadas por 11 barragens hidrelétricas planejadas para o Mekong, mas eles sabem que as perdas de pesca serão de mais de dois bilhões de dólares por ano. Ninguém sabe o valor da pesca do Xingu. Ao contrário do Mekong, ninguém fez uma avaliação antes da barragem. Parece justo que, se uma barragem for construída, um estudo detalhado deve ser feito para compensar adequadamente as pessoas que serão afetadas por sua construção. Os que mais se beneficiam são os consultores, e não as pessoas mais afetadas.

“A energia produzida não vai para nenhuma comunidade da Amazônia, a questão é: está certo?”. Essas populações são esquecidas. É necessário pensar em uma maneira sustentável de produzir energia e compensar as que são impactadas. Quanto mais uma população é impactada, mais deve ser compensada.

O crescimento da população decorrente da construção de barragens é considerável, e também há um grande número de pessoas que são realocadas, mas os serviços públicos não são aumentados para atender adequadamente a essas populações. As populações apresentam problemas de saúde emocional, incluindo a depressão, ligados a práticas enganosas quanto à construção da barragem.

A lei exige uma melhoria no saneamento em áreas impactadas pela construção de barragens, mas a Norte Energia demorou muito a fornecer a infraestrutura hídrica necessária. Houve uma batalha de dois anos entre

o município e a Norte Energia. Faltam serviços de saneamento - 17 mil pessoas estão conectadas ao sistema de saneamento, mas ele não é funcional. As empresas de barragens preferem enfrentar processos perante os tribunais e aguardam a lei determinar o resultado, em vez de atender desde o início as necessidades que elas exigem. Há impactos consideráveis nas áreas urbanas, rurais e nas áreas que abrigam comunidades dependentes de rios. Os impactos na área urbana foram grandes, principalmente relacionados ao fluxo de trabalhadores da construção civil e grupos que foram realocados. A população regional dobrou em apenas um ano e meio, sem as necessárias melhorias de segurança e saneamento.

O custo de vida aumentou drasticamente. Durante o pico da construção, um ovo que custava 1 real foi vendido por 3 reais. A depressão tende a aumentar, não apenas nas comunidades dependentes de rios que foram forçadas a se mudar para a cidade, mas também na população urbana que favoreceu a construção das barragens, mas não obteve resultados positivos posteriormente.

O reassentamento foi um processo violento. Em muitos casos, as pessoas foram forçadas a se mudar de ilhas ou da beira do rio ou do beiradão. Essas pessoas foram realocadas para reassentamentos distantes da cidade - como no caso de Jatobá. Eles foram forçados a deixar uma vida tranquila nas margens do rio para viver em uma área longe da cidade e longe do rio e de seu modo de vida tradicional.

Também houve impactos no setor agrário. O desmatamento aumentou e não houve reflorestamento. O uso da terra mudou. A mão-de-obra disponível foi reduzida ao trabalhar no emprego relacionado a barragens. Houve uma entrada importante de capital no setor pecuário. Os únicos aumentos foram na produção de gado e cacau, que exigiam menos mão de obra do que as culturas básicas anuais.

Esses resultados foram previsíveis, pois ocorreram em outros locais; no entanto, o governo estava mal preparado. Isso foi repetido em todo o mundo. As comunidades a jusante são frequentemente esquecidas.

Estudos a priori devem ser realizados para determinar a produção pesqueira antes da construção de uma barragem e quanto tempo levaria para retornar aos níveis históricos. A partir disso, deve ser definido um cronograma para a compensação.

No caso de Tucuruí, com a diminuição da produção pesqueira, as comunidades a jusante foram afetadas, mas no caso de Belo Monte, mais uma vez, ninguém foi compensado. Não é possível aprender com a experiência passada? Por que não estão sendo feitos esforços para avaliar o valor desses impactos?

Concluimos que isso ocorre porque, apesar de conhecer esses impactos, o único objetivo é gerar energia. Os impactos nas pessoas não são suficientemente considerados. Os benfeitores são os construtores, que podem participar da construção de inúmeras barragens e gerar grandes lucros. Também há corrupção envolvida. A energia gerada por Belo Monte é transportada para o sul do Brasil - não fica no norte.

Os mapas mostram a construção de linhas de transmissão para transportar a energia para o sudeste do Brasil; a transmissão de energia não vai para as comunidades impactadas. Parece injusto que a população de São Paulo, por exemplo, pague menos por energia do que as populações diretamente impactadas?.

Mudança é necessária. É essencial levar em consideração as populações humanas, especialmente aquelas que são frequentemente esquecidas. Devemos pensar em novas maneiras de gerar energia. Uma pessoa que vive em Altamira não deve pagar mais por energia do que alguém que vive em São Paulo. O custo da energia no norte deve ser subsidiado ou gratuito para aqueles que foram impactados pela construção da barragem. Essa é a menor compensação que eles deveriam ter automaticamente por pelo menos uma geração. A lei deve ser seguida e a melhoria da água e do saneamento deve ser um legado de um projeto como esse.

Devemos criar desenvolvimento hidrelétrico que beneficie a população e tenha menos impactos nos ecossistemas. Estudos realizados

por engenheiros sugerem um novo tipo de turbina que causa menos impactos. Outra alternativa é gerar energia hidrelétrica que não requer represas. O maior impacto do desenvolvimento das hidrelétricas é o represamento que interrompe o fluxo e altera a ecologia do rio. Também propomos que os sistemas de tomada de decisão envolvam populações para que as decisões reflitam o que elas querem.

Estamos desenvolvendo tecnologia que não afetará a produção pesqueira nem exigirá reassentamento. O projeto é instalar pequenas turbinas próximas a uma comunidade local para gerar energia para essa comunidade e não para lugares distantes, sem interromper o fluxo de água nem exigir reassentamentos. Também será mais fácil de manter e não exigirá o transporte de energia por longas distâncias. As comunidades que estão fora da rede, como muitas na Amazônia, merecem mais do que energia cara de geradores a diesel ou de grandes projetos hidrelétricos que os ignoram.

## **Perguntas do público**

**Pergunta:** No caso de Belo Monte, há também o projeto de mineração Belo Sun que afeta as mesmas comunidades a jusante. Com base neste projeto, o que é previsível?

**Resposta:** *Belo Sun está localizada atrás de Belo Monte e parece ter escapado da visibilidade de Belo Monte. Ele já começou a desapropriar pessoas que moravam lá antes e, com o tempo, seu impacto social e ambiental pode ser grande.*

**Pergunta:** O relacionamento deles com a natureza está melhorando ou piorando?

**Resposta:** *O relacionamento dos seres humanos com a natureza, em algumas áreas, melhorou e em outras piorou. A emissão de carbono, por exemplo, continua aumentando. Há algumas coisas que melhoraram, como a proteção de áreas naturais. Os países industrializados não foram capazes de controlar essas emissões de carbono. Os chineses também estão*



*construindo grandes barragens, como no rio Mekong, e isso afetará pelo menos três países a jusante da China.*

**Pergunta:** Qual parte do seu estudo lida com os impactos de gênero do desenvolvimento de energia hidrelétrica?

**Resposta:** *Há um artigo que analisa diferentes perspectivas das mulheres relacionadas à pesca. Reconhecemos que as mulheres geralmente são deixadas de fora desses estudos e que é necessário aumentar a atenção para essas áreas. Por exemplo, na África são as mulheres agricultoras e, portanto, precisam ser incluídas nesses estudos. Tivemos mulheres pós-doutorandas e estudantes de graduação e pós-graduação envolvidas no projeto e que analisaram questões de gênero.*

**Pergunta:** Esta pesquisa considera se essas comunidades desejam a tecnologia acima mencionada que envolve uma turbina na água?

**Resposta:** *A proposta de imergir uma turbina é apenas uma alternativa, da qual existem muitas outras opções que começam a ser estudadas, como a energia solar. Também estão sendo realizados estudos sobre modelos híbridos para atender às especificidades de diferentes comunidades. Eles devem ter escolhas e não ter soluções energéticas impostas a eles.*



# Forgetting people in energy development of Belo Monte and other dams

*Emílio Moran*<sup>1</sup>

*Rapporteurs:*

*Daniel Rondinelli Roquetti*

*Alexandra N. Sabo*

*A. Christine Swanson*

Often, people are forgotten in the licensing process of large dams; this was especially so in the case of the Belo Monte dam. When hydroelectric dams are being planned, the main focus is energy generation, however it often happens that the energy does not reach the people living closest to the hydroelectric dams.

Neither Brazil nor the Amazon had a “calling” for hydropower in the past. Historically, when development processes were launched in the 1970’s, the Amazon’s vocation was described as mineral, especially in the discourse of SUDAM, but today it’s said that Brazil’s future lies in hydropower. In reality, there is no inherent “vocation”, but rather, it is humans that determine which natural resources they want to exploit.

There are contradictions within the Brazilian state regarding how natural resources should be exploited. How did Brazil’s current overdependency on hydropower for its energy consumption (67%) come to be, and why? Some say that the problem is that the hydroelectric and petroleum sectors are against the exploitation of other forms of energy in Brazil such as solar and wind. Brazil has a growing population in need of energy, and it was decided many years ago that this energy would be generated through hydropower. Energy generated by hydropower has been constantly increasing to meet demand. The decadal energy plan has

---

<sup>1</sup> Center for Global Change and Earth Observations, Department of Geography, Michigan State University, moranef@msu.edu

put a lot of weight on the need to develop Belo Monte because of its sheer size (11 GW). Only recently has wind begun to be invested in, and solar is still barely contributing despite an abundance of regions with high solar insolation.

It seems that people are often forgotten in the planning stages of hydroelectric dams. The Belo Monte dam has had a great impact on the region. Its construction increased the population - specifically a large influx of males for the construction sector, which resulted in an increase in prostitution, crime, and crises in garbage disposal, water quality, and sanitation.

Belo Monte was the first project that promised to consult with regional Indigenous populations prior to construction, but downstream populations were forgotten and the free and prior consultation required by ILO's 169 requirements were not achieved. This begs the question of who determines what population is "impacted" or not. Downstream, fisheries declined, which has upended many lives and since they were not considered, they were not compensated for their losses. Those who were considered and were compensated found that their compensation was not fair nor just.

The law also mandates an improvement in water quality in the region where hydroelectric power plants are constructed. In the urban area, which was greatly impacted due to in-migration and resettlement, the population increased rapidly, but there was not an accompanying increase in the capacity of the sanitation infrastructure and security. The population increased, but the infrastructure was not improved; the demand for food increased, but food production did not. Due to loss of farm labor, production of staple crops declined rather than increased to meet food demand. Many river-dependent populations were forced to move from their homes, i.e., they were resettled in urban communities, causing them to lose any sense of tranquility and changing their lives drastically.

When we talk about hydropower, we tend to talk about the benefits, one of which is job creation. However, in just four years, the number of jobs has drastically decreased. Jobs are only created during the construction phase and very little remains to sustain regional development.

Data show that 60 million people will be impacted by 11 hydroelectric dams that are planned for the Mekong, but they know that the losses of fisheries will amount to over two billion dollars a year. No one knows the value of the fisheries of the Xingu. Unlike in the Mekong, no one did an assessment before the dam. It would seem fair, that if a dam is going to be built, a detailed study must be done to adequately compensate the people who will be affected by its construction. Those who benefit most are the consultants rather than the people most affected.

“The energy that is produced is not going to any community in the Amazon, the question is, is this right?”. These populations are forgotten. It is necessary to think of a sustainable way to produce energy and to compensate those that are impacted. The more a population is impacted the more it should be compensated.

Population growth that stems from the construction of dams is considerable, and there are also a large number of people who are relocated, yet public services are not increased to adequately serve these populations. Populations have problems with emotional health, including depression, linked to deceptive practices regarding the construction of the dam.

The law mandates an improvement in sanitation in areas impacted by dam construction, but Norte Energia was very slow in delivering the necessary water infrastructure. There was a two-year long battle between the municipality and Norte Energia. Sanitation services are lacking – 17 thousand people are connected to the sanitation system, but it is not functional. The dam companies prefer to face suits before the courts and wait for the law to determine the outcome, rather than meet from the start the needs that the law mandates. There are considerable impacts in the

urban areas, rural areas, and areas that house river-dependent communities. The impacts on the urban area have been great, especially related to the influx of construction workers and groups who were relocated. The regional population doubled in just a year-and-a-half, without the necessary accompanying improvements to safety and sanitation.

Living costs increased drastically. During the peak of construction, an egg that used to cost one real sold for three reals. Depression tends to increase, not just in river-dependent communities that were forced to relocate to the city, but also in the urban population that favored the construction of the dams but saw no positive outcomes afterwards.

Resettlement was a violent process. In many cases people were forced to move from islands or from the river edge or beiradão. These people were relocated to resettlements far from the city, as in the case of Jatobá. They were forced to leave a tranquil life on the river banks to live in an area far from the city and far from the river and their traditional way of life.

There were also impacts on the agrarian sector. Deforestation increased and there was no reforestation. Land-use changed. Available labor was reduced as it went to work on dam related employment. There was an important capital inflow in the livestock sector. The only increases were in cattle and cacao production which were less labor demanding than annual staple crops.

These outcomes were predictable, since they have occurred in other places; however, the government was ill prepared. This has been repeated around the world. Downstream communities are often forgotten.

A priori studies should be conducted to determine fisheries production before the construction of a dam and how long it would take to return to historic levels. From this, a timeline for compensation should be defined.

In the case of Tucuruí, as fisheries production decreased, downstream communities were affected, but in the case of Belo Monte,

once again, no one was compensated. Is it not possible to learn from past experience? Why aren't efforts being made to assess the value of these impacts?

We conclude that this is because, despite knowing of these impacts, the sole objective is to generate energy. Impacts on people are not sufficiently considered. The benefactors are the builders, who can participate in the construction of innumerable dams and generate large profits. There is also corruption involved. The energy generated by Belo Monte is transported to the south of Brazil – it does not stay in the north.

Maps depict the construction of transmission lines to carry the energy to the southeast of Brazil; the transmission of energy does not go to the impacted communities. It seems unfair that the population of São Paulo, for example, pays less for energy than the populations that are directly impacted.

Change is needed. It is essential to take into consideration the human populations, especially those who are often forgotten. We must think of novel ways of generating energy. A person who lives in Altamira should not pay more for energy than someone who lives in São Paulo. The cost of energy in the north should be subsidized or free for those who have been impacted by the construction of the dam. That is the least compensation that they should automatically have for at least one generation. The law should be followed and improved water and sanitation should be left behind as a legacy of a project such as this.

We must create hydropower development that benefits the population and has fewer impacts on ecosystems. Studies done by engineers suggest a new type of turbine that causes fewer impacts can be produced. Another alternative is to generate hydropower that does not require dams. The greatest impact of hydropower development is the damming that interrupts the flow and changes the ecology of the river. We also propose that decision-making systems involve populations so that the decisions made reflect what they want.

We are developing technology that will not impact the fisheries production nor require resettlement. The project is to install small turbines close to a local community to generate energy for that community rather than for far-off places, without interrupting the flow of water nor require resettlements. It will also be easier to maintain and won't require the transportation of energy over long distances. Communities that are off-the-grid, like many of those in the Amazon deserve better than expensive energy from diesel generators, or from large hydropower projects that bypass them.

### Questions from the audience

**Question:** In the case of Belo Monte, there is also the mining project Belo Sun that impacts the same downstream communities. Based on this project, what is foreseeable?

**Answer:** *Belo Sun is located behind Belo Monte, and seems to have escaped the visibility of Belo Monte. It has already begun to bring about dispossession of people who lived there before, and in time its impact both social and environmental may be large.*

**Question:** Is their relationship with nature improving or worsening?

**Answer:** *The relationship of humans with nature, in some areas has improved, and in others worsened. The emission of carbon, for example, continues to increase. There are some things that improved, such as the protection of natural areas. Industrialized countries have not been able to control these carbon emissions. The Chinese are also constructing large dams, such as on the Mekong river, and that will affect at least three countries downstream from China.*

**Question:** What part of your study deals with the gendered impacts of hydropower development?

**Answer:** *There is an article that looks at different perspectives of women related to fishing. We recognize that women are often left out of these studies, and that it is necessary to increase the attention to these*



areas. For example, in Africa it is women who are farmers and thus need to be included in such studies. We have had women postdocs and graduate and undergraduate students involved in the project and who have looked at gender issues.

**Question:** Does this research consider if these communities want the aforementioned technology that involves a turbine in water?

**Answer:** *The proposal to immerse a turbine is just one alternative, of which there are many other options being studied, such as solar energy. There are also studies being done on hybrid models to attend the specificities of differing communities. They should have choices, and not have energy solutions forced upon them.*

## Capítulo 3.3

### **Impactos das mudanças climáticas nas águas dos povos Nativos Americanos: engajamento em soluções baseadas na cultura**

*Karletta Chief<sup>1</sup>*

*Relatoria:*

*Mariza Fernandes Souza*

*Alice Ferreira Araújo*

*Fabian Serejo Santana*

Os Estados Unidos da América (EUA) abrigam 5,2 milhões de pessoas que compõem 567 povos indígenas reconhecidos pelo governo federal e 245 povos não reconhecidos. Os povos reconhecidos têm um relacionamento de nação para nação com o governo dos EUA, que determina como administram os seus recursos hídricos. Por outro lado, os povos não reconhecidos muitas vezes são desassistidos de educação e saúde e, até mesmo entre os reconhecidos, como a Nação Navajo, 40% não têm acesso à água potável. Assim, muitos grupos, reconhecidos ou não, enfrentam consideráveis obstáculos no campo da segurança alimentar, hídrica e energética, especialmente no contexto das mudanças climáticas.

Cada região dos EUA enfrenta dificuldades diferentes no contexto das mudanças climáticas. O Alasca, que possui 227 povos indígenas, tem uma quantidade significativa de água retida no permafrost (solo permanentemente congelado), que está derretendo devido ao aumento da temperatura. O derretimento está causando diversos problemas, como

---

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Ambientais, Universidade do Arizona, kchief23@gmail.com

destruição de casas que desabam com o derretimento do solo. Na região noroeste do Pacífico, existem 42 povos indígenas. Um dos principais problemas enfrentados relaciona-se com a capacidade reprodutiva do salmão, espécie considerada sagrada para muitos grupos. No Sudoeste há 170 povos, muitos dos quais enfrentam impactos na pecuária, aumento da incidência de fogo e invasão da areia. Na região das Grandes Planícies, onde existem 70 povos, muitos sofrem com o derretimento precoce da neve, enquanto outros enfrentam condições muito mais secas do que o normal. No Centro-Oeste, 30 povos que contam com os sistemas de água doce dos Grandes Lagos e dependem culturalmente do arroz selvagem, que lhes é sagrado, têm seu cultivo impactado, a ponto de impedir suas festas tradicionais relacionados ao arroz.

A região do rio Colorado abriga 29 povos que controlam 20% da bacia do rio Colorado. Eu estou trabalhando na avaliação de riscos, considerando a percepção regulatória versus a realidade da Nação Navajo. Frequentemente, os reguladores utilizam uma perspectiva de quem está de fora ou de alguém que usa o rio para fins recreativos. Contudo, os indígenas da Nação Navajo utilizam o rio de formas diferentes.

Em uma pesquisa coordenada pelo grupo da Dra. Karletta Chief sobre o impacto do derramamento da mina Gold King no Rio San Juan, foram investigados os impactos do derramamento sob a perspectiva do povo Navajo. Foram apontadas 42 atividades, incluindo as artesanais e artísticas, de subsistência e de recreação - uma perspectiva muito mais ampla do que a do rio como um recurso exclusivo de recreação. Nesse tipo de pesquisa, uma abordagem participativa é fundamental. Assim, enfatizaram a comunicação bilateral, que foi facilitada pelas sessões de escuta nas quais a comunidade pode ouvir e dar voz a suas preocupações.

Os povos necessitam preparar-se com urgência para os impactos das mudanças climáticas, que são reações dinâmicas que interagem em cascata e de modo imprevisível, criando incertezas consideráveis. Ao mesmo tempo, as medidas de adaptação devem estar acopladas às agendas tribais existentes para que sejam bem-sucedidas. Muitas vezes, os povos

indígenas são deixados de fora da discussão, mas as sessões de escuta são uma maneira de mudar isso, ao mesmo tempo em que possibilitam que os mesmos se tornem protagonistas das soluções que as áreas indígenas precisam.

Atualmente, existem vários projetos trabalhando com esta finalidade, incluindo o INDIG-FEWSS (Soberania Indígena da Água, Energia e Segurança da Água) em parceria com o Diné Tribal College (Colégio Tribal Diné), o colégio tribal mais antigo dos EUA em que os estudantes recebem uma educação interdisciplinar. Um dos objetivos é desenvolver um sistema sustentável off-grid para tratamento de água e alimentar uma estufa de produção de alimentos. O desenvolvimento de energia solar também é importante, assim como o desenvolvimento e incorporação de outras soluções tecnológicas pela comunidade.

Dessa forma, a soberania alimentar, energética e hídrica são objetivos-chaves desse projeto, que trabalha para incorporar o povo Diné em processos de pesquisa e inovação para criar soluções sustentáveis e garantir a produção de alimentos, água e energia no futuro.

## **Perguntas do público**

**Pergunta:** Como fazer a aproximação entre o povo Ynã e o Navajo?

**Resposta:** *Acredito que esse evento é uma grande oportunidade para fazer essa integração.*

**Pergunta:** Tipo de uso, qual foi o método utilizado para isso?

**Resposta:** *Para fazer todo esse projeto, fomos de casa em casa, conversando com as pessoas mais velhas, para poder traduzir o que as pessoas queriam.*

# **Climate change impacts on Native American water resources: engaging in culture-based solutions**

*Karletta Chief<sup>1</sup>*

*Rapporteurs:*

*Daniel Rondinelli Roquetti*

*Alexandra N. Sabo*

*A. Christine Swanson*

The United States is home to 5.2 million Native Americans that make up 567 federally recognized tribes and 245 non-recognized tribes. Federally recognized tribes have a nation-to-nation relationship with the U.S. government, which determines how they manage their water resources. However, approximately thirty percent of the Navajo Nation, recognized by the U.S. government, lack access to potable water. Native American tribes face considerable obstacles in the realm of food, water and energy security, especially in the context of climate change.

Each region of the United States faces different difficulties in the context of climate change. Alaska, which has 227 tribes, has a significant amount of water held in permafrost that is melting due to rising temperatures. The melt is causing various problems, such as melting beneath homes, causing structural damage. In the Pacific Northwest region there are 42 tribes. One of the main problems they face is with the reproductive capacities of salmon, a species considered sacred to many tribes. In the Southwest, there are 170 tribes, many of which face impacts from ranching, increased incidences of fire and encroaching land. There are 70 tribes in the Great Plains region. In this region, many tribes are facing earlier snowmelt while others are facing much drier conditions than normal. In the Midwest, where there are 30 tribes, whose

---

<sup>1</sup> Department of Environmental Science, University of Arizona, kchief23@gmail.com

communities rely on the Great Lakes freshwater systems. Culturally they rely on wild rice, which is sacred, but its cultivation has been impacted and they have not been able to have their traditional wild rice cultural festivals.

The Colorado River region houses 29 tribes that control 20% of the Colorado River Basin. In determining the risks to Native Americans from impacts to tribal waters, such as rivers, regulatory approaches do not consider the deep connection to the environment through cultural, spiritual, and livelihood practices. In a research study Dr. Chief's team conducted with the Navajo Nation on the impact of the Gold King Mine Spill on the San Juan River, they investigated the impacts of the spill on the Navajo people. The people use the river and ecosystems services in 42 different ways in cultural and spiritual, recreational, livelihood, and arts & crafts, expressing a much broader perspective than the view of the river as solely a recreation resource. To do this type of research, a participatory approach is paramount. They particularly emphasize bilateral communication, facilitated by listening sessions, the community can voice their concerns and just be listened to.

Tribes have an urgent necessity to prepare for the impacts of climate change, which are dynamic and cascading and interact in unpredictable ways creating considerable uncertainty. Further, adaptation measures must fit with existing tribal agendas if they are to be successful. Often Native Americans are left out of the discussion, however, there is a great need to change this, allowing Indigenous nations to become protagonists of the solutions.

Currently, there are various projects working towards these ends, including the INDIGE-FEWSS (Indigenous Food, Energy and Water Security and Sovereignty) in partnership with Diné Tribal College, which is the oldest tribal college in the US, where students get an interdisciplinary education. One goal is developing an off-grid sustainable water system to treat water and feed a greenhouse. Solar energy development is also important. Technology that incorporates community

into the solution is critical. In this way, food, energy and water sovereignty are key goals of this project, working to incorporate Diné people into the innovative process of researching and creating sustainable solutions for food, water and energy futures.

### Questions from the audience

**Question:** How can we connect Ynã and the Navajo peoples?

**Answer:** *This workshop is one step closer.*

**Question:** What were the methods used to collect data on the 42 uses of the river?

**Answer:** *We did a questionnaire, surveys, focus groups, and sat with elders.*

**Question:** There is a long history of damage to sacred Indigenous areas from dam development. How do you see a way to deal with that and avoid making the same mistakes in the future?

**Answer:** *There have been significant impacts in the past from these projects; the community is vital to move forward differently; solutions come from the people; young people and scientists need to be involved.*

## Capítulo 3.4

### Os represamentos e as mudanças nos peixes e na pesca

*Ângelo Antônio Agostinho<sup>1</sup>*

*Relatoria:*

*Mariza Fernandes Souza*

*Alice Ferreira Araujo*

*Fabian Serejo Santana*

A biodiversidade de água doce está sob crescente ameaça em todo o mundo, podendo isso ser sentido pelo declínio populacional ou mesmo extinção de espécies. Quando falamos de ameaça à biodiversidade aquática, estamos também falando indiretamente de ameaças à pesca. De fato, os estoques pesqueiros estão em declínio nos principais rios brasileiros, sendo que isso, muitas vezes, seja atribuído à sobrepesca. Na realidade, muitos outros problemas contribuem para esse quadro.

Entretanto, é consenso de que os ecossistemas de água doce são mais ameaçados do que outros ecossistemas, como o terrestre e o marinho. Sabe-se que as principais ameaças aos ecossistemas aquáticos estão relacionadas às alterações hidrológicas e às invasões biológicas, sendo fatores determinantes que podem comprometer à nossa biodiversidade. Isso pode ser evidenciado num estudo<sup>2</sup> liderado por um professor da UFT, que buscou sumarizar as ameaças que pairam sobre a biodiversidade de ecossistemas de águas interiores no Brasil.

---

<sup>1</sup> Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura, Universidade Estadual de Maringá (Nupelia/UEM)

<sup>2</sup> Pelicice et al. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish and Fisheries*, v. 18, p. 1119-1133, 2017.



Em geral, os impactos aos empreendimentos são atribuídos às ações humanas como barragens e desvios de rios, aquicultura, agricultura, desmatamento, mineração, sobrepesca e pesca industrial. Entretanto, são relevantes aquelas representadas pelas tentativas de mitigar essas ações antrópicas, com destaque para o uso indiscriminado de sistemas de transposição e estocagem de peixes, também conhecidas como peixamento ou repovoamento. Nessa esteira podemos incluir ainda as alterações na legislação que buscam facilidades para o sistema produtivo, em detrimento da natureza, como por exemplo as modificações no Código Florestal, alteração na legislação de áreas protegidas, mudanças visando simplificação na instalação de tanques de produção de peixe, especialmente de tanque-rede em reservatórios, a naturalização de espécies não nativas, como a tilápia e a aquicultura na Amazônia. Alterações no regramento criando uma série de facilidades para introduções para o cultivo; suspensão de períodos de “defeso”, suspensão de espécies que compõem a lista de espécies ameaçadas de extinção para exploração; revisão nas leis de mineração; simplificação da legislação de instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), de modo que, em alguns Estados, quase nada é exigido, além da simplificação nos processos de licenciamento de grandes projetos de infraestrutura. E todos esses fatores devem ser considerados como influenciadores na conservação da fauna aquática.

Na América Latina, as usinas hidrelétricas estão concentradas na região centro-oeste, leste e sudeste do Brasil, mas é sabido que esses represamentos estão se espalhando para o restante do continente e em todas as partes do mundo. A bacia do rio Paraná já se encontra toda modificada, sendo uma projeção do que pode acontecer na Amazônia. Atualmente existe somente uma parte livre, com extensão relevante, situada entre o reservatório de Porto Primavera e Itaipu.

Outro problema que, pela proliferação massiva, ameaça os ecossistemas aquáticos, são as PCHs. Mesmo sendo de pequeno porte, em 2014 havia mais de 463 empreendimentos desse tipo construídos e um grande número previsto. Essas pequenas usinas, no conjunto, produzem

um pouco menos que a Itaipu, mas inundariam uma área quase cinco vezes maior, se consideradas o tamanho e a capacidade instalada máxima para ser enquadrada nessa categoria. Ademais, o custo da energia produzida por uma PCH é muito superior aquele de uma de grande porte. Assim, essas podem ser tão ou mais impactantes que as UHEs, contribuindo pouco para atender a demanda de energia.

As construções de hidrelétricas causam mudanças relevantes no corpo do reservatório, o que é esperado já que substitui uma grande variedade de habitats, incluindo corredeiras, remansos, lagoas, riachos, pedrais, bancos de areia, entre outros, por basicamente habitats litorâneo, superficiais e de profundidade. As espécies não são previamente adaptadas a ambientes lênticos e sofrem com as mudanças ocorridas pela alteração no ecossistema.

O impacto decorrente do represamento varia ao longo do reservatório, sendo que seus trechos mais altos (zona de transição) apresentam mudanças menores na biota. Em contrapartida, as partes mais internas têm uma grande mudança na riqueza e biomassa. De fato, o reservatório não é uma unidade uniforme, pois há regiões com diferentes características físicas, químicas e biológicas ao longo de toda a sua extensão. Maiores quantidade de peixe são registradas em seu trecho de transição e na área litorânea. Cerca de 80 e 90% das espécies estão nas áreas litorâneas e as espécies migradoras vivem especialmente na parte alta. Quando se trata de biomassa de rio e reservatórios, pode-se observar que os reservatórios produzem mais biomassa do que o rio de corredeiras.

### **Perguntas do público**

**Pergunta:** Na UHE de Itaipu e na UHE de Lajeado temos casos de mortandade de peixes, em Estreito tivemos uma grande quantidade de peixe morrendo, essa semana. Eles falam que é porque não tem escada para o peixe subir, mas existem outras questões que não têm uma pesquisa mais específica, o nosso lago não foi feita a limpeza, deixou um grande

problema. Como é essa relação nas diferenças entre reservatórios da região sul e norte (reservatórios)?

Em relação aos atingidos jamais serão recompensados pelos represamentos? Atingido só é considerado quem está dentro do polígono. Como está a questão dos que estão fora e não são considerados atingidos? E por que não fizeram a limpeza do lago?

**Resposta:** *Em relação à vegetação ela dá alimento aos peixes, é melhor que não seja removida, ou seja, removida quando altera a qualidade da água, mas é melhor que deixe principalmente os troncos. A mortandade de peixes realmente ocorre em grandes partes das hidrelétricas. Isso ocorre por várias razões: abaixo de barragem é por causa do funcionamento do vertedouro ou turbina. De modo geral o que mais mata peixe é o fechamento das comportas. Depois de 2 a 3 horas de confinamento os peixes morrem.*

**Pergunta:** Há dados dos impactos causados pelas hidrelétricas do Brasil?

**Resposta:** *O impacto à jusante é maior do que no corpo do reservatório. Temos acompanhado o que acontece em Porto Primavera em quase 20 anos. Na regulação da vazão hidrológica, algumas espécies são mais afetadas e algumas não apresentam recrutamento nos anos que não tem cheia. Outro impacto é a retenção de nutrientes: após porto Primavera, o rio está retirando nutrientes da várzea. Outro impacto é a flutuação contínua (diária), que numa planície tem um impacto considerável.*

**Pergunta:** Como é o funcionamento de um reservatório fio d'água? Como é a flutuação?

**Resposta:** *A quantidade de água que chega no reservatório é a mesma que passa para baixo. Mas temos que considerar como problema o tempo. Em reservatórios fio d'água, o que entra num mês sai no prazo de um mês, e com isso não segura a água de um ciclo hidrológico para o outro. Mas a demanda de energia varia em 24 horas, e essa demanda é sentida no trecho abaixo. Em geral, estes reservatórios a fio d'água têm pouca flutuação na parte represada.*

# Damming and changes to fish and fisheries

*Ângelo Antônio Agostinho*<sup>1</sup>

*Rapporteurs:*

*Daniel Rondinelli Roquetti*

*Alexandra N. Sabo*

*A. Christine Swanson*

Freshwater biodiversity is under increasing threat worldwide, evidenced by population declines and species extinctions. When we discuss threats to aquatic biodiversity, we are also indirectly discussing threats to fishing. In fact, fish stocks are declining on the main Brazilian rivers, which is often attributed to overfishing. In reality, many other problems contribute to this picture.

There is a consensus that freshwater ecosystems are more threatened than other ecosystems, such as terrestrial and marine. It is known that the main threats to aquatic ecosystems are related to hydrological changes and biological invasions, which are determining factors that can compromise biodiversity. This is evidenced in a study<sup>2</sup> led by a professor at Universidade Federal do Tocantins (UFT), who sought to summarize threats to biodiversity of inland water ecosystems in Brazil.

In general, the impacts to these ecosystems are attributed to human actions, such as damming and river diversion, aquaculture, agriculture, deforestation, mining, overfishing and industrial fishing. Especially relevant are attempts to mitigate anthropic actions, with an emphasis on the indiscriminate use of fish transposition and storage systems, also known as fish stock or replenishment. In this context, we can also include changes in legislation that facilitate the production system to the detriment of nature, such as changes in the Forest Code, changes in

---

<sup>1</sup> Limnology, Ichthyology and Aquaculture Research Center, State University of Maringá (Nupelia/UEM).

<sup>2</sup> Pelicice et al. Neotropical freshwater fishes imperiled by unsustainable policies. *Fish and Fisheries*, v. 18, p. 1119-1133, 2017.

legislation on protected areas, changes that aim to simplify the installation of fishery production tanks, especially of network tanks in reservoirs, the naturalization of non-native species, such as tilapia, and aquaculture in the Amazon. Additionally, there have been legislative changes to facilitate species introductions for cultivation; suspension of "closed" periods, delisting of species designated as threatened with exploitation, revisions to mining laws; simplification of the legislation for the installation of small hydroelectric power plants (SHPs), so that in some states, almost nothing is necessary; and the simplification in the licensing processes of large infrastructure projects. All of these factors influence the conservation of aquatic fauna.

In Latin America, hydroelectric plants are concentrated in the midwestern, eastern and southeastern regions of Brazil, but dams are spreading across the rest of the continent and throughout the world. The Paraná River basin is already completely modified, serving as a projection of what can happen in the Amazon. Currently, there is only one extension of the river that is free flowing, located between the Porto Primavera and Itaipu reservoirs.

Another problem that threatens aquatic ecosystems due to massive proliferation are the SHPs. Although small in power generation, in 2014 there were more than 463 projects built, and a large number more are expected to be built. Altogether, these small plants produce a little less energy than Itaipu, but flood an area almost five times larger, considering the size and the maximum installed capacity into this category. In addition, the cost of energy produced by a SHP is much higher than that of a large hydropower plant. Thus, they can be as or more impactful than the large hydroelectric dams while contributing little to meet energy demand.

The construction of hydroelectric plants causes changes in the reservoirs, which is expected, since they replace a wide variety of habitats including rapids, backwaters, lagoons, streams, rocks, sand banks, among others, with coastal, surface and deep habitats. Those species not

previously adapted to lentic environments may suffer due to changes in the ecosystem.

Impacts resulting from the dam vary along the reservoir, with its highest stretches (transition zone) showing small changes in the biota. On the other hand, the internal parts present a great change in species richness and biomass. In fact, the reservoir is not a uniform unit, as there are regions with different physical, chemical and biological characteristics along its entire length. Larger quantities of fish are recorded in its transition section and in the coastal area. About 80-90% of the species are in coastal areas, and migratory species live especially in the upper part. When it comes to river and reservoir biomass, it can be seen that the reservoirs produce more biomass than the river rapids.

### **Audience questions**

**Question:** In Itaipu HPP and Lajeado HPP, we have cases of fish mortality. In Estreito we had a large quantity of fish dying this week. They say it is because there is no ladder for the fish to climb, but there are other issues that do not have more specific research. The lake was not cleaned, which was a big problem. How is this relationship different between reservoirs in the south and north?

In relation to those affected will they never be repaid for the impoundments? Affected people are only considered if they are within the polygon. What about those who are outside and are not considered affected? And why didn't they clean the lake?

**Answer:** *In relation to vegetation it provides food for fish, so it is better that it is not removed, or else, only removed when it changes the water quality, but it is better to leave mainly the trunks. Fish kills do occur in large parts of dams. This occurs for several reasons: downstream of the dam it is because of the operation of the spillway or turbine. In general, what kills fish the most is the closing of the floodgates. After 2 to 3 hours of confinement the fish die.*

**Question:** Is there data on the impacts caused by hydroelectric plants in Brazil?

**Answer:** *The impact downstream is greater than that of the reservoir body. We have been following what happens in Porto Primavera for almost 20 years. In the regulation of hydrological flow, some species are more affected and some do not have recruitment in years that have no flood. Another impact is the retention of nutrients: after Porto Primavera, the river is removing nutrients from the floodplain. Another impact is the continuous (daily) fluctuation, which has considerable impact on a plain.*

**Question:** How does a run-of-the-river reservoir work? How is the fluctuation?

**Answer:** *The amount of water that arrives in the reservoir is the same amount that passes downwards. But we have to consider time as a problem. In run-of-the-river reservoirs, what enters in one month leaves within one month, and therefore does not hold water from one hydrological cycle to the next. But the demand for energy varies within 24 hours, and this demand is felt in the downstream section. In general, these run-of-the-river reservoirs have little fluctuation in the dammed part.*

## **Seção 4**

**Resumos expandidos/Comunicações curtas**

**Extended abstracts/Short Communications**





## **Parte 4.1**

**Diversidade social, cultural e biológica**

**Social, cultural and biological diversity**



## Capítulo 4.1.1

### **Impactos associados aos empreendimentos hidroelétricos na Bacia Hidrográfica do Rio Araguari – Amapá, Brasil**

*Amintas N. Rossete*<sup>1</sup>

*Alan Nunes Araújo*<sup>2</sup>

*Christian Nunes da Silva*<sup>2</sup>

#### **Resumo**

As barragens têm sido uma importante contribuição para o desenvolvimento humano ao prover água para o consumo, irrigação e geração de energia, entre outros. No Brasil o aumento da população associado ao emprego de equipamentos e bens duráveis faz com que haja um aumento da demanda pelo uso de energia elétrica. Com isto surgiu a necessidade de construir barragens para a instalação de usinas hidrelétricas, predominando na região da Amazônia Legal nas últimas décadas. O objetivo deste trabalho é apresentar os principais impactos associados as usinas hidrelétricas em operação na Bacia hidrográfica do Rio Araguari - BHRA, Amapá. A BHRA, localizada integralmente no Estado do Amapá, com uma área de aproximadamente 38,000 km<sup>2</sup>. As nascentes do Rio Araguari estão situadas ao Sul das Serras Lombarda e Tumucumaque, com sua foz desaguando no Oceano Atlântico. No curso médio do Rio Araguari estão instaladas três usinas hidrelétrica, que produz 0,55 GWh, o que corresponde a quase 25% da energia elétrica produzida no Estado do Amapá. Podem ser listados cinquenta impactos ambientais associados as atividades desenvolvidas nas fases de planejamento, implementação, enchimento do reservatório, desmobilização e operação. Destes cinquenta Impactos ambientais cinco foram considerados positivos, dois foram consideradas simultaneamente positivos e negativos e a grande maioria, quarenta e quatro formam consideradas negativos. A construção em série de usinas hidrelétricas no Rio Araguari, em seu curso médio levou a

---

<sup>1</sup> Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas – Universidade do Estado de Mato Grosso; amnrote@gmail.com;

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Pará; alannunesaraujo@gmail.com; cnsgeo@gmail.com

uma série de impactos ambientais que ainda não foram totalmente quantificáveis e que necessitam de um aprofundamento em sua análise.

**Palavras-chave:** Amazônia; Hidrelétrica; Impacto ambiental; Bacia hidrográfica

### **Abstract**

Dams contributed to human development by providing water for human consumption, irrigation and power generation, among other uses. In Brazil, population growth has increased the demand for equipment and durable goods, which in turn has increased demand of electricity. To meet these demands there was a need to build dams for the installation of hydroelectric plants, especially in the Amazon region. The objective of this work is to present the main impacts associated with the hydroelectric plants in operation in the Araguari River Basin - BHRA, Amapá. The BHRA is located entirely in the State of Amapá and has an area of approximately 38,000 km<sup>2</sup>. The springs of the Araguari River lie to the south of the Lombarda and Tumucumaque Mountains, and its mouth empties into the Atlantic Ocean. Three hydroelectric plants have been installed on the middle course of Araguari River, which produce 0.55 GWh, corresponding to almost 25% of the electric energy produced in the State of Amapá. Fifty-one environmental impacts associated with the activities developed in the planning, implementation, reservoir filling, demobilization and operation phases were listed for those hydroelectric dams. Out of these, only five were considered positive, two were considered both positive and negative and the great majority, forty-four were considered negative. The construction of hydroelectric power plants in the Araguari River has led to a series of environmental impacts that are not yet fully quantifiable and require further studies.

**Keywords:** Amazon, Hydropower, Environmental impacts; Watershed.

### **Introdução**

A paisagem vem sendo fragmentada ao longo da história de ocupação antrópica devido ao incremento das atividades econômicas, tais como: agropecuária, indústrias, estruturas urbanas e grandes obras de infraestrutura (TURNER, 1989; RAMBALDI, 2003).

As barragens têm sido uma importante contribuição para o desenvolvimento humano ao prover água para o consumo humano, irrigação e geração de energia, entre outros (WORLD COMMISSION ON DAMS, 2000; STERNBERG, 2006). No Brasil o aumento da população associado ao emprego de equipamentos e bens duráveis estimulou um aumento da demanda pelo uso de energia elétrica (SCHMIDT LIMA,

2004). Com isto surgiu a necessidade de construir barragens para a instalação de usinas hidrelétricas, predominando na região da Amazonia Legal (FEARNSIDE, 2015).

Contudo, associado a estes empreendimentos, uma série de impactos ambientais negativos pode ocorrer (TUNDISI, 2006; JUNK; MELO, 1990), como: perda da biodiversidade (BRUMMELHAUS et al., 2012; BATTILANI et al., 2005), mudança do regime hídrico (UMETSU et al., 2011), mudança da composição florística na vegetação ripária (DUNHAM, 1989), diminuição da conectividade da paisagem devido à perda da mata ripária (YANG et al., 2014) e alteração do modo de vida das comunidades tradicionais (BATISTA et al., 2012). O objetivo deste trabalho é apresentar os principais impactos associados as usinas hidrelétricas em operação na Bacia hidrográfica do Rio Araguari, Amapá.

## **Material e métodos, resultados e discussão**

O Estado do Amapá situa-se no extremo Norte do país, ocupando uma área de 142.828,52 Km<sup>2</sup>, em sua maior parte encontra-se localizada ao norte do Equador. Estende-se, aproximadamente, da latitude 1° S, a partir da confluência com o rio Jarí, na desembocadura do rio o Amazonas até quase 5° de latitude norte, onde se limita com a Guiana. É limitado à leste pelo Oceano Atlântico, ao sul, sudeste e oeste pelo Estado do Pará e à noroeste faz fronteira com a Guiana e o Suriname. Com uma população estimada de aproximada 800 mil pessoas, possui uma das mais baixas densidade demográficas do país, em torno de 4,7 habitantes por quilômetros quadrado (IBGE, 2018), com uma rica sociodiversidade (SILVA et al., 2016).

Atualmente o Amapá gera 2.393 GWh de energia elétrica sendo que 85% deste valor é de origem hídrica, suprimindo totalmente o consumo interno do Estado e ainda sendo um exportador de energia dentro do sistema elétrico nacional (MME, 2016).

A Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, localizada integralmente no Estado do Amapá e com uma área de aproximadamente 38,000 km<sup>2</sup> (Fig. 1). As nascentes situam-se ao Sul das Serras Lombarda e Tumucumaque e sua foz no Oceano Atlântico (BARBARA, 2010).

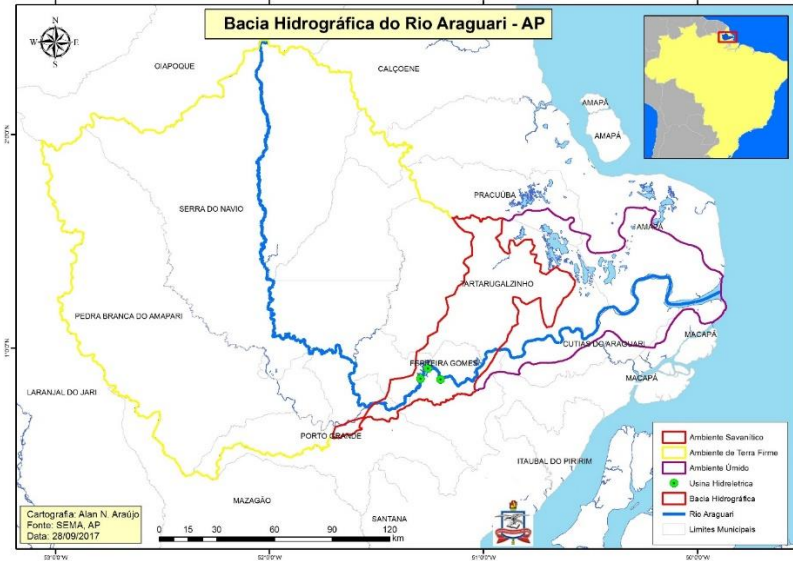


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Araguari – Amapá, Brasil.

O Rio Araguari é um importante manancial no contexto do Estado, cuja água é utilizada para diversos fins, tais como: abastecimento público, navegação, geração de energia elétrica, mineração, criação de animais e irrigação, dentre outros. Bárbara (2006) aponta que o rio Araguari já apresenta sinais evidentes de degradação ambiental, a partir de inúmeras intervenções humanas, tais como: como desmatamento, agricultura intensiva, diluição de efluentes urbanos, criação de búfalos, mineração e, acima de tudo, geração de energia elétrica.

O Rio Araguari tem instaladas em seu curso médio três usinas hidrelétricas (UHEs) e produz 0,55 GWh, o que corresponde a cerca de 25% da energia elétrica produzida no Estado do Amapá (Fig. 2).

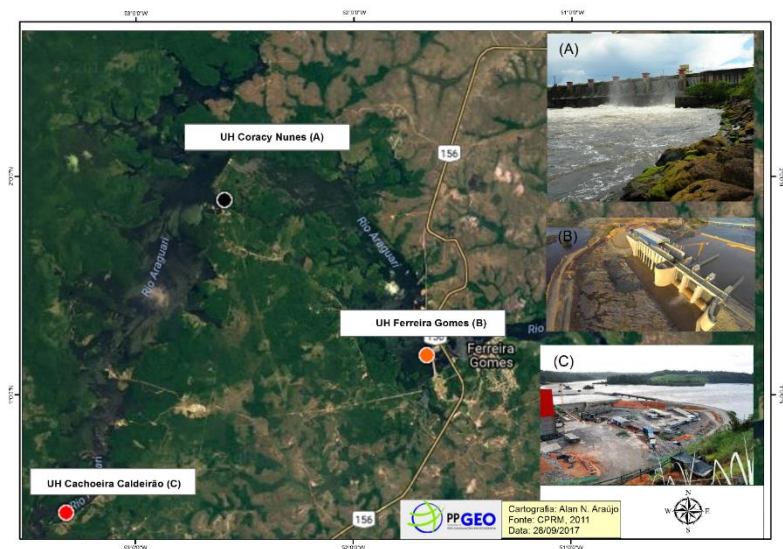


Figura 2. Imagem parcial do curso médio do Araguari com a localização das usinas hidrelétricas.

Com suas obras iniciadas em 1961 e em operação desde dezembro de 1975, a UHE de Coaracy-Nunes é a mais antiga usina hidrelétrica em operação na região da Amazônia Legal e se encontra instalada no curso médio do Rio Araguari. Com uma capacidade outorgada de 78 MW possui um reservatório de 23 km<sup>2</sup> (DA SILVA, 2016; FEARNSSIDE, 2015).

A UHE de Ferreira Gomes, situada a jusante da UHE Coaracy Nunes em operação desde novembro de 2014 tem uma capacidade outorgada de 252 MW, com um reservatório de 17,72 km<sup>2</sup> e está a aproximadamente 2 km da zona urbana do município de Ferreira Gomes.

A usina hidrelétrica de Cachoeira Caldeirão em operação desde maio de 2016, situada a montante da UHE Coaracy Nunes, com potência de 219 MW, tem um reservatório de 47,9 Km.

Por estarem situadas muito próximas umas das outras as três hidrelétricas acabam tendo uma grande sinergia no tocante aos seus impactos ambientais e que acabaram não sendo levadas em contas no processo de licenciamento ambiental.

Baseado no Relatório de Impacto Ambiental da UHE Ferreira Gomes (ECOTUMUCUMAQUE, 2009) podem ser listados 50 (cinquenta)



impactos ambientais associados as atividades desenvolvidas nas fases de planejamento, implementação, enchimento do reservatório, desmobilização e operação, que acarretam algum tipo de alteração ambiental. Dos impactos ambientais listados cinco foram considerados positivos, dois foram consideradas simultaneamente positivo e negativos e a grande maioria, 44 (quarenta e quatro), foram consideradas negativas.

Dos impactos ambientais julgados de efeitos positivos quatro se relacionam com fatores socioeconômicos: aumento da arrecadação tributária, geração de postos de serviços, dinamização da economia e ampliação da oferta de energia elétrica e um fator ambiental: a desativação/redução de Usina Térmica de Energia e estão associados a fase de implementação e operação.

Dos impactos ambientais negativos a maior parte pode ser considerada de cunho socioeconômico e se relacionam com: expectativa na população, especulação imobiliária, aumento da poluição, alteração da paisagem, aumento de doenças, pressão sobre infraestrutura básica e serviços sociais, aumento da violência, deterioração de vias e rodovias, alteração do microclima, aumento de acidentes de trânsito, alteração do modo de vida dos ribeirinhos, inundação de propriedades, destruição ou submersão de sítios arqueológicos, alteração das atividades econômicas, alteração da paisagem cênica, obstáculo ao tráfego no rio, alterações das condições de lazer das populações.

Quanto aos impactos ambientais negativos que afetam a biodiversidade foram listados: perda de biodiversidade, desmatamentos, perda ou alteração de habitats terrestres, risco de atropelamento de animais silvestres, aprisionamento de peixes na área ensecada, alteração de comunidades de mamíferos aquáticos, perda de áreas de unidades de conservação, deslocamento de populações animais das margens dos rios para o interior da mata, alterações das condições hidrológicas, Estratificação da coluna d'água do reservatório decomposição rápida da

biomassa residual, alteração na composição da mata ciliar, afogamento de fauna, alteração na comunidade ictiológica com perda de espécies.

Outros impactos ambientais negativos, tais como: mudança no microclima, sismicidade induzida, erosão e compactação do solo, emissão de gases de efeito estufa, instabilidade de margens e encostas, alterações do lençol freático podem afetar tanto a biodiversidade como a socioeconomia.

### **Considerações finais**

A construção em série de usinas hidrelétricas no Rio Araguari, em seu curso médio levou a uma serie de impactos ambientais que ainda não foram totalmente quantificáveis e que necessitam de um aprofundamento em sua análise.

Os estudos realizados no processo de licenciamento ambiental e de outorga não contemplam a sinergia dos empreendimentos associados na Bacia hidrográfica do rio Araguari.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Pará – PPGEO-PA pelo apoio na realização do estágio de pós-doutoral do primeiro autor.

### **Referências**

- BARBARA, V. F. et al. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. *Revista Biociências*, v. 16, n. 1, p. 57-72, 2010.
- BATISTA, B. M. F. et al. Revisão dos impactos ambientais gerados na fase de instalação das hidrelétricas: uma análise da sub-bacia do Alto Juruena-MT. *Biodiversidade*, v. 11, n. 1, p. 69-85, 2012.
- BATTILANI, J. L.; SCREMIN-DIAS, E.; SOUZA, A. L. T. de. Fitossociologia de um trecho da mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, Brasil. *Acta bot. Bras.*, v. 19, n. 3, p. 597-608, 2005.

- BRUMMELHAUS, J.; WEBER, J.; PETRY, M. V. A influência da fragmentação da mata ciliar sobre a avifauna na Bacia Hidrográfica do Rio Caí, Rio Grande do Sul. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 7, n. 1, p. 57-66, 2012.
- DA SILVA, C. N.; DE LIMA, R. Â. P.; DA SILVA, J. M. P. Uso do território e impactos das construções de hidroelétricas na Bacia do Rio Araguari (Amapá-Brasil) *Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP*, v. 9, p. 123-140, 2016.
- DUNHAM, K. M. Long-term changes in Zambezi riparian woodlands, as revealed by photopanoramas. *Afr. J. Ecol.*, v. 27, p. 263-275, 1989.
- FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas na Amazônia. Impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Manaus: Editora do INPA, v. 1., 2015. 296p.
- IBGE. Dados Estatísticos do Estado do Amapá. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama>. Acesso em maio de 2018.
- JUNK, W. J.; MELLO, J. A. S. N. de. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, v. 4, n. 8, p. 126-143, 1990.
- MME. Matrizes Elétricas Estaduais. Ano de referência: 2015. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/03+-+Matrizes+El%C3%A9tricas+Estaduais+2016+-+ano+ref.+2015+%28PDF%29/ddfaad8c-a436-4aa8-b619-f95dd2cf689c?version=1.0>>. Acesso em: maio/2018.
- SCHMIDT, C. A. J.; LIMA, M. A. M. A demanda por energia elétrica no Brasil. *Rev. Bras. Econ.*, v. 58, n.1, p. 68-98, 2004.
- SILVA, C. N.; LIMA R. A. P. de; SILVA, J. M P da. Uso do território e impactos das construções de hidroelétricas na bacia do rio Araguari (Amapá-Brasil). *PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP*, v. 9, n. 2, p. 123-140, 2016.
- STERNBERG, R. Damming the river: a changing perspective on altering nature. *Renew Sust Energ Rev*, v. 10, n. 3, p. 165-197, 2006.

- TUNDISI, J. G. Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e reservatórios – estudos de caso e perspectivas. In: NOGUEIRA, M. G.; HENRY, JORCIN, A. (Org). Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, Ações de manejo e Sistemas em cascata. São Paulo: Rima, 2006.
- TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annu Rev Ecol. Syst.*, v. 20, p. 171-197, 1989.
- UMETSU, R. do K.; GIRARD, P.; MATOS, D. M. da S.; SILVA, C. J. da. Efeito da inundação lateral sobre a distribuição da vegetação ripária em um trecho do rio Cuiabá, MT. *Rev. Árvore*, v. 35, n. 5, p. 1077-1087, 2011.
- WORLD COMMISSION ON DAMS, Dams and Development. A new framework for decision making: the report of the World Commission on Dams. Earthscan Publications, London, England, 2000 Disponível em: <<http://www.dams.org/report>> Acesso em: julho/2015.
- YANG, J.; LIU, S.; WANG, C.; DENG, L.; DONG, S. Forest pattern dynamics and landscape connectivity changes in the Manswan Basin after dam construction in the Lancang River, China. *Landscape Ecol. Eng.*, v. 10, p. 77-83, 2014.

## Capítulo 4.1.2

# Impactos ambientais e sociais de UHE`s no circuito inferior da economia

*Artur de Souza Moret <sup>1</sup>*

### **Resumo**

Os deslocados por hidrelétricas vivem em situação socioeconômica mais vulnerável do antes da construção de UHE`s, e muitos estão em situação de pobreza. No deslocamento das barrancas do rio para um assentamento são retirados o equilíbrio e a relação com o rio, obrigando-os a recompor suas vidas em locais desfavoráveis e diferentes daqueles vividos anteriormente. Os ganhos econômicos da implantação das UHE`s não atingem toda a sociedade, mas sim aquela parcela que detém os meios de produção. Este texto pretende demonstrar que os impactos sociais e ambientais negativos afetam mais especificamente aquela parcela da sociedade que não detém os meios de produção, que é o Circuito Inferior da Economia. Para tanto foram catalogados impactos ambientais e sociais de diversas UHE`s no mundo e no Brasil, e na sequência analisados para perceber em qual parcela da sociedade produz mais danos.

**Palavras-chave:** Impactos sociais e ambientais; Impactos de UHE`s; Circuito Inferior da Economia

### **Introdução**

Os impactos ambientais e sociais da construção e da operação de Hidrelétricas são significativos, porque: os empreendimentos tem dimensões significativas/potência instalada mega Watts (MW) ou Giga Watts (GW), há debilidade na infraestrutura dos locais de implantação, os rios barrados tem volumes hídricos/vazão/sedimentos grandes, há uma

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional-PGDRA e Meio Ambiente da Fundação Universidade Federal de Rondônia- UNIR; amoret@unir.br

quantidade significativa de pessoas (homens e mulheres) que utilizam o rio como fonte econômica com pesca e plantio nas várzeas, para transporte, para ritos culturais e com domínio da dinâmica do rio e, sobretudo, há uma relação entre o rio e a vida das pessoas constituindo-se em uma dependência psicossocial. Portanto, a construção e a operação de uma barragem produz uma intervenção no rio produzindo ruptura de todas as relações das populações com o rio, como destacado por Rolnik (2015, p. 149), os impactos negativos das remoções são enormes e aprofundam a pobreza e destroem comunidades, deixando milhões de pessoas em situação de extrema vulnerabilidade, mesmo porque os pobres e as populações tradicionais não tem as ferramentas institucionais ou mesmo legais para lutar por direitos, bem como destacado por Sassen (2016) que o deslocamento é a retirada da posição histórica definida por valores e costumes para um novo ambiente, com ruptura das relações comunitárias.

A legislação obriga que as condições pretéritas das populações sejam disponibilizadas para os atingidos pelas barragens nos reassentamentos (RESOLUÇÕES CONAMA 001/96 e 239/97). A exigência legal não é obedecida, porque as relações com o rio só se efetivam quando está intacto, porque a dimensão da relação das populações com o rio é grande e de difícil mensuração, sobretudo, de complicada reprodução.

Neste texto apresenta-se uma discussão de que os impactos ambientais e sociais mais marcantes interferem numa fatia da sociedade que não detém os meios de produção, que é o circuito inferior da economia. O texto é constituído por pesquisa bibliográfica em artigos que contém informações sobre os impactos sociais e ambientais que atingem populações que vivem as margens dos rios.

## **Materiais e métodos**

Este artigo aborda como os impactos sociais e ambientais negativos produzidos por empreendimentos hidrelétricos atingem com mais efetividade uma parcela da sociedade que é circuito inferior da economia

Esta pesquisa foi bibliográfica e analítica. A base de informações produzida foi referenciada em bibliografias específica obtida de 24 usinas hidrelétricas no mundo e no Brasil. Essa base não representa uma amostra, mas sim estudos de casos disponíveis no Estado do Arte. A questão analítica é produzida pela relação e análise entre as categorias, os referenciais teóricos e os elementos próprios (econômico, políticos e culturais) da sociedade.

Os dados produzidos foram agregados por recorrência e se constituíram nas categorias: terra, água, peixe, economia, agricultura, áreas vulneráveis, salinização, indenização, saúde, educação, cultura, saneamento, Gases de Efeito Estufa (GEE) e outros.

As categorias produzidas foram cotejadas com os indicadores teóricos (transitoriedade permanente, território econômico e território como lugar de vivências) produzindo assim o elemento para alocar na parcela econômica da sociedade que mais é atingida (circuito superior e circuito inferior da sociedade). Assim, uma categoria será alocada no circuito inferior da economia se obedecer a um ou mais indicadores teóricos. As categorias podem ser explicitadas por:

- Transitoriedade Permanente - Circuito Superior da Economia
- Território Econômico e Território como lugar de vivências- Circuito inferior da Economia.

O problema encarado no texto perpassa pela problematização de que os deslocamentos forçados de populações produzem rupturas com os modos de vida e, sobretudo, porque estes não são reproduzidos de maneira adequada. A pergunta da pesquisa é: as rupturas percebidas pela

população produzem impactos mais determinantes em quais parcelas da sociedade?

## **Referencial Teórico**

As referências teóricas produzem um cabedal norteador para explicar que o deslocamento forçado produz impactos na sociedade. A qualificação destes impactos foi cotejada com os indicadores teóricos produzindo as informações necessárias à compreensão do questionamento do texto. Dois autores são fundamentais para referenciar o tema em tela, Rolnik (2015) e Escobar (2014) referem-se ao Território.

As análises serão produzidas pelo cotejamento analítico dos Circuitos da Economia (Transitoriedade permanente, Território econômico e Território como lugar de vivências), a população estudada será o Ribeirinho e os impactos ambientais e sociais de UHE's.

Os indicadores dos Circuitos da Economia são:

Transitoriedade permanente: são zonas de indeterminação entre legal/ilegal, planejado/não planejado, formal/informal, dentro/fora do mercado, presença/ausência do Estado e que são os mecanismos para um vasto território de reserva, capaz de ser capturado “no momento certo” da necessidade de implantação/implementação de algum evento (ROLNIK, 2015, p.174).

Território econômico: o território é reduzido à unidimensionalidade de seu valor econômico e à perspectiva de rendimentos futuros, contudo sem compreender a vida vivida pelas populações e seu relacionamento com o território (ROLNIK, 2015, p.13).

Território como lugar de vivências: o território é relacionado com projeto de vida e bem viver, referenciando-se na sustentabilidade, vida com dignidade, auto-sustento, organização, solidariedade, conhecimento, multiatividade, auto-gestão, visão de futuro e controle social do território (ESCOBAR, 2014, p.88).



A população estudada, que sofre impactos ambientais e sociais das UHE, é o ribeirinho que não está estratificado na sociedade Brasileira e segundo Ribeiro (1978) estão caracterizados como campesinos. Os campesinos, como os ribeirinhos, são invisibilizados porque as atividades econômicas desenvolvidas são marginais perante a estrutura econômica tradicional e sem acumulação. E esta parte da sociedade está localizada no Circuito Inferior da Economia, que “são atividades de comércio e serviços pouco capitalizadas” (COELHO; PEREIRA, 2011) e Da Silva (2012) complementa que é “composto pelas atividades de pequena dimensão, com o uso de mão de obra intensiva, que se cria e se recria com pouco capital”.

Os impactos ambientais e sociais de hidrelétricas na sociedade remetem as perdas dos elementos econômicos, políticos e culturais próprios da sociedade estudada (ARAUJO; MORET, 2016; RIBEIRO; ANDRADE; MORET, 2015).

## **Resultados e discussão**

### Deslocamentos forçados ao redor do mundo

Inicialmente serão apresentados alguns impactos dos deslocamentos ao redor do mundo demonstrados por Rolnik (2015) no texto Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. Os dados de deslocamentos ao redor do mundo demonstram aplicação dos indicadores destacados acima, bem como o papel ativo do poder em viabilizar as estratégias do capital na absorção dos Territórios onde vivem as populações vulneráveis. Neste ponto, serão apresentados uma síntese de deslocados de alguns países no mundo descritos por Rolnik (2015), discriminados por países:

- Camboja em 2008: 150 mil pessoas ameaçadas de remoção pela disputa de terra, confisco e projetos de desenvolvimento. Como a economia crescia, as terras eram transferidas para as atividades econômicas: agricultura, mineração, turismo, pesca

- e incorporação imobiliária. Moradores de Andong são vítimas de usurpação de terras (urbana e rural), muitos estão nas ruas (ROLNIK, 2015, p. 143).
- Jacarta, Indonésia, junho de 2013: A nova política da estatal, os terrenos vazios deveriam ser vendidos pelo melhor preço para incorporadores e como uma parte dos vulneráveis vivem em invasões, sem documentos estes espaços são considerados terrenos vazios (ROLNIK, 2015, p.144).
  - Haiti, junho de 2011: Havia muitas ameaças de remoção nos campos de acolhimentos, porque as áreas eram privadas, bem como a maior parte dos moradores dos campos viviam em favelas, que eram terrenos privados, com propriedade reconhecida pelo Estado. Até 2011 muito dinheiro foi alocado no Haiti, mesmo assim a situação ainda permanecia complicada no momento da visita. O desastre natural serviu para arrumar a questão fundiária, porque antes era difícil remover as pessoas, entretanto depois de tudo destruído a solução estava mais fácil e as instituições oficiais operavam para limpar a área (ROLNIK, 2015, p.145).
  - Ilhas Maldivas, janeiro de 2009: Desde o final do século o governo pretendia consolidar a estratégia de adensar os habitantes (300 mil) em poucas ilhas (mais de 500 ilhas) para fortalecer o fornecimento de serviços públicos e arrendar para resorts turísticos. O tsunami foi a oportunidade que o governo encontrou para esvaziar ilhas e uma parte delas foram declaradas “inabitáveis” e a ajuda internacional viabilizou a construção de alguns dos pontos de consolidação, entretanto na visita se constatou que algumas ilhas foram esvaziadas mesmo sem nenhum dano causado pelo evento tsunami (ROLNIK, 2015, p.146).
  - Buenos Aires, Argentina, abril de 2011: Uma proposta de urbanização da Villa 31 com participação popular era encarada pelos os moradores com ceticismo: “es solo una ley, no la realidad!” (ROLNIK, 2015, p.147).
  - Rio de Janeiro, Brasil, abril de 2012: “Nós estamos em Jacarepaguá, no olho do furacão das construtoras. Querem tirar a gente daqui para depois construir um condomínio de luxo aqui mesmo... Mas desta vez nós não vamos sair!” (ROLNIK, 2015, p.148).

### Síntese e análise dos impactos ambientais e sociais em hidrelétricas

Os impactos ambientais e sociais de 24 hidrelétricas ao redor do mundo e no Brasil estão descritos no Quadro 1 que sintetizados por Moret (2018). Neste quadro foram apresentados os impactos sociais e ambientais das UHE`s estudadas para cada UHE e foi possível mostrar que os problemas se repetem em vários empreendimentos.

A partir do Quadro 1 foram realizados dois procedimentos, no primeiro foram agregadas as quantidades de impactos ambientais e sociais

em treze (13) categorias: terra, peixe, economia, indenização, cultura, água, agricultura, salinização, educação, Saúde, saneamento, Áreas vulneráveis e Gases de Efeito Estufa, discriminando. O segundo procedimento foi alocar as categorias nos indicadores teóricos dos Circuitos da Economia.

No Quadro 2 estão apresentadas as categorias e os impactos ambientais e sociais e 78,6% do total são danos que se encaixam no circuito inferior da economia, porque produzem mais influências negativas numa parcela da população que não detém os meios de produção e por isso estão mais vulneráveis as interferências no Território e que também produzem tensões e conflitos, como destacado por Cavalcante e Santos (2012).

As interferências positivas das UHE`s foram encaixadas no Circuito Superior da Economia (SILVA, 2015), aumento da movimentação financeira na economia, criação e fixação temporária de empresas, compra de insumos locais e fluxo financeiro elevado. Essa dinâmica é possível aos grandes capitais produtivos que por meio do uso da técnica, dominam os territórios de influência do capital, promovem a reprodução do espaço, sobretudo, solidifica a influência sobre a política, através da parceria, às vezes, o conflito, do capital, à sociedade e o Estado.

Quadro 01. Síntese dos impactos sociais e ambientais de 24 UHE`s do mundo e do Brasil.

Usina Hidrelétrica	Impactos ambientais e sociais	Usina Hidrelétrica	Impactos ambientais e sociais
Chixoy, Guatemala, 1982	Indenização, terra, água	Itumbiara	Saúde
Agoyan, Equador, 1970	Água, peixe, emprego	São Simão	Pesca, garimpo, indenização
Aswan, Rio Nilo, 1960	Agricultura, pesca, sedimento, água, erosão, salinização	Salto Caxias	Perda de terras
Kariba, Zâmbia, 1950	Agricultura, indenização, peixe, saúde, educação	Foz de areia	Renda, trabalho, indenização
Akossombo, Africa, 1965	Sedimento, malária, terra, cultura	Jupia	Cultura
Sirikit, Tailândia	Subsistência, indenização, saneamento, educação	Ilha Solteira	Boom populacional
Kanchay, Camboja	Água, salinização, sedimento	Coracy Nunes	Ausência de Estudos
Três Gargantas, China	Renda, endividamento, cultura	Coruá-Una	Conflitos Sociais
Katse, Lesoto, África	Terra, gênero, cultura	Tucuruí	Peixe, mercúrio, economia, indenização, água
Itaipu	Áreas vulneráveis, indenização, compra das terras baixo preço	Balbina	Peixe, GEF
Xingó	Renda, pesca, agricultura, terra	Lajeado	Peixe, indenização, cultura
Paulo Afonso	Salinização	Belo Monte	GEF, saneamento Altamira, cultura

Fonte: Moret, 2018.

Os impactos no Circuito Inferior da Economia foram no sentido contrário ao que aconteceu no Circuito Superior, porque eliminou os espaços de produção, de cultura, de vivência, de transporte dos deslocados pelas UHE`s, realocando-os em locais distantes do Rio, em terras improdutivas, não tem permissão para pescar em qualquer lugar do rio, não tem infraestrutura adequada de transporte, não tem escolas para os filhos, portanto os impactos ambientais e sociais produziram uma ruptura na vida vivida daquelas pessoas que estavam em harmonia com rio.

Quadro 02. Agregação de impactos ambientais e sociais e categorias

Categoria	Descrição de impactos	Incidência (%)	Indicador teórico
Terra	Perda da terra e sedimento para produção agrícola	9(13,6%)	Território como lugar de vivências
Peixe	Perda da disponibilidade de peixe	8(12,1%)	Território econômico
Economia	Perda de trabalho, renda, aumento do endividamento e impacto na subsistência	8(12,1%)	Território como lugar de vivências; Território econômico
Indenização	Pagamento de indenização não baseado no lucro cessante das atividades econômicas desenvolvidas	8(12,1%)	Território econômico
Cultura	Impacto na cultura e nas manifestações culturais	6(9,1%)	Território como lugar de vivência
Água	Acesso a água para transporte e pesca	5(7,6%)	Transitoriedade permanente; Território econômico
Agricultura	Diminuição da produção agrícola por assentamento em áreas com inadequadas	3(4,5%)	Território como lugar de vivências; Território econômico
Salinização	Salinização da água para consumo humano e para a produção	3(4,5%)	Território como lugar de vivência
Educação	Oferta da educação não adequada e não universalizada	2(3%)	Território como lugar de vivência
Saúde	Impactos na saúde, incidência de malária e contaminação por disponibilização do mercúrio	4(6,1%)	Toda a sociedade é afetada por esse impacto
Saneamento	O aumento populacional nas cidades infla as áreas periféricas das cidades com baixa disponibilidade de serviços públicos	3(4,5%)	Toda a sociedade é afetada por esse impacto
Outros	Impacto nas questões de gênero, ausência de estudos e conflitos sociais.	3(4,5%)	Toda a sociedade é afetada por esse impacto
Áreas vulneráveis	Erosão das margens e impacto em áreas vulneráveis nas margens dos rios	2(3%)	O meio ambiente é afetado; Toda a sociedade é afetada por esse impacto
GEE	Gás de efeito estufa	2(3%)	Toda a sociedade é afetada por esse impacto

Fonte: Moret, 2018.

A legislação em vigor, Resoluções CONAMA 001/86 e 237/97, exige que o local que os deslocados pelas UHEs são assentados tenha as mesmas condições socioeconômicas vividas anteriormente a construção da UHE. Os dados mostram que não é isso que acontece, porque anteriormente viviam em situação de equilíbrio com o rio e com meio ambiente, depois de reassentados são colocados em situação de vulnerabilidade econômica

e social. Os deslocamentos provocam a re-estruturação das estruturas sociais, políticas e econômicas, sobretudo, porque impõe uma nova forma de uso do território pelos agentes que produzem espaço

### **Considerações finais**

Os impactos negativos da construção e operação das hidrelétricas na sociedade são expressivos, entretanto são mais sentidos em parcelas da sociedade mais vulneráveis.

As populações que vivem no entorno do rio barrado não são miseráveis e vivem em equilíbrio com o rio, tem uma relação profícua com o rio, produzem nas várzeas, pescam, se deslocam pelo rio, ou seja, tem uma relação de afinidade com rio, até porque é comum se expressarem como se dominassem os desejos do rio, tais como saberem os momentos de cheia, de seca e de quando os sedimentos são depositados.

A construção e operação produz ruptura dos ribeirinhos com o rio barrado, porque são afastados e assentados em locais longe do rio, não sabem onde e quando podem pescar, também não podem plantar nas várzeas por algumas razões, os sedimentos ficam no lago, a operação da UHE tem um fluxo variável de subida e descida e diário dependendo da energia que precisa ser produzida alagando e secando o rio.

Portanto, algumas constatações são feitas de que os impactos ambientais e sociais negativos afetam mais fortemente o Circuito Inferior da Economia.

- 1- Os territórios ocupados pelos Circuito Inferior, as barrancas dos rios, fazem partes da dinâmica econômica, portanto quando um rio é barrado todo o Território fica sob o domínio do capital e são incorporados ao mercado: água, produtos, espaço, deslocamento e fluxo do rio.
- 2- O barramento produz uma ruptura entre os ribeirinhos e o rio, portanto quando deslocados percebem os impactos em diversas ordens: vida vivida, vida econômica, vida social e vida cultural.

- 3- Segundo Sassen (2016, p.179) “mais terras e água devem ser adquiridas para repor o que já morreu ... não há apenas a mercantilização da terra e da água, mas também a financeirização das mercadorias resultantes.”
- 4- Novas UHE são construídas para repor aqueles que estão ruins (velhas, diminuição da vazão, lagos assoreados), sobretudo, para suportar o aumento da demanda do consumismo.

## Referências

- ARAUJO, N. C.; MORET, A. S. Direitos Humanos e Hidrelétricas: uma análise dos impactos socioambientais e econômicos gerados em Rondônia. *Veredas do Direito*, v. 13, p. 167-194, 2016.
- COELHO, O. M.; PEREIRA, M. F. V. O circuito inferior da economia na área central de Uberlândia (MG): avaliação e caracterização. *Revista Geografia (Londrina)*, v. 20, n.1. 2011.
- Da SILVA, S. C. Circuito superior e inferior: sinônimos para a economia formar e informal? *Coluna Territorium*. Agosto, 2012. [http://colunaterritorium.blogspot.com.br/2012/08/circuito-superior-e-inferior-sinonimos\\_10.html](http://colunaterritorium.blogspot.com.br/2012/08/circuito-superior-e-inferior-sinonimos_10.html)
- ESCOBAR, A. Sentipensar con la tierra. *Nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia*. Ed. UNAULA. Medellin. 2014.
- MORET, A. S. Estudo dos impactos sociais, ambientais e econômicos em assentamento de UHE`s e a intervenção no circuito inferior da economia. Relatório Científico de Pós-Doc. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional- UFRJ. Antônio Calos Brandão- Sup. Rio de Janeiro, 2018.
- RIBEIRO, A. M.; ANDRADE, L. C.; MORET, A. S. Os Estabelecidos e os Outsiders da Amazônia: uma reflexão sociológica acerca de um projeto de reassentamento em Rondônia, Brasil. *Territórios e Fronteiras (Online)*, v. 8, p. 256-274, 2015.
- RIBEIRO, D. Os Brasileiros. Petrópolis, Vozes, 1978, p.92.
- ROLNIK, R. Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças. Editora Boitempo. São Paulo. 2015.

SASSEN, S. Expulsões: brutalidade e complexidade na economia global. Tradução Angélica Freitas. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2016.

SILVA, F. A. M. Hidrelétrica, Indústria e a formação do Circuito Superior da Economia urbana em Porto Velho. Dissertação de Mestrado. Geografia. Porto Velho, 2015.



## Capítulo 4.1.3

### Variation in environmental impacts from transmission lines across states in the Brazilian Amazon

*Jacy L. Hyde*<sup>1</sup>

*Stephanie Bohlman*<sup>1</sup>

*Denis Valle*<sup>1</sup>

#### **Abstract**

The environmental impacts of energy generation plants, especially those with large dams, have been widely discussed in the Amazon region. However, there has been little attention paid to the impacts of the associated transmission lines. Publicly available information about the location and extent of the transmission line network in the Amazon is neither accurate nor current, and the environmental impacts of the network on terrestrial ecosystems have not been assessed. This project estimates the scale of the impact of the current and planned transmission and distribution line network using a hand-digitized dataset and the predicted impact areas determined from Environmental Impact Assessments. The verified dataset of transmission and distribution lines in the Amazon region contains 39,625 km of lines and is estimated to grow by 37% in the Legal Amazon by 2026. We estimate that the current network impacts 23,467 km<sup>2</sup> of land area directly and another 224,588 km<sup>2</sup> indirectly. Impacts are not evenly distributed among the Amazonian states, with greater areas of land currently impacted in the arc of deforestation. However, impacts are expected to double or triple in some of the more isolated states in the next decade. As such, the impact of transmission lines should be more strongly considered in research and environmental planning in the Amazon region.

**Keywords:** Amazon; Transmission lines; Energy; Tropical forest; Protected areas

---

<sup>1</sup> School of Forest Resources and Conservation, University of Florida; jacyhyde@gmail.com; sbohlman@ufl.edu; drvalle@ufl.edu

## Resumo

Os impactos ambientais das usinas de geração de energia, especialmente aqueles com grandes barragens, têm sido amplamente discutidos na região amazônica. No entanto, tem sido dada pouca atenção aos impactos das linhas de transmissão associadas. As informações disponíveis publicamente sobre a localização e extensão da rede de linhas de transmissão na Amazônia não são precisas nem atuais, e os impactos ambientais da rede nos ecossistemas terrestres não foram avaliados. Este projeto estima a escala do impacto da rede de linhas de transmissão e distribuição atuais e planejadas usando um conjunto de dados digitados à mão e as áreas de impacto previstas determinadas a partir de Avaliações de Impacto Ambiental. O conjunto de dados verificados de linhas de transmissão e distribuição na região amazônica contém 39.625 km de linhas e estima-se que cresça 37% na Amazônia Legal até 2026. Estimamos que a rede atual impacta diretamente 23.467 km<sup>2</sup> de área terrestre e outros 224.588 km<sup>2</sup> indiretamente. Os impactos não são distribuídos uniformemente entre os estados da Amazônia, com maiores áreas de terra atualmente impactadas no arco do desmatamento. No entanto, espera-se que os impactos dobrem ou tripliquem em alguns dos estados mais isolados na próxima década. Assim, o impacto das linhas de transmissão deve ser mais fortemente considerado na pesquisa e no planejamento ambiental na região amazônica.

**Palavras-chave:** Amazônia; Linhas de transmissão; Energia; Floresta tropical; Áreas protegidas

## Introduction

The current model for economic development in the Brazilian Amazon asserts that an expansion of energy infrastructure, including the transmission and distribution line network, is required to support continued economic growth. In order to meet this demand, the grid of transmission lines, known as the *Sistema Interligado Nacional* (SIN), is projected to increase 46% in length from 2016 to 2026 across Brazil (PDE, 2026), with several large projects planned in the Amazon region. The expansion of the SIN is likely to add to the extensive habitat fragmentation and deforestation already present from other types of development in the Amazon region, particularly given the relatively remote location of some of the planned energy generation sources and the relatively high forest cover in the region. At a minimum, transmission lines are contributing to the increasing rate of deforestation in the region simply due to the large

land area covered by the lines, but are likely to have additional impacts due to large edge creation and the production of long distance corridors of repeatedly disturbed vegetation (POHLMAN, TURTON; GOOSEM, 2007). Unfortunately, there has been little research on these impacts and, to the best of our knowledge, the impact of the transmission line network has not been adequately evaluated from a conservation perspective.

The SIN currently connects to all states except Roraima, allowing energy to be moved around the grid according to need (PDE, 2026). Several projects, in various stages of licensing, will further integrate SIN by directly connecting more cities and power sources with the goal of improving the resilience of the system in case of emergency, repairs or variation in seasonal energy production. These projects, planned to be operational by 2026, include transmission lines that provide energy to more remote communities in the northern states of Pará and Acre, connect Manaus in Amazonas state to Boa Vista in Roraima state, connect the Belo Monte dam directly to southern parts of Brazil, further integrate the Amazon region with the northeast region of Brazil and to connect the SIN in Brazil with the grids in Bolivia, Guyana, Suriname and French Guiana (PDE, 2026). In total, 9,231 km of new lines will be built in the northern region and 5,082 km will be built in the central-west region (which partly overlaps with the legal Amazon), all expected to be operational by 2026 (PDE, 2026). Importantly, these figures do not consider all of the transmission lines that will be built to support new electrical plants (small or large hydropower, geothermal, biomass, etc.) in the Amazon region. Thus, even if Brazil moves away from large hydropower projects (VENTURA, 2018), transmission line development will still occur to connect other new sources of energy (thermal, small hydropower, solar, wind, etc.), to serve communities in the Amazon as the region develops and to transfer power from existing large dams.

In this article, we discuss the scale of potential environmental impacts of transmission lines in the Amazon region. We investigate the variation in the scale of impact across states in the Legal Amazon,

including potential disturbance to forest and protected areas, and consider how future transmission projects will impact individual states.

## Methods

To obtain a highly accurate dataset from which to estimate transmission line impacts, the SIN was hand digitized in ArcGIS by tracing the path of transmission lines detected using 2017 ESRI World Imagery. Because there are few studies in published or grey literature on the impacts of transmission lines in the Amazon, we relied on estimates of impacted areas from 16 EISs (Environmental Impact Statement) for individual transmission lines. In this study, we adopt the median value from the EIAs of 400m to either side of the line to designate areas experiencing direct impact. For the indirect impact area, there was a near-consensus of 5 km to either side of the line. These distances were applied to the entire dataset and to the planned dataset (EPE, 2015) to estimate the land area directly and indirectly impacted (the direct impact was subtracted from the indirect impact area, as they are cumulative).

We determined the extent to which the current and planned transmission line impact areas overlap with forested areas (PRODES, 2016) and protected areas and Indigenous reserves (*Departamento de Areas Protegidas*, 2016). These impacts were then assessed for each state in the Legal Amazon. For states that are not fully within the Legal Amazon boundary, only the area within the foundry was considered.

## Results

**Current impacts of the SIN.** Based our verified dataset, which to our knowledge is the most current, geographically accurate dataset, we estimate the overall length of the electrical line network within the legal Amazon to be 39,625 km. Based on the median impact distance for direct impact of 400 m, 23,467 km<sup>2</sup> of land are likely currently experiencing

impacts from the transmission system in the Legal Amazon. An additional 224,588 km<sup>2</sup> are likely indirectly impacted (assuming a 5 km indirect impact area on both sides of all lines).

Transmission lines and their impacts are not evenly geographically distributed across the Amazon. The highest concentration of transmission lines occurs in the southern and eastern part of the Amazon, where there is the greatest population density and the greatest number of current dams. A lower density of transmission lines occurs in the northern part of the Amazon, and a large swath of the western Amazon has no current or planned transmission lines. The impact varies greatly between Amazonian states, with the greatest total impact occurring in states within the arc of deforestation such as Mato Grosso and Pará and the least total impact in more isolated states such as Acre, Amapá, Amazonas, and Roraima. The highest percentage of a state currently impacted occurs in Maranhão (12.6% of the state's land area), and the lowest impact by state area occurs in Amazonas (0.4%).

Transmission lines currently impact protected areas and forested areas. As of 2016, 2,413 km<sup>2</sup> of forested area were currently within the direct impact area (10.3% of the total direct impact area) and another 40,977 km<sup>2</sup> indirectly impacted (18.2% of the total indirect impact area). Again, transmission lines are impacting forests directly and indirectly in each state. Pará and Mato Grosso, large states with the most transmission lines, contained the most impacted forest (60% of the total impacted forest across the Legal Amazon), despite the large amount of deforestation that has already occurred in these states (MORTON et al., 2006). However, 50% of the impact area in Amazonas is forested, followed by Roraima (35.7%), so transmission lines may be proportionally more impactful in more isolated areas.

Of the total area of directly and indirectly impacted land, 5.1% and 6.4%, respectively, is within a protected area or Indigenous reserve. This impact is fairly diffuse across the Amazon, with impacts occurring to protected areas or Indigenous reserves in every state. Again, Pará contains

the most total impacted land within protected areas (5,147 km<sup>2</sup>), followed by Maranhão (4,411 km<sup>2</sup>). Acre, with the least amount of transmission lines, also has the least impact to protected lands (93 km<sup>2</sup>). However, Amapá, Amazonas, and Roraima, all with less than 800 km of lines, each contain close to 1,000 km<sup>2</sup> of total impacted protected lands. Again, these more isolated states likely have larger impacts per kilometer of transmission lines to natural areas.

**Estimates of impacts from planned lines.** Based on available data from *Empresa de Pesquisa Energética* (EPE), an additional 14,537 km of lines are planned in the Legal Amazon before 2026. These new lines will add 11,334 km<sup>2</sup> of directly impacted area and 118,885 km<sup>2</sup> of indirectly impacted area by 2026, if all of the planned lines are constructed. The greatest length of planned lines are in the eastern Amazon, especially in the states of Pará and Tocantins. However, the new lines will nearly double the length of transmission lines in the northern Amazon and add the first transmission lines in the far western Amazon. In the state of Acre in the western Amazon, the length of transmission lines will triple in the next ten years, reaching across the entire state. Amapá is the only state with no new lines planned in this timeframe. Planned lines will most heavily impact the states of Pará and Tocantins, and after all planned lines are constructed, transmission lines will impact 22.3% of the state of Tocantins. Considering that the northern states have experienced much less land conversion, new electrical lines and roads may be more likely to have higher environmental impacts compared to new lines built in already converted areas.

Planned projects will also impact intact forest, with 1,700 km<sup>2</sup> of direct impact (70% increase overall) and another 24,956 km<sup>2</sup> of indirect impact (61% increase) expected to forested areas. In more isolated states, the direct impact to forests will increase dramatically, by 1535% in Acre, by 470% in Roraima, and by over 100% in Amazonas and Pará. These massive increases to impacted forest area are especially concerning, considering the overall length of the transmission lines is only increasing

by 37%. This indicates that forested areas are not being preferentially avoided and that much of the new development will occur in natural areas.

Planned lines will also impact protected lands, with a 29% increase in directly impacted area and a 31% increase to indirectly impacted areas. Amazonas and Tocantins will bear the brunt of this impact, with an overall 144% (1,454 km<sup>2</sup>) and 131% (1,025 km<sup>2</sup>) increase, respectively, to their protected lands. Thus, while transmission projects preferentially try to avoid passing immediately through protected lands (Relatório Ambiental Simplificado, 2011), projects are still planned close enough to the boundaries to disturb them in every state except Amapá.

Finally, the dataset of planned transmission lines does not include transmission lines to every planned energy generation facility, some of which are in more remote areas and thus may pass through forest. Thus, it is likely that the overall impact of all of the lines built in the next decade will be larger than these estimates.

## **Discussion**

Transmission lines currently directly impact 23,446 km<sup>2</sup> of the legal Amazon. Based on very limited information on larger impacts, we estimate that the SIN currently directly or indirectly influences a total of nearly 250,000 km<sup>2</sup>, which is roughly the size of the state of Rondônia and 4.6% of the legal Amazon land area. In the southern and eastern states, impacts from the SIN exist within a landscape already heavily impacted by other major infrastructure projects. However, the western Amazon is comprised of some of the least impacted ecosystems in the world, but the impacts from transmission projects in western states will increase dramatically in the coming decade. Since 15% of the planned direct impact area is currently forested, the lack of research and understanding of transmission line impacts to the surrounding ecosystems is particularly concerning. Our goal here is to highlight the often-overlooked impacts of the transmission lines, especially the widely distributed nature of this impact. Our results

provide a rough estimate of the area impacted by transmission lines to each state in the legal Amazon, but the estimated area is not specific to particular projects or ecosystems due to the lack of good information on impacts in the literature. We make initial estimates of the spatial extent of impact, but emphasize that additional research is necessary to understand even basic information about how transmission lines impact landscapes in the Amazon. Furthermore, we advocate that transmission lines in the Amazon be more thoroughly considered when assessing and quantifying the environmental impacts of current and future infrastructure development.

## **Conclusions**

Transmission lines are a significant source of environmental impact in the Brazilian Amazon and must be accounted for when characterizing the impact of infrastructure in the region. Their full impact, including the amount of forest lost due to construction in the region, or their site-specific impacts, have yet to be determined, despite their prevalence and continued expansion. A more thorough consideration of transmission line impacts in research and regional planning may have great potential to limit the impacts associated with existing and new transmission lines in the Brazilian Amazon.

## **Acknowledgments**

We would like to thank the University of Florida Water Institute and the School of Forest Resources and Conservation for the facilitation and partial funding of this project. Additionally, we are grateful for the support and help of our colleagues in the Amazon Dams International Research Network and the 2015 Water Institute Graduate Fellowship Program.



## Data sources

DEPARTAMENTO DE AREAS PROTEGIDAS. Unidades de Conservação do Brasil. 2016. 1:100000. Ministério de Meio Ambiente. <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Accessed Oct 4, 2016.

ESRI. World Imagery. DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community. 2017. <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7fo8febac2a9>. Accessed Jan 2017- July 2017.

EPE. Linhas de Transmissão - Planejada. GIS Shapefile. No scale given. Empresa de Pesquisa Energética. 2015. <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>. Accessed Nov 12, 2017.

EPE. UHE- Expansão Planejada GIS Shapefile. No scale given. 2016. Empresa de Pesquisa Energética. <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>. Accessed Nov 12 2017.

FUNAI. Terras Indígenas - Indigenous Reserves 1:100000. 2004. Fundação Nacional do Índio, Ministério de Meio Ambiente. <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Accessed Oct 4, 2016.

PRODES. PDigital2016\_AMZ\_Pol. 1:250,000. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2016. <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php?LANGUAGE=EN&>. Accessed Nov 21, 2017.

## References

MORTON, D. C. et al. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 103, n. 39, p. 14637-14641, 2006.

PLANO DECENAL DE EXPANSAO DE ENERGIA 2026. Empresa de Pesquisa Energética, Ministerio de Minas E Energia, p. 1-269, 2017.

POHLMAN, C. L.; TURTON, S. M.; GOOSEM, M. Edge Effects of Linear Canopy Openings on Tropical Rain Forest Understory Microclimate, v. 39, n. 1, p. 62-71, 2007.

RIO BRANCO TRANSMISSORA DE ENERGIA LTDA. Relatório Ambiental Simplificado. CEPEMAR - Serviços de Consultoria Em Meio Ambiente Ltda, p. 1-643, 2011.

VENTURA, M. Fase de grandes hidrelétricas chega ao fim. O Globo. Brasília. 02/jan/2018. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/fase-de-grandes-hidreletricas-chega-ao-fim-22245669>

## Capítulo 4.1.4

# Análise do uso da terra e a perda de biodiversidade no município de Santa Rosa do Tocantins, estado Tocantins, Brasil

*Lucas da Silva Ribeiro*<sup>1</sup>

*Sandro Sidnei Vargas de Cristo*<sup>2</sup>

### Resumo

A presente pesquisa trata da análise do Uso da Terra com ênfase na perda da Biodiversidade do município de Santa Rosa do Tocantins, Estado do Tocantins, Brasil, tendo como base as alterações que estão ocorrendo na cobertura vegetal. Como procedimentos metodológicos adotou-se as técnicas de Sensoriamento Remoto com a utilização da imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, ano de 2015, resolução espacial de 30m, obtidas gratuitamente via site do USGS. Deste modo realizou-se uma classificação supervisionada de imagens através do software ArcGis Desktop versão 10.5.1 da ESRI. De modo geral os resultados demonstram um grande avanço do uso agropecuário que interferiu, de forma direta, na perda e descaracterização da vegetação natural de Cerrado predominante no município. Portanto, o presente trabalho busca mostrar as transformações ambientais e a perda da biodiversidade que estão ocorrendo no município, afetando diretamente a fauna e a flora, bem como a qualidade de vida da população local. O mapa gerado do uso da terra do município, pode contribuir com as questões de planejamento de uso e ocupação humana e conservação ambiental de seus recursos naturais.

**Palavras chaves:** Sensoriamento Remoto; Uso da Terra; Agropecuária; Biodiversidade

---

<sup>1</sup> Curso de Graduação em Geografia Bacharelado, Universidade Federal do Tocantins – UFT; lucassilvaribeiro12@gmail.com;

<sup>2</sup> Curso de Graduação e Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Tocantins – UFT; sidneicristo@uft.edu.br

## **Abstract**

The present research deals with the analysis of land use with emphasis on the loss of biodiversity of the municipality of Santa Rosa do Tocantins, state of Tocantins, Brazil, based on the changes that are occurring in vegetation cover. We adopted remote sensing techniques using 2015 Landsat 8 satellite imagery from the OLI sensor at a spatial resolution of 30 m, obtained free of charge from the USGS website. We performed a supervised classification of the imagery in ESRI's ArcGIS Desktop v. 10.5.1. In general, the results show an increase in agricultural use that resulted in loss and decharacterization of the natural vegetation of Cerrado prevailing in the municipality. Therefore the present work seeks to show the environmental transformations and the loss of biodiversity that are occurring in the municipality, directly affecting the fauna and flora, as well as the quality of life of the local population. The map of the municipality can contribute to the issues of human use planning and occupation and environmental conservation of its natural resources.

**Keywords:** Remote Sensing; Land Use; Farming and ranching; Biodiversity.

## **Introdução**

Considerando as significativas transformações ambientais relacionadas aos aspectos de uso da Terra e o modo de desenvolvimento econômico adotado pelo ser humano, percebe-se cada vez mais a realização de pesquisas e trabalho na busca por respostas a esta questão.

Neste sentido, os problemas decorrentes dos diversos usos econômicos, adotados pelo ser humano, e suas consequências ambientais podem ser destacadas em âmbito nacional brasileiro, como são os casos da expansão das atividades agropecuárias que avançam sobre seus biomas, Pampa, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal, Amazônia e Cerrado.

Neste contexto, no Estado do Tocantins, a questão não se diferencia, ou seja, também são observados os mesmos problemas decorrentes do uso econômico agropecuário, somado a outros aspectos como a criação de Usinas Hidrelétricas, que embora tenham importância, também contribuem para a perda da biodiversidade. Isto pode ser observado, quando se analisa os aspectos de uso da terra e as transformações ambientais que estão ocorrendo no Cerrado.

Assim, são diversos os aspectos que podem ser observados como a fauna, que fica desprotegida e sem alimentação, a flora que perde sua diversidade e os aspectos abióticos, como as águas que cada vez mais perdem qualidade e quantidade, os solos que são exauridos e contaminados, entre outros aspectos. Com esta preocupação é que a presente pesquisa vem sendo desenvolvida, visando analisar as transformações ambientais da porção central do Estado do Tocantins dando-se ênfase nos aspectos de Uso e da Terra e sua influência para a perda da biodiversidade no município de Santa Rosa do Tocantins, utilizando-se técnicas de Sensoriamento Remoto.

## **Metodologia**

### **1 - Localização E Caracterização Geral**

O Município de Santa Rosa do Tocantins, abrange uma área de 1.796 km<sup>2</sup> e está localizado na porção centro-sul do Estado do Tocantins, fazendo parte da microrregião de Dianópolis, Seplan (2012). A cidade fica aproximadamente 160 km de Palmas capital do Estado do Tocantins.

De maneira específica, localiza-se as coordenadas de 11°12' e 11°38' latitude sul e 48°29' e 47°42' longitude oeste (Fig. 1). Quanto as altitudes do município, estas ficam por volta dos 280 metros.

O município, segundo IBGE (2010), tinha cerca de 4.568 habitantes e historicamente, foi emancipado no ano de 1988, oriundo do desmembramento do município de Natividade. Ainda possui como atividade econômica principal a agricultura.

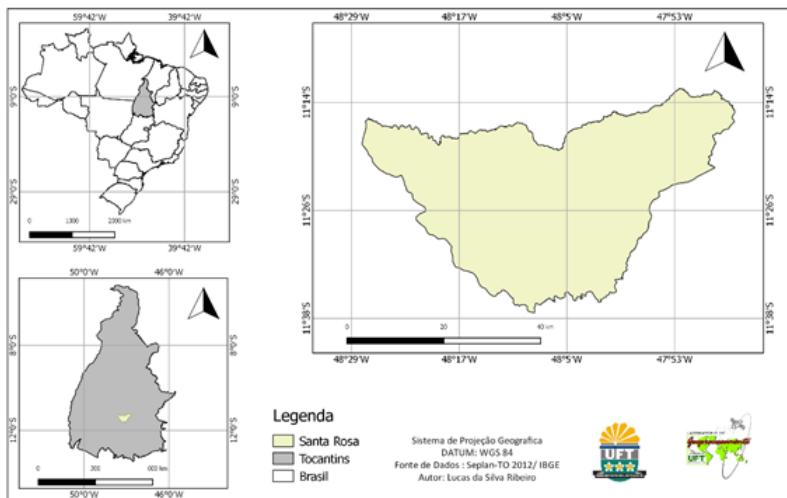


Figura 1. Mapa de localização do município de Santa Rosa do Tocantins.

Autor: Ribeiro, 2018

## 2 - Obtenção Dos Dados

Como procedimentos metodológicos adotou-se as técnicas de Sensoriamento Remoto com a utilização da imagem do satélite Landsat 8, sensor OLI, ano de 2015, resolução espacial de 30m, obtidas gratuitamente via site do USGS.

Deste modo realizou-se uma classificação supervisionada de imagens através do software ArcGIS Desktop versão 10.5.1 da ESRI, com a qual foi elaborado o mapa de Uso da Terra do município de Santa Rosa do Tocantins

## Discussão dos resultados

O mapa de Uso da Terra do município de Santa Rosa do Tocantins elaborado pode ser observado na figura 2. No mapa foram definidas três classes de uso, sendo estas, hidrografia, cobertura vegetal e agropecuária.

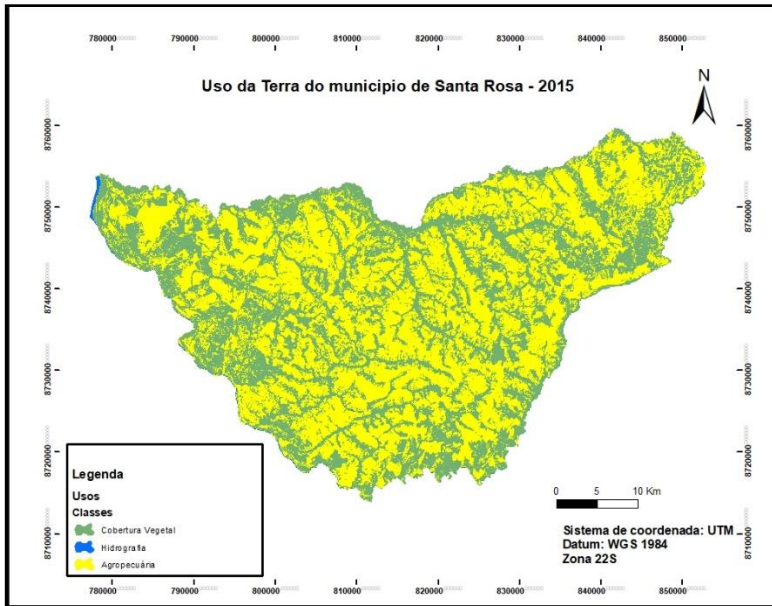


Figura 2. Mapa de Uso da Terra do município de Santa Rosa do Tocantins – 2015.

Autor: Ribeiro, 2018.

Em análise dos aspectos relacionados ao Uso da Terra no ano de 2015, do município de Santa Rosa do Tocantins, que tem uma área total de 1805,74 km<sup>2</sup>, percebeu-se que cerca de 0,38 % pertencem a classe de Hidrografia, a qual engloba os cursos fluviais, as represas, lagos e lagoas. Cerca de 44,3% pertencem a classe de Cobertura Vegetal de Cerrado formada por vegetação campestre e florestal e de maneira predominante cerca de 55,32% pertencem a classe de uso Agropecuário, onde podem ser destacadas a áreas agrícolas com plantio da soja e áreas de práticas de pecuária representadas pela criação de gado bovino de maneira extensiva. Distribuição esta que pode ser evidenciada na figura 3.

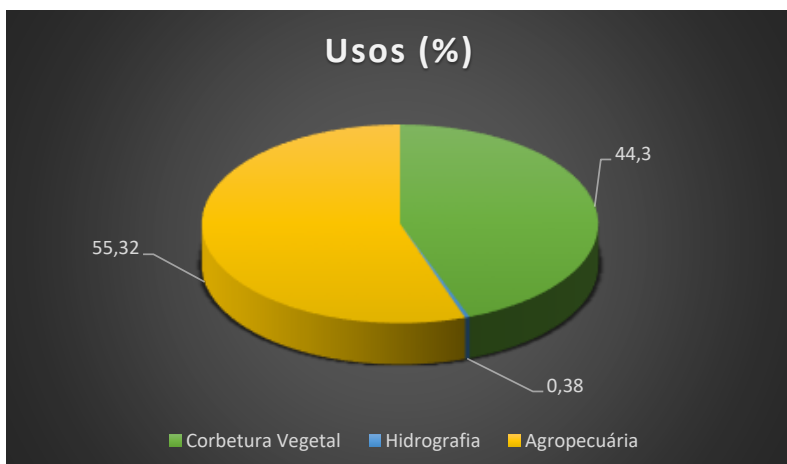


Figura 3. Gráfico com a distribuição dos usos da terra em 2015. Fonte: Ribeiro, 2018

De maneira geral, as áreas naturais do município vêm sofrendo transformações devido as atividades econômicas nelas praticadas, as quais estão relacionadas diretamente ao modelo de desenvolvimento adotado e as opções de uso, que cada vez mais, fazem uso dos recursos naturais locais.

Neste sentido, Louça Neto e Cristo (2014) destacam que atualmente o ser humano tem buscado cada vez mais, utilizar os recursos que o meio ambiente oferece, aplicando estes, na indústria, pecuária, agricultura, urbanização e outros.

Quando se pensa em perda da biodiversidade na área de estudo, pode se destacar que a principal causa é o uso agropecuário, pois nesta prática econômica ocorrem grandes alterações no ambiente, principalmente pela utilização de grandes áreas territoriais no intuito de aumentar a produção e conseqüentemente os lucros econômicos.



## **Considerações finais**

O presente trabalho foi de suma importância, pois através da aplicação das técnicas do Sensoriamento Remoto foi possível fazer uma leitura dos aspectos de uso da terra do município de Santa Rosa do Tocantins. Destacam-se as transformações ambientais que o mesmo vem sofrendo, principalmente pelas atividades agropecuárias, como consequência observou-se a perda da biodiversidade.

## **Referências**

IBGE - Instituto brasileiro de Geografia e Estatísticas. Censo demográfico, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>, acessado em: 02 de abril de 2018.

LOUÇA NETO, J. B. T.; CRISTO, S. S. V. DE. Sensoriamento remoto aplicado a análise do uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do córrego Berimbau, Ipueiras – Tocantins. Porto Nacional – TO: Interface, 2014

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. Atlas do Tocantins: subsídio ao Planejamento e Gestão Territorial. do Palmas – TO: Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico, 6ª. edição, 2012.

USGS - United States Geological Survey. Using the USGS Landsat 8 Product. 2018. Disponível em: [https://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php) .Acesso em: 05.fevereiro de 2018.

## Capítulo 4.1.5

# Avaliação dos casos de dengue no município de Estreito (MA), cidade sob influência da Usina Hidrelétrica de Estreito

*Erivaldo da Silva Soares Filho*<sup>1</sup>

*Patricia Rogalski Lima*<sup>2</sup>

*Andrielly Gomes de Jesus*<sup>3</sup>

*Helierson Gomes*<sup>4</sup>

### Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a incidência dos casos de dengue no município de Estreito/MA, município sob influência da UHE Estreito. Trata-se de uma pesquisa do tipo quantitativa, epidemiológica, descritiva e analítica. A formação de um lago, como qualquer outra obra humana, gera impactos ao ambiente, em escala maior ou menor dependendo do tamanho do empreendimento, levando a modificação do ecossistema, destruição da biodiversidade, alterações macro e microclimáticas, são esses fatores essenciais para disseminação de doenças, em especial as zoonóticas, levando a propagação de diversas enfermidades causadas por bactérias, vírus, parasitos e vetores. Essa pesquisa vem corroborar e avaliar a influência das Usinas Hidrelétricas relacionadas às características ambientais e epidemiológicas, chamando a atenção para a necessidade da implementação de políticas públicas específicas no âmbito social, ambiental e de saúde pública, destinadas as áreas sob impacto direto e a necessidade de mais estudos serem

---

<sup>1</sup> Enfermeiro. Especialista em Promoção e Vigilância em Saúde, Ambiente e Trabalho (FIOCRUZ); ery\_ojunior@hotmail.com

<sup>2</sup> Enfermeira. Especialista em Saúde da Família e comunidade (FESP/ULBRA-TO); patrogalski@gmail.com

<sup>3</sup> Enfermeira. Mestre em Saúde da Família. Doutoranda em Desenvolvimento Regional. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Araguaína; andriellygm@gmail.com

<sup>4</sup> Enfermeiro. Mestre em Ciências Ambientais e Saúde. Doutorando em Biologia Parasitária na Amazônia - UEPA. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Araguaína; profhelierson@gmail.com

desenvolvidos, pois ainda se tem uma literatura escassa diante de um tema tão relevante quanto este.

**Palavras-chave:** Hidrelétrica; Dengue; Estreito/MA; Saúde pública

### **Abstract**

In this study, we evaluate the incidence of dengue cases in the municipality of Estreito, MA, after the installation of the Estreito hydropower plant (HPP). The study is quantitative, epidemiological, descriptive and analytical. The formation of a reservoir generates environmental impacts on large and small scales dependent on the size of the dam, leading ecosystem modifications, destruction of biodiversity, macro and microclimate changes. These factors are essential for the spread of diseases, especially zoonotic diseases, caused by bacteria, viruses, parasites and vectors.

Keywords: Hydroelectric power; Dengue fever; Public health

### **Introdução**

Uma das maiores atividades econômicas crescentes no Brasil são as construções de usinas hidrelétricas, as hidrelétricas são projetos destinados à apropriação e à reprodução do espaço sob uma visão lucrativa e de exploração dos recursos naturais, desconsiderando as populações que ali vivem, gerando grandes impactos ambientais e socioculturais (FERREIRA, 2014).

A Usina Hidrelétrica Estreito está localizado no rio Tocantins entre os municípios de Estreito/MA e Aguiarnópolis/TO. A construção do empreendimento UHE – Estreito, projetada para uma potência de 1.109,7 MW, gerou um reservatório de 590 km<sup>2</sup> de superfície, 434 km<sup>2</sup> de terras inundadas, abrangendo diretamente um total de 12 municípios: Carolina e Estreito, no estado do Maranhão; Aguiarnópolis, Babaçulândia, Barra do Ouro, Darcinópolis, Filadélfia, Goiatins, Itapiratins, Palmeirante, Palmeiras do Tocantins e Tupiratins, no Estado do Tocantins (AMORIM 2006; GOMES 2014).

Impactos ambientais são entendidos como consequências da intervenção humana sobre o meio ambiente podendo ser positivos ou negativos. Como impactos negativos gerados pelas hidrelétricas pode-se citar: alterações climáticas, hidrológicas, geomorfológicas, terrestres e a

saúde das populações impactadas, no que se refere à saúde os impactos relacionados a doenças causadas por vetores chamam atenção pela sua importância e consequências no sistema de saúde em geral (PANTOJA, 2012).

Segundo Araújo (2009) a dengue é considerada doença de maior importância médica no mundo, em relação à morbidade e mortalidade, possui caráter endêmico em cerca de 100 países de clima tropical e subtropical, sua prevalência global teve rápida ascensão nas últimas décadas. Foram registrados 1.399.480 casos prováveis de dengue no país até a Semana Epidemiológica (SE) 27 (3/1/2016 a 09/07/2016) (BRASIL, 2016).

O Instituto Butantan, em parceria com o Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos (NIH), vem trabalhando no desenvolvimento e produção da vacina contra a dengue. Os vírus vacinais foram obtidos por deleção de segmentos gênicos virais. A vacina tetravalente, composta por vírus geneticamente atenuados, deverá proteger contra os quatro tipos de vírus da dengue (FIOCRUZ, 2016).

Após a construção de grandes represas é comum o aumento do número de casos de doenças transmissíveis, levando a problemas de saúde pública, resultantes da proliferação dos vetores transmissores de doenças endêmicas devido a formação dos remansos nos reservatórios (KOLLN, 2008). Diante deste cenário, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a incidência dos casos de dengue no município de Estreito/MA, município sob influência da UHE - Estreito

## **Material e métodos**

Trata-se de uma pesquisa do tipo quantitativa, epidemiológica, descritiva e analítica, realizada no município de Estreito estado do Maranhão, cidade sob influência da construção da UHE Estreito. Estreito trata-se de um município localizado mesorregião do Sul Maranhense possui uma área de 2.719 km<sup>2</sup> conta com 40.629 habitantes, apresenta

uma densidade demográfica de 13,1 habitantes tendo como bioma predominante o Cerrado.

Os dados estudados foram os casos de dengue no município durante o período sob influência da construção da UHE Estreito. Para melhor análise da influência do empreendimento sobre o meio ambiente será coletado os índices pluviométricos e climáticos durante o período de estudo.

Este estudo será realizado analisando dois períodos: O que compreende a fase pré UHE (2006 a 2010) e a fase após a construção da UHE e enchimento total do lago reservatório (2011 a 2015).

Os dados referentes aos casos de dengue e Índice de infestação predial (IIP) serão coletados no Sistema de Informação de Agravos Notificados (SINAN) e secretaria municipal de saúde de Estreito. As informações referentes aos aspectos climáticos serão obtidas por meio do programa de monitoração via satélite SIG do Sistema de Informações ambientais (SISAM) e pelo banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP).

## Resultados

Tabela 1. Incidência de dengue segundo sexo e faixa etária Estreito/MA.

Faixa etária	Pré UHE				Pós UHE			
	Homem	Taxa de incidência	Mulher	Taxa de Incidência	Homem	Taxa de incidência	Mulher	Taxa de Incidência
< 1	4	1,14	0	0	3	0,86	1	0,24
1-9	19	1,26	16	0,52	2	0,13	5	0,16
10-19	23	0,64	19	0,52	22	0,60	13	0,35
20-59	70	0,66	52	0,60	16	1,84	38	0,43
60-69	3	0,37	4	0,62	0	0	1	0,15
> 70	3	0,53	1	0,21	0	0	0	0

A faixa etária com maior incidência foi a de indivíduos com idades entre 20 e 59 anos e 10 a 19 anos respectivamente, de maneira geral a

maior quantidade de casos notificados ocorre na população de adultos jovens, entretanto, é possível destacar o percentual em adolescentes abaixo de 15 anos, ocorrendo uma amplitude no perfil epidemiológico da doença caracterizando uma não padronização etária na manifestação das ocorrências.

## **Discussão**

A formação de um lago, como qualquer outra obra humana, gera impactos ao ambiente, em escala maior ou menor dependendo do tamanho do empreendimento, levando a modificação do ecossistema, destruição da biodiversidade, alterações macro e microclimáticas, são esses fatores essenciais para disseminação de doenças, em especial as zoonóticas, levando a propagação de diversas enfermidades causadas por bactérias, vírus, parasitos e vetores, tais como: malária, *filaríases*, *leishmanioses*, dengue, febre amarela, *zika*, *chikungunya*, Doença de Chagas, esquistossomose e algumas encefalites, ainda pode provocar problemas com tremores sobre a crosta terrestre, estes podem ultrapassar o valor de 6º na escala de Richter (FERRETE, 2004; GOMES, 2014).

Estudos realizados por Gomes (2014) mostram que os municípios de Estreito/MA e Carolina/MA apresentaram a Dengue como uma das doenças mais incidentes, os anos de 2001, 2007 e 2008 destacam-se devido à exacerbada elevação dos casos, porém não pode ser associado as obras da UHE como fator específico responsável por este fato, pois foram inseridas novas formas virais (tipos 3 e 4) na cadeia epidemiológica da dengue contribuindo assim para uma epidemia nesses períodos em âmbito nacional. Em relação a epidemia do ano de 2008 observa-se uma grande distribuição de casos pelo país, sendo uma importante diferença em relação aos anos epidemiológicos anteriores (FONSECA, 2009).

## **Considerações finais**

As ações antropogênicas têm causado grandes impactos, e principalmente na saúde da população em geral, em meio de tantas ações temos a construções de Usinas Hidrelétricas, visto que a construção de um empreendimento desse padrão leva a prejuízos de diversas origens. Como é o caso da construção da Usina Hidrelétrica de Estreito/MA.

Mediante a construção desse empreendimento se torna indispensável estudos em áreas que se encontram sob influência destas, por suas diversas consequências, como os impactos ambientais, invasão de espécies exóticas, degradação de ecossistemas, possíveis modificações climáticas regionais, e a não capacidade dos gestores locais em adequar a infraestrutura necessária à nova realidade local.

No município de Estreito/MA os casos de dengues variaram em média nos casos absolutos entre (9 a 152) na população em geral nos anos de (2007 - 2014), com predominância no sexo masculino e faixa etária entre (20 a 59) anos de idade, chegando a (70) casos no período pré-hidrelétrica, já no período pós-hidrelétrica chama atenção o sexo feminino com (38) casos na mesma faixa etária do sexo masculino.

Essa pesquisa vem corroborar e avaliar a influência das usinas hidrelétricas relacionadas às características ambientais e epidemiológicas, chamando a atenção para a necessidade da implementação de políticas públicas específicas no âmbito social, ambiental e de saúde pública, destinadas as áreas sob impacto direto e a necessidade de mais estudos serem desenvolvidos, pois ainda se tem uma literatura escassa diante de um tema tão relevante quanto este.

## Referências

- AMORIM, F. L.; JESUS, A. Impactos socioambientais da construção da UHE- Estreito na comunidade de Palmatuba em Babaçulândia- TO. *Geoambiente On-Line*, n. 7, p. 1-20, jul-dez/2006.
- ARAÚJO, J. M. G. Vírus dengue sorotipo 3 (denv-3) no Brasil: estudos sobre patogenia, sítios de replicação, filogenia e evolução molecular. Rio de Janeiro. Março/2009.

Disponível em: <[http://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/13018/1/joselio\\_araujo\\_ioc\\_dout\\_2009.pdf](http://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/13018/1/joselio_araujo_ioc_dout_2009.pdf)>. Acesso em 26/08/2016.

BRASIL. Instituto Butantan, vacina dengue produtos em desenvolvimento. 2016. Disponível em:

<<http://www.butantan.gov.br/producao/desenvolvimento/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 27/05/2016

BRASIL. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico Secretaria de Vigilância em Saúde, v. 47, n. 31, 2016.

FERRETE, J. A.; LEMOS J. C.; LIMA, S. C. Lagos artificiais e os fatores condicionantes e determinantes no processo saúde - doença. Caminhos de Geografia, v. 5, n. 13, p. 187-200, Out/2004.

FIOCRUZ. Instituto Oswaldo Cruz. Imunidade dupla contra a dengue. 2016. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br>>. Acesso em 27.07.2016.

FONSECA, G. F. Dengue no Brasil: tendências, vigilância e as epidemias de 2008. 2009, 79 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública. 2009.

GOMES, H.; JESUS, A. G.; SILVA JUNIOR, N. J. Perfil epidemiológico de zoonoses nos municípios afetados diretamente pela Usina Hidrelétrica Estreito. Novos Cadernos NAEA, v. 17, n. 2, p. 287-301, dez. 2014.

KOLLN, A. D. Impactos socioeconômicos negativos: estudo de caso da usina hidrelétrica governador Bento Munhoz da Rocha Netto - Pinhão - PR. 2008. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Hidrologia/37.pdf>>. Acesso em 30/04/2016.

PANTOJA, G. M. T.; ANDRADE, R. F. Impactos socioambientais decorrentes dos projetos hidrelétricos na bacia do Rio Araguaari: do aumento populacional a disseminação da malária. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas Macapá, n. 4, p. 61-74, 2012.



## Capítulo 4.1.6

### Dengue, chikungunya e zika e sua relação com a temperatura e precipitação pluviométrica

*Letícia Brito de Oliveira Suarte*<sup>1</sup>

*Héber R. Grácio*<sup>1</sup>

*Kellen Lagares Ferreira Silva*<sup>1</sup>

*Carla Simone Seibert*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

A proposta deste trabalho foi analisar a relação entre a incidência da dengue, chikungunya e zika, com fatores de precipitação pluviométrica e temperatura no Estado do Tocantins, no período de 2013 a 2017. Utilizou-se uma pesquisa exploratória quantitativa com levantamento de dados do SINAM/Online/SES e Boletins Epidemiológicos da Secretaria Estadual de Saúde. Os dados de precipitação e temperatura, para identificar se há relação com a incidência dessas arboviroses no Estado, foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Constatou-se que há uma associação do número de casos com a sazonalidade, sendo os meses de setembro a maio, determinantes na multiplicação dos vetores. O ano de 2016 destacou-se em números de casos, com maior prevalência para a dengue. A temperatura do estado manteve-se com a média máxima em 34°C nos anos estudados, sendo favorável, durante todo o ano, à multiplicação de vetores. A mitigação dessas enfermidades perpassa pelo fortalecimento de ações intersetoriais e a abordagem eco-bio-social insere-se como uma das estratégias viáveis à mitigação dessas arboviroses.

**Palavras-chave:** Arboviroses; Saúde pública; Tocantins

#### **Abstract**

We analyzed how the incidence of dengue, chikungunya and Zika relates to precipitation and temperature in the state of Tocantins from 2013 to 2017. We used a quantitative

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente; leticias.bio@gmail.com; hrgrazio@gmail.com; lagares@uft.edu.br; seibertcs@uft.edu.br.

exploratory survey with data collected from SINAM/Online/SES and Epidemiological Bulletins from state Department of Health. The precipitation and temperature data used to identify if there is a relation with the incidence of these arboviruses within Tocantins were obtained from the National Institute of Meteorology (INMET). There is an association between the number of cases and the seasonality with an increase in the number of vectors from September to May. 2016 had the highest number of cases, with dengue fever especially prevalent. The average temperature in Tocantins was 34°C study years, which is favorable for vector breeding throughout the year. Mitigation of these diseases requires an eco-bio-social approach and strengthening of action across different sectors.

Keywords: Arboviruses; Public Health; Tocantins

## **Introdução**

Os vírus têm acompanhado a humanidade desde o surgimento dos primeiros homínídeos na terra. Seus antigos ancestrais sofreram sucessivas mutações em seus DNAs e RNAs que permitiram a eles adaptarem-se ao meio ambiente. Uma das vantagens adquiridas foi a capacidade de se desenvolver em vetores, passando a utilizá-lo como aliados na disseminação de doenças para outras espécies de animais (UJVARI, 2011).

Estima-se que há mais de 545 espécies de arbovírus, entretanto, os que causam doenças em humanos são aproximadamente 150, os quais pertencem às famílias Bunyaviridae, Togaviridae, Flaviviridae, Reoviridae e Rhabdoviridae (LOPES et al., 2014). São patógenos com potencial de dispersão e capacidade de se adaptar a novos ambientes, motivo de preocupação para gestores e comunidade científica. Os arbovírus como dengue e chikungunya perderam o requisito de amplificação enzoótica, evoluíram produzindo estirpes virulentas e invasivas, com capacidade para causar doenças em humanos (WEAVER; REISEN, 2010).

As evidências mostram uma associação direta entre a expansão de arboviroses com os regimes sazonais, que afetam direta ou indiretamente a população, a economia e o meio ambiente (BRITO et al., 2006). No Bioma Cerrado, a estação chuvosa abrange os meses de setembro a maio e a estação seca, os meses junho e agosto, com aproximadamente 90,2% de

toda precipitação anual concentrada de outubro a abril (MARCUIZZO et al., 2012). Além da sazonalidade, Câmara (2016) enfatiza outros determinantes para essas epidemias emergentes, como a interferência e modificação dos ecossistemas pela ação antrópica, o crescimento populacional desordenado, o processo de globalização e o desmatamento. Neste sentido, é necessário inserir o espaço como processo e produto das relações sociais, focando nas condições em que essas enfermidades acometem os indivíduos (SANTOS, 1997). Czeresnia e Ribeiro (2000) corroboram com este entendimento mostrando que a erradicação e o controle das epidemias não dependem apenas de diagnóstico e intervenção biológica, mas de todos os elementos que participam da organização social do espaço.

No Brasil a dengue, chikungunya e zika são as arbovirose com maior número de notificações. Para chikungunya as notificações iniciaram em 2014, e para a zika a partir da autoctonia confirmada, em abril de 2015, com o surgimento de casos de microcefalias (BRASIL, 2016). Diante desses fatos, questiona-se: se os casos de arboviroses no Tocantins possuem relação favorável com a precipitação pluviométrica e temperatura?

## **Materiais e métodos**

O Estado do Tocantins é formado por uma área territorial de 227.720,412 Km<sup>2</sup> localizado na região norte e inserido na Amazônia Legal, com predominância de clima tropical semiúmido, controlado pelas massas de ar Equatorial Continental e Polar Atlântica (SEPLAN, 2012; MARCUZZO et al., 2012). O presente trabalho foi desenvolvido como pesquisa exploratória descritiva, com abordagem quantitativa, para analisar a correlação entre a incidência de arboviroses com a precipitação e temperatura no Estado do Tocantins, durante o período de 2013 a 2017.

O levantamento de dados foi realizado no banco do Sistema Nacional de Notificações de Agravos (SINAN) e Boletins epidemiológicos de notificações de dengue, chikungunya, zika, publicado pelo Ministério de

Saúde e Secretaria Estadual de Saúde. São documentos de caráter técnico-científico, publicados com periodicidade mensal e semanal, para os casos de monitoramento e investigação de agravos e doenças específicas (BRASIL, 2018). Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos no Instituto Nacional de Meteorologia (BRASIL, 2018). Os resultados obtidos foram organizados em planilhas eletrônica, trabalhados no software Microsoft Excel e posteriormente apresentados através de gráficos para interpretação.

## **Resultados e discussão**

O Brasil apresenta uma tendência para o aumento das arboviroses, o que também se verifica no Tocantins, pois o estado tem ocupado o 4º lugar em número de casos na Região Norte. A figura 1 apresenta dados mensais sobre as notificações para a dengue, chikungunya, zika, de 2013 a 2017, para o Tocantins. Na figura 2, estão apresentados os valores médios anuais para a incidência de casos dessas arboviroses, com os valores também anuais para a precipitação pluviométrica e temperatura. Os dados evidenciam maior incidência de arboviroses nos primeiros cinco meses do ano, época considerada mais quente e úmida, fator de vulnerabilidade para a região, e houve declínio na estação da seca, quando a precipitação pluviométrica fica entre 40 e 45mm.



Figura 1. Número de casos das principais arboviroses no Estado do Tocantins no período de 2013 a 2017. Fonte: SINAN/Online/SES – TO e Boletins Epidemiológicos da Secretaria Estadual de Saúde. \* Casos prováveis são casos notificados, excluindo-se os descartados.

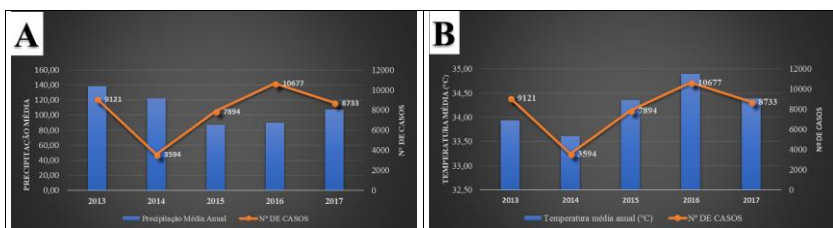


Figura 2. Número de casos das principais arboviroses no Estado do Tocantins no período de 2013 a 2017, em relação a precipitação e temperatura. Fonte: SINAN/Online/SES – TO e Boletins Epidemiológicos da Secretaria Estadual de Saúde. \* Casos prováveis são casos notificados, excluindo-se os descartados.

Marcuzzo et al. (2012) identificaram que o período chuvoso no Tocantins se estende de setembro a maio, e o período de seca de junho a agosto. Neste sentido, os dados apresentam um aumento gradual nos casos de dengue, chikungunya e zika entre os meses de janeiro a maio, fato que evidencia a associação com a sazonalidade.

Valadares et al. (2013) analisaram a incidência da dengue e sua correlação com densidade vetorial e condições climáticas nos municípios Palmas/TO e Araguaína/TO, eles também concluíram que os maiores coeficientes de incidência de casos concentraram-se nos períodos de maiores precipitações pluviométricas, corroborando com os dados desse trabalho.

Em 2016 houve um acréscimo no número de casos, sendo notificado para o mês de fevereiro mais de dez mil casos de dengue, chikungunya, zika juntas. Uma das prováveis causas desse aumento foi a inserção da zika e chikungunya na lista de notificação compulsória, exigido pelo Ministério de Saúde, especialmente por estar associada aos casos de Microcefalia, que

até a 10<sup>a</sup> Semana Epidemiológica de 2018, foram notificados no estado 168 casos, aproximadamente (BRASIL, 2018).

O conhecimento da influência da sazonalidade sobre a capacidade de dispersão, reprodução e adaptação de *Aedes aegypti* aos ambientes urbanos é fundamental, pois implica em um melhor gerenciamento de estratégias de controle do vetor e maior eficiência para redução do número de casos de dengue.

Beserra (2014) analisou a influência de fatores abióticos sobre a flutuação populacional do *Aedes aegypti* em áreas urbanas da Paraíba e concluiu que não há correlação com a variável temperatura e neste sentido aferiu que durante todo ano há condições ótimas, principalmente de temperatura, para o estabelecimento deste vetor. Diferentemente dos dados de precipitação, variável que interfere diretamente na multiplicação dos vetores.

Arboviroses como dengue, chikungunya, zika tem amedrontado a população, no entanto é necessário sanar as falhas na prevenção e buscar ações que depende não somente do setor saúde, mas também da atenção aos aspectos macroestruturais, socioeconômicos e ambientais, que historicamente tem sido ignorado em prol de intervenções meramente biomédicas ou tecnológicas (VALE et al., 2016).

Embora tenha sido constatadas ação de mitigação como a construção de Plano de Contingência aprovado pela Comissão Intergestores Bipartite (TOCANTINS, 2014), Programa Saúde na Escola, Programa Saúde da Família como estratégias para combater essas arboviroses, necessitam-se desenvolver ações que transcendem as ações exclusivas de controle químico do vetor. Pensar o espaço como processo e produto das relações sociais contribuirá para pensar nas condições em que essas enfermidades acometem os indivíduos (SANTOS, 1997). Uma das possibilidades é a abordagem eco-bio-social, que convergem para ações intersetoriais associadas a participação social, educação em saúde, manejo ambiental e eliminação mecânica sistemática de potenciais criadouros (ZARA et al., 2016).

## Referências

- BESERRA, E. B.; RIBEIRO, P. S.; OLIVEIRA, S. A. de. Flutuação populacional e comparação de métodos de coleta de *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera, Culicidae). *Iheringia, Sér. Zool.*, v. 104, n. 4, p. 418-425, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 204, de 17 de fevereiro de 2016. Define a Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional, nos termos do anexo, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF)*, 2016 fev 18; Seção 1:23
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Boletins Epidemiológicos*. Disponível em <<http://portalms.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>> Acesso em: 16 abr 2018.
- BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agro-meteorologia/balancoHidricoClimatico>> Acesso em: mai 2018.
- BRITTO, F.; Barletta, R.; Mendonça, M. Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Climatologia, SP*. v. 2, n. 2, p. 35-51, 2006.
- CAMARA, T. N. L.; Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 50, p. 36, 2016.
- CZERESNIA, D.; RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. *Cad. Saúde Pública [online]*, v.16, n.3, p.595-605, 2000.
- LOPES, N.; LINHARES R. E. C.; NOZAWA, C.; Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 3, n.5, p.55-64, 2014.
- MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. Caracterização do ano hidrológico e mapeamento espacial das chuvas nos períodos úmido e seco do Estado do Tocantins. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 1, 2013.

MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. Índice de Anomalia de chuvas do Estado do Tocantins. *Geoambiente on-line, Jatai-GO*, n. 19, p. 55-71, dez/2012.

SANTOS, M. *Espaço e Método*. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1997.

SEPLAN - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE. Atlas do Tocantins: Subsídio ao Planejamento da Gestão Territorial. Palmas – TO. Secretaria do planejamento e Meio Ambiente, Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico, 6ªed., 2012.

TOCANTINS. Resolução CIB Nº 156 de 17 de novembro de 2011. Comissão Intergestores Bipartite (CIB) do Estado do Tocantins. Secretaria de Estado da Saúde. Tocantins, 2014.

UJVARI, S.C. A história da humanidade contada pelos vírus, bactérias, parasitas e outros microrganismos. São Paulo. Contexto, 2011. p. 202

VALADARES, A. F.; RODRIGUES C. F. J.; PELUZIO, J. M. Impacto da dengue em duas principais cidades do Estado do Tocantins: infestação e fator ambiental (2000 a 2010). *Epidemiologia e Serviços de Saúde, Brasília*, v. 22, n. 1, p. 59-66, 2013.

VALLE, D., PIMENTA, D. N.; AGUIAR, R. Zika, dengue e chikungunya: desafios e questões. *Epidemiologia e Serviços de Saúde [online]*. 2016, v. 25, n. 2, p. 419-422.

WEAVER, S.C.; REISEN, W.K.; Present and future arboviral threats. *Elsevier Review Antiviral Research*, v. 2 n. 85, p. 328-345, 2009.

ZARA, A. L. S. A. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.



## Capítulo 4.1.7

# Enriquecimento de um fragmento de mata com frutíferas nativas no entorno do reservatório da UHE Luís Eduardo Magalhães

*Enio Grazianni Gonçalves Sirqueira*<sup>1</sup>

*Eliana Kelly Pareja*<sup>2</sup>

### Resumo

Extensas áreas de formações florestais foram desmatadas e destinadas a produção agrícola e a construção de grandes empreendimentos, como as usinas hidrelétricas, promovendo a degradação dessas áreas. Diante desse possível quadro de perda da biodiversidade surge a preocupação de tentar trazer de volta, de uma forma próxima da original, os ecossistemas que estão degradados. Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho de quatro espécies nativas do cerrado, jatobá (*Hymenaea stignocarpa* Martex Hayne), baru (*Dipteryx alata* Vog), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong), através dos parâmetros altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, para serem utilizadas em enriquecimentos florestais. As espécies foram submetidas a quatro tratamentos químicos. O plantio foi realizado com o delineamento inteiramente casualizado. Foram plantadas no experimento 267 mudas, sendo 67 mudas de jatobá, 77 de baru, 59 de mutamba e 64 de tamboril. As avaliações foram realizadas mensalmente por um período de oito meses e através dos dados obtidos concluiu-se que as espécies avaliadas podem ser utilizadas no enriquecimento florestal, sendo recomendada adição de adubo químico NPK, uma vez que os resultados das análises foram significativos quanto a utilização de adubo.

**Palavras-chave:** Antropização; Recuperação de áreas degradadas; Espécies nativas

---

<sup>1</sup> Programa de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; eniograzianni@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Biologia e Ecologia das Alterações Globais pelas Universidades de Aveiro e Lisboa; consultoriak3@gmail.com

## Abstract

Extensive areas of forest formations were deforested for agricultural production and the construction of large enterprises, such as hydroelectric power plants, which degrade these areas. To stem potential loss of biodiversity, we need to restore degraded ecosystems. The purpose of this study was to evaluate the use of four species native to the Cerrado, jatobá (*Hymenaea stignocarpa* Martex Hayne), baru (*Dipteryx alata* Vog), mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam) and tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong), for ecological restoration. We measured the height, diameter, and number of leaves of each plant and submitted the species to four chemical treatments with a completely randomized design. 267 seedlings were planted: 67 jatobá, 77 baru, 59 mutamba and 64 tamboril. We collected data monthly over a period of eight months. We conclude that the evaluated species can be used for forest restoration and recommend the addition of the chemical fertilizer NPK.

**Keywords:** Anthropization; Restoration of degraded areas; Native species

## Introdução

A história do crescimento do desmatamento de áreas florestais no bioma Cerrado intensificou-se com a construções das usinas hidrelétricas e com expansão da fronteira agrícola. Extensas áreas de formações florestais foram desmatadas e incorporadas ao processo produtivo, seja ela, agrícola ou através das construções das hidrelétricas. O consumo de energia e o ativismo humano tem degradado o meio ambiente em um ritmo acelerado, algo de extrema complexidade, porém o que se observa muitas vezes, é uma política voltada para a economia, deixando a desejar as políticas de preservação (GOLDENBERG; VILLANUEVA; ZORAIDA, 2003; HINRICHIS; KLEINBACH, 2003).

Entende-se, então, que existe a necessidade de recuperar essas áreas antropizadas (GAMBA, 2006). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de 4 espécies nativas do bioma Cerrado, utilizadas para o enriquecimento de um fragmento florestal no entorno da UHE – Lajeado, visando o restabelecimento e manutenção de suas características naturais. Para isso teve-se por objetivos específicos: Avaliar o índice de sobrevivência das espécies e comparar o desenvolvimento inicial pós - plantio das referidas espécies, através dos parâmetros: altura, diâmetro do

caule e número de folhas mediante a adição de diferentes concentrações de adubo químico.

## Material e métodos, resultados e discussão

O trabalho foi conduzido em um fragmento florestal do Centro Agrotecnológico de Palmas, na Região Central do Estado do Tocantins. Está localizado geograficamente à latitude 10°20'00"S e 10°27'00"S, e longitude 48°15'00"W e 48°20'00"W, e a uma altitude de 213 metros.

A recuperação da área foi realizada utilizando-se as espécies tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*), mutamba (*Guazuma ulmifolia*) e baru (*Dipteryx alata*). Essas espécies foram escolhidas devidas suas características naturais, por possuírem altura elevada quando adulta e, ainda, pelo fato de ocorrerem no cerradão e próximo à mata onde foi realizado o experimento.

Caracterização das espécies: Tamboril (*E. contortisiliquum*) - uma espécie da família Mimosaceae, podendo atingir uma altura variando de 20 a 35m, com tronco de 80 a 160cm de diâmetro, as folhas são compostas bipenadas com 2-7 jugas (LORENZI, 2000); jatobá (*H. stigonocarpa*) - espécie da família Caesalpinhiaceae, suas características morfológicas são, altura de 6-9m, com tronco de 30-50cm de diâmetro, com folhas compostas de 2 folíolos glabros, coriáceos, de 8-15cm de comprimento (LORENZI, 2000); mutamba (*G. ulmifolia*), - da família Sterculiaceae, suas características morfológicas são altura de 8-16m, com tronco de 30-50cm de diâmetro, com folhas simples, com pubescência estrelada em ambas as faces, de 10-13cm de comprimento por 4-6cm de largura (LORENZI, 2000); baru (*D. alata*) - pertence à família Fabaceae, possui uma altura de 15-25m, com tronco de 40-70 cm de diâmetro, com folhas compostas, alado-pecioladas, glabras, com 6-12 folíolos de 8-12 cm de comprimento (LORENZI, 2000).

Produção e plantio das mudas: As sementes foram coletadas na região de estudo do projeto: Sub-Bacia do Ribeirão São João, e as mudas

foram obtidas por meio de propagação sexuada no viveiro de mudas, localizado no Complexo de Ciências Agrárias da UNITINS. O espaçamento utilizado buscou seguir o de 4 x 4m, respeitando as espécies presentes no local. As covas foram abertas com dimensões de 30 x 30 x 30cm e coroamento de 50cm por cova. As mudas foram sorteadas no momento do plantio e posteriormente identificadas em um croqui conforme a posição da qual elas foram plantadas em cada parcela. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 parcelas de 25 x 25m, perfazendo 625 m<sup>2</sup> por parcela, onde foram utilizadas 4 espécies nativas do cerrado, totalizando 267 mudas sendo: 67 de jatobá, 77 de baru, 59 de mutamba e 64 de tamboril.

Tratamentos: TRATAMENTO I (T<sub>0</sub>): Testemunha; Adição de 200gr de calcário para correção do solo, sem adição de adubação; TRATAMENTO II (T<sub>100</sub>): Adição de 200gr de calcário para correção do solo e 100gr de NPK 5: 25:15 por cova; TRATAMENTO III (T<sub>200</sub>): Adição de 200gr de calcário para correção do solo e 200gr de NPK 5: 25:15 por cova; TRATAMENTO IV (T<sub>300</sub>): Adição de 200gr de calcário para correção do solo e de 300gr de NPK 5: 25:15 por cova.

As avaliações foram realizadas mensalmente, durante um período de 8 meses, sendo analisado o arranque inicial e a sobrevivência da planta no campo. As características avaliadas foram altura, diâmetro do caule e número de folhas. Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística por meio de análise de variância - ANOVA e foram comparados com auxílio do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, utilizando o Software GENÊS – Genética e estatística. O programa utilizado na confecção desses resultados foi o Stat Soft, Inc. (2003). STATISTICA (data analysis software system), version 6 ([www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)).

Tabela 1. Índice de sobrevivência das espécies *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá), *Dipteryx alata* (baru), *Guazuma ulmifolia* (mutamba) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril), após 8 meses de avaliações. Palmas – TO 2007.

Índice de Sobrevivência por Espécie (%)				
Tratamentos	Tamboril	Baru	Mutamba	Jatobá
I	58,82	100,00	80,00	85,00
II	95,00	100,00	68,42	85,71
III	80,00	100,00	85,71	89,47
IV	90,47	90,00	100,00	100,00

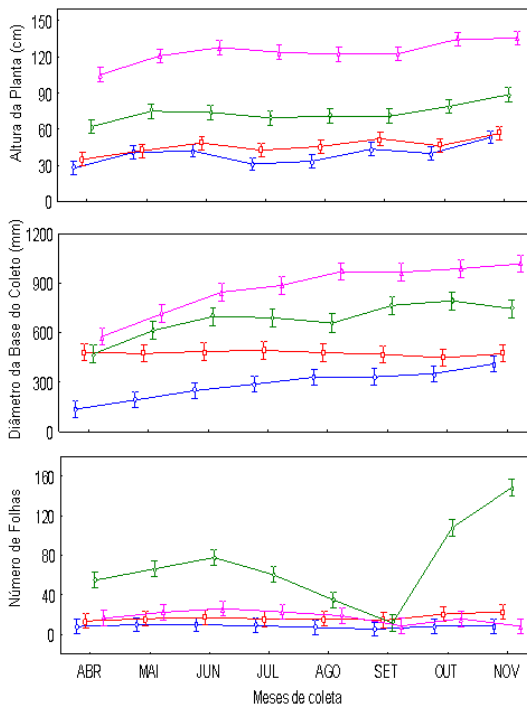


Figura 1. Altura da planta (cm), diâmetro do caule (mm) e número de folhas das espécies: *Dipteryx alata* (baru)- (azul), *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá) (vermelho), *Guazuma ulmifolia* (mutamba)- (verde) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril)- (rosa) nos oito meses de coleta.

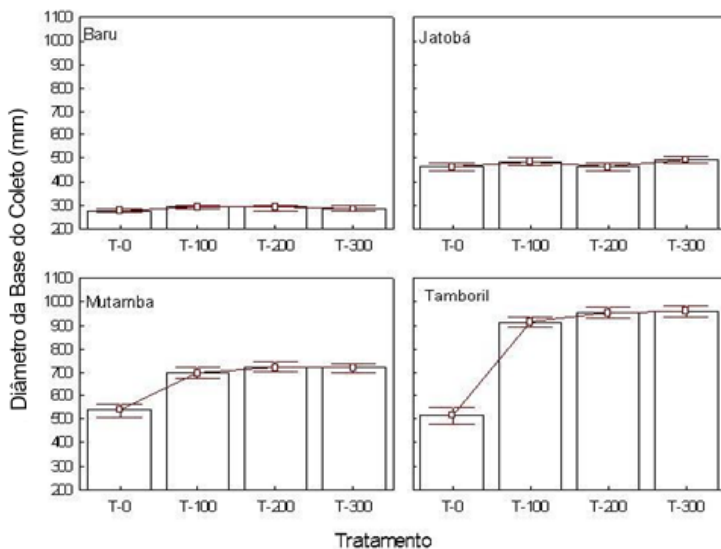


Figura 2. Diâmetro da base do coleto das plantas de acordo com o tratamento utilizado das espécies: *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá), *Dipteryx alata* (baru), *Guazuma ulmifolia* (mutamba) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril).

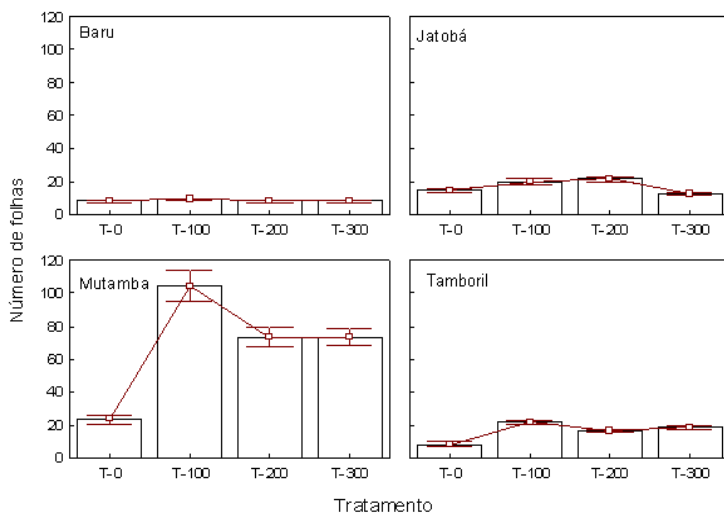


Figura 3. Número de folhas de cada espécie segundo cada tratamento utilizado (dose de adubo) nas espécies: *Dipteryx alata* (baru), *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá), *Guazuma ulmifolia* (mutamba) e *Enterolobium contortisiliquum* (tamboril).

De acordo com os resultados obtidos e considerando a análise estatística, podemos fazer as seguintes afirmações: Quanto ao índice de sobrevivência (Tabela 1), as espécies avaliadas mutamba (*G. ulmifolia*), jatobá (*H. stigonocarpa*), baru (*D. alata*), tamboril (*E. contortisiliquum*), podem ser recomendadas para o enriquecimento de fragmentos com condições ambientais similares à área estudada. Para o parâmetro altura (Fig. 1), as espécies (*E. contortisiliquum* e *G. ulmifolia*, mostraram resultados significativos, quanto aos tratamentos com adição de adubo, ocorrendo o mesmo para as espécies, *D. alata* e *H. stigonocarpa*, no entanto em proporção diferenciada. Para o parâmetro diâmetro do caule e número de folhas (Figs. 2 e 3), as espécies *E. contortisiliquum*, *G. ulmifolia* e *H. stigonocarpa*, apresentaram bons resultados quanto aos tratamentos às quais foram submetidas, porém o baru se mostrou estável quanto aos 4 tratamentos submetidos não apresentando uma expressão acentuada no diâmetro do seu caule.

### **Considerações finais**

Concluiu-se que as espécies analisadas no experimento podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas do cerrado, mesmo sem a adição de adubo químico, tornando economicamente viável seu plantio em áreas degradadas mais extensas.

O experimento demonstrou que o tratamento II, com adição de 100gr de NPK, apresentou um melhor resultado para o desenvolvimento inicial para as espécies baru (*D. alata*), jatobá (*H. stigonocarpa*), e mutamba (*G. ulmifolia*), enquanto que para a espécie tamboril (*E. contortisiliquum*), o tratamento IV com adição de 300gr de NPK se mostrou mais eficiente. Através dos resultados obtidos pode-se afirmar que a utilização de adubação química se mostra eficiente para o processo de enriquecimento de fragmentos florestais com espécies nativas da região.

## Referências

GOLDENBERG, J.; VILLANUEVA, D; ZORAIDA, L. Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. Tradução de A. Koch. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. 226p.

HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. Energia e Meio Ambiente. Tradução de F. M. Vichi 3. Ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 543 p.

GAMBA, Projeto Reflorar; Disponível em <http://www.gamba.org.br/projeto/prreflo.html> acesso em (04/05/2018).

STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com. 2003.



## Capítulo 4.1.8

### Estudo epidemiológico dos acidentes de *Crotalus durissus*, no Estado do Tocantins

*Cássio Milhomens Rodrigues*<sup>1</sup>

*Héber R. Grácio*<sup>1</sup>

*Kellen Lagares Ferreira Silva*<sup>1</sup>

*Carla Simone Seibert*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

Os acidentes causados por serpentes são um problema de saúde negligenciado em todo mundo, com estimativa de morte significativa. No Brasil, a realidade não é diferente, o registro de acidentes por serpentes no país chegou a 135.139 no período de 2012 a 2016. O Tocantins é o estado que possui a terceira colocação na região norte em relação ao número de casos de ofidismo, ficando atrás apenas do estado do Amazonas e Pará. Na maior parte do território tocantinense predomina a vegetação de cerrado, com área de transição amazônica, pertencendo a Amazônia Legal, e possui clima tropical seco e semi-úmido. O gênero *Crotalus* está junto com um grupo de serpentes de grande interesse médico, devido às características clínicas desencadeadas pelas suas toxinas. A variação sazonal está relacionada à incidência de acidentes por serpentes, e o gênero *Crotalus durissus* é o responsável por 70% dos óbitos não tratados, com maior letalidade nos acidentes ofídicos (1,4%).

**Palavras-chave:** *Crotalus durissus*; Epidemiologia; Ofidismo; Precipitação; Temperatura

#### **Abstract**

Snake bites are a neglected health problem worldwide and cause a significant number of deaths. In Brazil, there were 135,139 snake bites recorded from 2012-2016. Tocantins has the third highest rates of ophidism in the northern region of Brazil, after Amazonas and Pará. In most of Tocantins the dominant vegetation is savanna (Cerrado), which is an

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins; cmripb@hotmail.com; hrgrazio@gmail.com; lagares@uft.edu.br; seibertcs@uft.edu.br

Amazonian transition zone with a tropical dry and semi-humid climate. Snakes of the genus *Crotalus* are of great medical interest due to clinical characteristics triggered by its toxins. Snake bites have a seasonal variation, and species *Crotalus durissus* accounts for 70% of untreated deaths with a high lethality in ophidism (1.4%).

**Keywords:** *Crotalus durissus*; Epidemiology; Ophidism; Precipitation; Temperature

## Introdução

No Brasil, acidentes ofídicos constituem um problema de saúde pública. Dados do Ministério da Saúde mostram que entre os anos de 2012 a 2016 foram registrados 135.139 acidentes por serpentes, com 467 óbitos em todo o território nacional, dos quais 9.907 foram acidentes crotálicos, com 85 óbitos (BRASILa, 2018).

O gênero *Crotalus* está junto com um grupo de serpentes de grande interesse médico devido às características clínicas desencadeadas pelas suas toxinas que são responsáveis por 70% dos óbitos não tratados. No Tocantins esse gênero é responsável pelos acidentes com maior grau de letalidade (1,4%) (BUTANTAN, 2008; PEREIRA, 2011; SANTOS et al., 2014). Quanto aos aspectos clínicos do acidente é comumente observado pouca expressão para o quadro local, apresentando apenas manifestações sistêmicas, com destaque para insuficiência renal aguda, maior causa dos óbitos ocorridos nesses acidentes (BRASIL, 2018b).

O Estado do Tocantins possui a terceira colocação na região norte em relação ao número de casos de ofidismo (BRASIL, 2016). A vegetação do estado é composta de cerrado, com área de transição amazônica, clima tropical seco e semi-úmido e a agricultura é uma das principais atividades econômicas associada a pecuária (ESTADO DO TOCANTINS, 2018). Estas condições podem representar risco e influenciar na ocorrência dos acidentes por animais peçonhentos. Segundo Leobas et al. (2016) os acidentes estão relacionados, na maioria das vezes, a fatores climáticos e ao aumento da atividade dos trabalhos no campo, justificando assim, a importância de estudos epidemiológicos sobre o assunto. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo compreender as possíveis relações

entre o número de acidentes por serpentes do gênero *Crotalus durissus* com a temperatura e índice de precipitação, para o Estado do Tocantins.

## Metologia

Este estudo analisou os dados dos agravos por serpentes do gênero *Crotalus durissus*, obtidos da plataforma TabWin-SINAN (BRASIL, 2018a). Foram avaliados os acidentes registrados no Estado do Tocantins, para o período de 2012 a 2016, para relacioná-las com a precipitação e temperatura. Foi considerado a média mensal, para os anos de 2012 a 2016, conforme dados obtidos a partir do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (BRASIL, 2018b).

Utilizou-se o software Excel 2010, para a análise estatística dos dados. O Coeficiente de Correlação de Pearson ( $r$ ) foi empregado para analisar a correlação entre a frequência mensal de acidentes, e a média de precipitação pluviométrica e temperatura do Estado, no período em estudo (PEARSON et al., 1994).

## Resultados e discussão

Ao longo dos anos de 2012 a 2016, foram notificados 373 acidentes acometidos por serpente do gênero *Crotalus*, no Estado do Tocantins (Fig. 1), com maior registro para os anos de 2015 e 2016 (80 acidentes por ano). Os acidentes foram registrados em 32 municípios do Tocantins, com destaque para Araguaína que apresentou o maior número de casos (66).

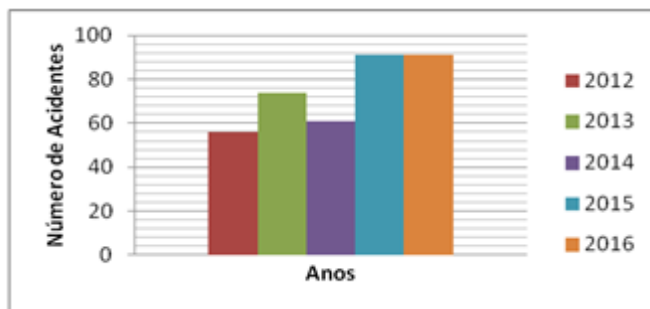


Figura 1. Notificação dos acidentes crotálicos para o Estado do Tocantins, entre 2012 a 2016. Fonte: DataSUS, 2018.

Dos 32 municípios com notificação de acidentes para a espécie *Crotalus durissus*, somente 7 estão destacados no trabalho de Silva (2017). Este autor realizou o levantamento dos municípios do Tocantins com os registros para esta espécie. A variação entre as informações demonstrou a necessidade de ampliar estudos para identificar a biodiversidade e localização geográfica das serpentes no estado. Além disso, outro fator para falta de registro para outros municípios pode estar relacionado com a dificuldade de as pessoas acidentadas acessarem os serviços hospitalares (GUTIERREZ et al., 2013).

A tabela 1 apresenta os acidentes no período de 2012 a 2016, por meses do ano, e, também, os dados de precipitação pluviométrica e a temperatura média. Os meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram o maior número de acidentes para o gênero *Crotalus*, período de maior índice de chuvas, e temperaturas mais amenas. Os dados demonstraram que o número de acidentes possui uma correlação moderada positiva em relação aos dados de precipitação ( $r: 0,59$ ) e correlação moderada negativa entre o número de acidentes e temperatura ( $r: 0,77$ ).

Outras pesquisas também demonstraram a relação da variação sazonal com os acidentes por serpentes (BERNARDE; GOMES, 2012; CARDOSO et al., 2007), corroborando com nossos dados. Os meses mais frios e a presença de chuvas levam o animal a buscar locais mais quentes, para regular sua temperatura corporal deixando-o mais próximo do homem. Esse período também está vinculado a maior atividade na área rural. Os municípios de maior registro para os acidentes foram aqueles

com maior atividade vinculada à agricultura. Os municípios de Araguaína, Gurupi e Colinas possuem como principal atividade econômica, a agricultura e agropecuária (ESTADO DO TOCANTINS, 2018).

No Tocantins, a expansão da agricultura apresentou aumento aproximado de 90%, entre os anos de 2005 e 2014 (ESQUERDO et al., 2015) com uma estimativa de 1,3 milhões de hectares de área plantada e ainda com expectativa recorde de aumento 55,2% para o ano de 2017 (ESTADO DO TOCANTINS, 2018). A criação de gado entre 2012 a 2016 passou de 8.082,336 para 8.652.161 animais. Nos últimos 15 anos houve perda de 11% do bioma cerrado com grande concentração para os estados que compõe o Matopiba, entre eles o Tocantins (FACHIN, 2017).

Tabela 2. Acidente crotálico registrado por meses do ano, precipitação pluviométrica e temperatura média mensal para o Estado do Tocantins. No período de 2012 a 2016. Fonte DataSUS, 2018.

Mês	Nº de acidente	Média de Precipitação	Média Temperatura
Janeiro	44	11,31	25,52
Fevereiro	40	8,80	25,91
Março	39	9,31	25,85
Abril	28	7,17	26,27
Mai	34	4,26	26,64
Junho	37	1,68	26,68
Julho	26	0,86	26,76
Agosto	13	1,32	27,88
Setembro	23	2,92	29,18
Outubro	26	8,08	27,03
Novembro	27	8,93	26,72
Dezembro	36	7,73	26,26

Todo esse contexto influencia na ocorrência dos acidentes ofídicos. Com a retirada da vegetação para o plantio, remove-se o abrigo desses animais, os quais são forçados a buscar nova moradia. A atividade na lavoura aproxima o homem da vegetação remanescente, local de abrigo mais propício. Ainda, fatores climáticos (chuva e temperatura) expõem ainda mais esses animais ao contato com os humanos, favorecendo a ocorrência do acidente. Portanto, os maiores registros para os acidentes

serão vinculados aos períodos do ano que estejam relacionados à sua necessidade de abrigo e metabolismo.

## Referências

BERNARDE, P. S.; GOMES, J. O. Serpentes peçonhentas e ofidismo. *Acta Amazônica*, Acre, v. 42, n. 1, p.65-72. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dados Epidemiológicos Sinan. 2016. Disponível em: <<http://www.portalsinan.saude.gov.br>>. Acesso em: 05/03/2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Guia Brasileiro de Vigilância Epidemiológica 2018.

BRASIL, 2018a. Doenças e Agravos de notificação – De 2007 em diante (SINAN). D<http://tabnet.datasus.gov.br>>. Acesso em: 20/03/2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Balanço Hídrico Sequencial: no período 2012-2016. 2018b. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br>. Acesso em 25 mai. 2018.

BUTANTAN <http://www.butantan.gov.br/materialdidatico/numero5/numero5.htm>. Acesso em 19 de mai. de 2017.

CARDOSO, D. C. et al. Epidemiology and injuries (1994–2005) resulting from poisonous animals in southern Santa Catarina State, Brazil. *Journal of Public Health*, [s.l.], v. 15, n. 6, p.467-472 em 17 mar. 2007.

ESQUERDO, J. C. D. M. et al. Dinâmica da agricultura anual na região do Matopiba. 2015. Embrapa Informática Agropecuária. Disponível em: <<https://www.embrapa.br>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

ESTADO DO TOCANTINS. Tocantins. Disponível em: <<http://portal.to.gov.br/tocantins/2>>. Acesso em 05 mar. 2018a.

ESTADO DO TOCANTINS. Agricultura e Pecuária. Disponível em: <<https://seagro.to.gov.br/agricultura/>>. Acesso em 18 abr. 2018b.

FACHIN, P. Em 15 anos, Cerrado perde 11% de cobertura vegetal nativa por causa do desmatamento. Entrevista especial com Tiago Reis. Revista IHU On-line. 28 nov. 2017. Disponível em: < <http://www.ihu.unisinos.br>>. Acesso em: 18 nov. 2018.

FEITOSA, E. L. et al. Older Age and Time to Medical Assistance Are Associated with Severity and Mortality of Snakebites in the Brazilian Amazon: A Case-Control Study. Plos One, [s.l.], v. 10, n. 7, p.1-15, jul. 2015.

GUTIERREZ, J. M. et al. The Need for Full Integration of Snakebite Envenoming within a Global Strategy to Combat the Neglected Tropical Diseases: The Way Forward. Plos Neglected Tropical Diseases, Sri Lanka, v. 7, n. 6, p.1-3, 13, jun. 2013.

IBGE - SIDRA. Pesquisa da Pecuária Municipal.

SANTOS, A. L. dos et al. Estudo Retrospectivo Dos Acidentes Por Serpentes Atendidos No Hospital Geral De Palmas -T), No Período De 2010 E 2011. Desafios: Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, v. 1, n. 1, p. 226-244, jul, 2014.

SILVA, R. C. C. O Ambiente e a Diversidade Das Serpentes No Estado Do Tocantins - Brasil Palmas – TO 2017. 2017. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências do Ambiente, Programa de Pós-graduação, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2017.

PEARSON, K.; FISHER, R.; INMAN, H. F. Karl Pearson and R. A. Fisher on Statistical Tests: A 1935 Exchange from Nature. The American Statistician, v. 48, n. 1, p. 2-11, 1994.

## Capítulo 4.1.9

### Perfil dos acidentes ofídicos no município de Estreito (MA), cidade sob influência direta da UHE Estreito

*Erivaldo da Silva Soares Filho*<sup>1</sup>

*Patricia Rogalski Lima*<sup>2</sup>

*Helierson Gomes*<sup>3</sup>

*Andrielly Gomes de Jesus*<sup>4</sup>

#### Resumo

Esse estudo foi realizado com objetivo de obter uma avaliação ambiental e epidemiológica dos casos de acidentes ofídicos no município de Estreito Maranhão, cidade sob influência direta da UHE Estreito. Trata-se de uma pesquisa do tipo quantitativa, epidemiológica, descritiva. Foram analisados neste período números absolutos dos casos (n), incidência (In), média (Me), percentual (%) e variáveis específicas do perfil social como: faixa etária, sexo e raça. Para análise das características específicas dos acidentes foram utilizados o gênero da serpente, tempo entre acidente e o atendimento, classificação do caso e sua relação com fatores ambientais, como temperatura e precipitação acumulada. No município de Estreito os acidentes ofídicos caracterizaram-se por apresentarem maior incidência no período após o enchimento total do reservatório (2011 a 2015), sendo homens em idade produtiva (20 a 59 anos) os mais acometidos, e o gênero botrópico o de maior incidência. Vale a pena ressaltar o grande aumento (200%) dos casos de acidente Crotálico em relação ao período durante as obras, para após a conclusão da UHE.

**Palavras-chaves:** Saúde e meio ambiente; Acidente ofídico; Usina hidrelétrica; Estreito

---

<sup>1</sup> Enfermeiro. Especialista em Promoção e Vigilância em Saúde, Ambiente e Trabalho (FIOCRUZ); ery\_ojunior@hotmail.com

<sup>2</sup> Enfermeira. Especialista em Saúde da Família e comunidade (FESP/ULBRA-TO); patrogalski@gmail.com

<sup>3</sup> Enfermeiro. Mestre em Ciências Ambientais e Saúde. Doutorando em biologia parasitária na Amazônia - UEPA. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Araguaína; profhelierson@gmail.com

<sup>4</sup> Enfermeira. Mestre em Saúde da Família. Doutoranda em Desenvolvimento Regional. Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Araguaína; andriellygm@gmail.com



**Abstract**

This study was carried out in order to obtain an environmental and epidemiological assessment of cases of snakebites in the municipality of Estreito, Maranhão, a city under the direct influence of Estreito hydropower plant (HPP). This is a quantitative, epidemiological, descriptive study. During this period were analyzed absolute numbers of cases (n), incidence (In), average (Me), percentage (%) and specific variables of the social profile such as age, gender and race. For analysis of the specific characteristics of the snakebites we were used the gender of the snake, time between the snakebite and medical treatment, classification of the case and its relation to environmental factors, such as temperature and accumulated precipitation. In the municipality of Estreito, there was a higher incidence of snakebites after reservoir filling (2011-2015), with working-aged men (20-59 years) being the most affected. The highest incidence of snakebites was from the genus *Bothrops*. It is worth noting the large increase (200%) in the cases of crotalic accidents for the period during the construction to after the completion of HPP.

**Keywords:** Health and Environment; Ophidian accident; Hydroelectric Plant; Estreito

**Introdução**

Nos dias de hoje a eletricidade possui papel vital para o desenvolvimento socioeconômico das nações, diante do constante e intenso processo de industrialização brasileira, projetos como as grandes hidrelétricas, que são consideradas como fontes renováveis de energia, ganham papel de destaque pela produção de energia elétrica, mas também pelos impactos advindos dessa modernização. No entanto, ao desenvolver os modelos energéticos deve-se considerar seus impactos de ordem social e ambiental (BORTOLETO, 2001; SANCHES; FISCH, 2005).

As modificações ambientais causadas pelas UHE's envolvem vários aspectos ecológicos extremamente complexos, como desvio de cursos d'água, supressão de vegetação, deslocamento de animais em função do acolhimento do reservatório, criando-se um novo ambiente no local, com instabilidade ecológica e social em função das desapropriações de terras (SOUSA, 2011).

Após a formação do lago reservatório algumas características limnológicas se alteram, como é o caso do processo de eutrofização, que é ocasionado pela quantidade de matéria orgânica em decomposição,

esgotos não tratados, resíduos líquidos e sólidos nas águas dos lagos e represas geradas pelas hidrelétricas (NOGUEIRA, 2016).

O alagamento dos habitats naturais de diversas espécies de animais obriga-os ao deslocamento para novos ambientes, em busca refúgio e alimento, levando a migrar para as proximidades das cidades, podendo acarretar no aumento dos índices de acidentes causados por picadas de animais peçonhentos e no surgimento de doenças infecciosas, antes não endêmicas na região (GOMES, 2014; QUEIROZ, 2016).

Essa intensa migração populacional e faunística torna o ambiente propício ao risco de acidentes por serpentes, tornando o acidente ofídico cada vez mais importante no que se refere a saúde pública nessas regiões (FURTADO, 2008).

De acordo com Castro (2015), no Brasil a quantidade de acidentes ofídicos por serpentes dos gêneros *Bothrops* é de 87%, *Crotalus* 9%, *Lachesis* 3% e *Micrurus* 1%. A ocorrência dos acidentes ofídicos, em geral, está relacionada diretamente com os fatores climáticos e aumento da atividade humana nos trabalhos no campo (FUNASA, 2001; PARDAL, 2010).

O aumento dos índices de chuva leva os transbordamentos de corpos d'água, leitos de rios, igarapés e açudes, fazendo com que as serpentes procurem por terra firme e assim levando o aumento de encontro por serpentes com a população (PARDAL, 1994).

Diante deste panorama realizou-se este estudo com objetivo de obter uma avaliação ambiental e epidemiológica dos casos de acidentes ofídicos no município de Estreito Maranhão, cidade sob influência direta da UHE Estreito.

## **Materiais e métodos**

Trata-se de uma pesquisa do tipo quantitativa, epidemiológica, descritiva e analítica, realizada no município de Estreito, estado do Maranhão, cidade sob influência da construção da UHE Estreito.

Os dados foram coletados em três períodos, o primeiro período foi referente à época que antecede a construção da usina (2001-2005); o segundo período compreendeu a fase de construção e implantação (2006-2010); e o terceiro período a fase após a implantação da usina hidrelétrica, já com toda a área do lago sob inundação (2011-2015). Para padronização dos dados foram coletadas as médias dos acidentes ofícios confirmados (CC) e a incidência (In) nos períodos acima mencionados.

Foram analisados os números absolutos dos casos (n), incidência (In), média (Me), percentual (%) e variáveis específicas do perfil social como: faixa etária, sexo e raça. Para análise das características específicas dos acidentes foi utilizado o gênero da serpente, tempo entre acidente e o atendimento e classificação do caso. Os dados epidemiológicos dos acidentes ofídicos foram coletados por meio do Sistema de informação de agravos notificados (SINAN), os dados geográficos e populacionais através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os dados foram tabulados e analisados com auxílio do software Microsoft Excel e MINITAB 17.0. Foi realizada análise estatística descritiva e análise de variância de um fator (ANOVA One Way), tendo como valor para referência  $p$  menor que 0,05. Posteriormente foi realizado o teste de Tukey, considerando o intervalo de confiança igual a 0,95. Para a análise de relação entre as características ambientais locais e a ocorrência dos acidentes foi utilizado o teste de correlação de Pearson, tendo como valor de referência para o grau de relação segundo Dancey e Reidy (20):  $r = 0,10$  até 0,30 (fraco);  $r = 0,40$  até 0,6 (moderado);  $r = 0,70$  até 1 (forte).

## Resultados

Durante o período estudado foram registrados 153 acidentes por serpentes no município de Estreito. Apesar de alterações na incidência dos acidentes, com uma sutil elevação nos meses chuvosos de (novembro a fevereiro), não houve uma variação significativa para os demais meses.

Relacionado aos períodos pré, durante e pós empreendimento, ocorreu uma predominância no sexo masculino com 25, 21 e 65 número de casos respectivamente, no que se refere a faixa etária houve maior acometimento da população com 20 a 50 anos variando de 47% no período pré e 59% no pós, prevaleceram acidentes com espécies do gênero *Bothrops* em todas as fases do empreendimento. Vale a pena ressaltar o grande aumento (200%) dos casos de acidente com *Crotálico* em relação ao período durante as obras para após a conclusão da UHE.

Em relação as características ambientais da região, estas mantiveram-se de acordo com o perfil ambiental local variando sua temperatura mínima de (31,4) graus e máxima de (40) graus. Houve redução das notificações dos acidentes ofídicos nos meses com menor índice pluviométrico, sem relação significativa ( $r=0,3$ ). Por outro lado, foi observada forte relação ( $r=0,78$ ) entre os meses com menor temperatura com as notificações registradas na plataforma do SINAN.

## Discussão

A construção de grandes empreendimentos em regiões pouco desenvolvidas vêm se tornando uma atividade cada vez mais presente nas cidades brasileiras, em se tratando de UHE's estas por sua vez geram uma falsa sensação de desenvolvimento local, durante o período de construção, devido à grande injeção de recursos na economia local, rápido aumento populacional, entre outros. No município de Estreito não foi diferente onde houve um acréscimo populacional de 74% entre os anos de 2001 a 2015 passando de 23.361 para aproximadamente 41 mil habitantes. Esse processo gera um desequilíbrio social devido a hiperinflação imobiliária

local induzindo o crescimento rápido e desordenado de áreas periféricas (BORTOLETO, 2001; GOMES, 2014).

Em relação ao perfil das vítimas, homens em idade produtiva foram os mais acometidos, corroborando com estudos realizados por Pardal (1994), confirmado por Albuquerque (2004), onde trabalhadores principalmente de atividades no meio rural são os mais suscetíveis a esse tipo de acidente laboral, alinhado ao período de busca de alimentos e desova das serpentes do gênero *Botrophs*, que ocorre em período semelhante ao de colheita de produtos agrícolas cultivados em grande escala na região, caso da soja, milho feijão, arroz etc.

O período pós enchimento do lago do reservatório apresentou acréscimo de 112% de acidentes notificados, em relação aos períodos anteriores, com ênfase para os gêneros botrópico (180%) e crotálico (200%), dados semelhantes com estudos realizado na mesma região onde o mesmo período apresentou significativos índices em relação aos demais, fato este que chama atenção para a instabilidade ambiental gerada por esses empreendimentos que podem durar décadas de acordo com o processo de maturação do lago e ambientação faunística, podendo afetar de forma direta no perfil epidemiológico da região (GOMES, 2016).

A temperatura mostrou-se um fator diretamente relacionado a incidência dos acidentes ( $r = 0,78$ ), porém não é possível relacionar os ataques a baixa temperatura, haja vista que a temperatura média local esteve acima dos 30 graus e as características climáticas regionais apresentam dois períodos bem definidos como chuvoso e seco, sendo o período chuvoso (novembro a fevereiro) e o de transição (março a junho), estes apresentam maior relevância epidemiológica, característica esta que alinha-se ao período de colheita dos principais produtos agrícolas cultivados na região (arroz, milho, soja e feijão) que variam de janeiro a junho, favorecendo a grande inserção humana em áreas rurais potencializando o risco de acidentes.

## Considerações finais

Estudos em áreas sobre influência direta de usinas hidrelétricas vem se tornando cada vez mais necessários, não apenas pelo imensurável impacto ambiental, social e epidemiológico gerado por esses empreendimentos, mas pela singularidade em que cada área manifesta nesse novo processo de territorialização seja humana como faunística associado a não capacidade dos gestores locais em adequar a infraestrutura necessária a nova realidade local.

Esta pesquisa não tem o objetivo de influenciar negativamente a percepção dos leitores às usinas hidrelétricas, mas sim avaliar a influência das mesmas em características ambientais e epidemiológicas, chamando a atenção para a necessidade da implementação de políticas públicas específicas no âmbito social, ambiental e de saúde pública, destinadas as áreas sob impacto direto.

## Referências

- ALBUQUERQUE, H. N.; COSTA, T. B. G.; CAVALCANTI, M. L. F. Estudo dos acidentes ofídicos provocados por serpentes do gênero *Bothrops* notificados no estado da Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2004.
- BORTOLETO, M. L. A implantação de grandes hidrelétricas: desenvolvimento, discurso e impactos. 2001. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/1140>>. Acesso em 06.05.2016.
- CASTRO, F. G. et al. Acidentes elapídicos no estado de Goiás – GO. 2015; Disponível em: <<http://seer.ucg.br/index.php/estudos/article/viewFile/4372/2507>>. Acesso em 08.05.2016.
- CESTE. Consórcio Estreito - MA energia usina hidrelétrica Estreito. 2016. Disponível em: <[http://www.uhe-estreiro.com.br/ver\\_secao.php?session\\_id=71](http://www.uhe-estreiro.com.br/ver_secao.php?session_id=71)>. Acesso em: 01.05.2016.
- FUNASA. Ministério da Saúde. Manual de diagnóstico e tratamento de acidentes por animais peçonhentos. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2001.

FURTADO, M. F. D.; CALLEFFO, M. E. V. A atuação do Instituto Butantan na Amazônia no século XX. 2008. Disponível em: <[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S18097634200800020004&lng=pt](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18097634200800020004&lng=pt)>. Acesso em 01.05.2016.

GOMES, H.; JESUS, A. G.; DA SILVA Jr, N. J. Perfil epidemiológico de zoonoses nos municípios afetados diretamente pela Usina Hidrelétrica Estreito (MA). Novos cadernos NAEA, v. 17, n. 2, p. 287-301, 2014.

GOMES, H.; JESUS, A. G. Impacto da Usina Hidrelétrica Estreito nos casos da dengue e leishmaniose no município de Carolina, MA. Revista Movimenta, v.9, n.1, p. 14-19, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=210405>. Acesso em 10/07/2016.

NOGUEIRA, P. F.; CABRAL, J. B. P.; OLIVEIRA, S. F.; ROCHA, I. R. Eutrofização no reservatório da UHE foz do rio claro. Revista do Departamento de Geografia – USP, v. 30, n. 1, p. 19-33, 2015.

PARDAL, P. P. O.; MONTEIRO, M. R. C.; DOURADO, H. V. Sazonalidade de ofidismo no Pará, 1989 a 1993. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v. 22, n. 1, p. 123, 1994.

PARDAL, P. P. O.; GADELHA, M. A. C. Acidentes por animais peçonhentos. Manual de rotinas. Belém: SESP, 2010. 48p.

QUEIROZ, A. R. S.; VEIGA, M. M. Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1387-1398, 2012.

SANCHES, F.; FISCH, G. 2005. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí -PA. Acta Amaz., v.35, n. 1, p. 41-50, 2005.

SOUSA, P. C. Caracterização socioambiental e epidemiológica das Comunidades da área diretamente afetada pela usina hidrelétrica Serra do Falcão – GO. 2011; Disponível em: < <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/3311> >. Acesso em 30.04.2016.

## Capítulo 4.1.10

### **Práticas ambientais e ecoturismo amazônico: um estudo de caso na Cachoeira do Jenipapo em Babaçulândia - Tocantins**

*Andressa F. R. Leite*<sup>1</sup>

*Júnior Aguiar Barros*<sup>2</sup>

*Leonardo Teixeira Amorim*<sup>2</sup>

*Pedro L. Karajá de Sousa*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

O presente estudo tem como objetivo principal identificar de que forma as práticas ambientais e o ecoturismo são desenvolvidos na localidade da Cachoeira do Jenipapo, no município de Babaçulândia - TO, e elencar os fatores favoráveis e desfavoráveis desse atrativo local no tocante a sua sustentabilidade. A metodologia dessa pesquisa baseia-se na coleta de dados documentais e bibliográficos, assim como na realização de uma entrevista semiestruturada ao gestor do espaço. Para análise dos dados foram utilizadas as diretrizes da ABNT NBR ISO 14001, buscando com isso, identificar os fatores que auxiliam ou dificultam a gestão sustentável do local. Como resultado da pesquisa, se observou que existem práticas ambientais aplicadas em dimensões que variam de nula, baixa e média. Dessa forma, conclui-se que a Cachoeira do Jenipapo se trata de um espaço de lazer e ecoturismo, mas que necessita da aplicação de uma política ambiental para a garantia da sustentabilidade das suas atividades.

**Palavras-chave:** Práticas ambientais; Ecoturismo; Cachoeira do Jenipapo

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Gestão de Turismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); Curso de Tecnologia em Gestão de Turismo, Universidade Federal do Tocantins (UFT); andressa.ramalho@uft.edu.br

<sup>2</sup> Estudante do Curso Gestão em Turismo, Universidade Federal do Tocantins; juniorslifekz7@gmail.com; chenabranquinha@gmail.com;

<sup>3</sup> Estudante do Curso Gestão em Turismo, Universidade Federal do Tocantins



### **Abstract**

The main objective of this study is to identify how environmental practices and ecotourism are developed at the Cachoeira do Jenipapo attraction, located in the municipality of Babaçulândia, TO and to show the favorable and unfavorable factors of this local attraction's sustainability. We collected documentary and bibliographic data and conducted a semi-structured interview with the land manager. We used the ABNT NBR ISO 14001 guidelines to analyze the data and identify factors that help or hinder sustainable management of the site. We observed that the range of sustainability in environmental practices ranged from null to low and medium. We conclude that while Jenipapo waterfall is a space for leisure and ecotourism, the application of environmental policy is needed to guarantee sustainable activities there.

**Keywords:** Environmental practices; Ecotourism; Jenipapo waterfall

### **Introdução**

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso a respeito das práticas ambientais e ecoturismo amazônico desenvolvidos na região Norte do Estado do Tocantins, tendo como objeto de estudo, especificamente, para essa pesquisa, o espaço conhecido como a Cachoeira no Jenipapo, localizado no município de Babaçulândia-TO.

A escolha do local deu-se, por dois motivos eminentes: por não se dispor de informações e pesquisas relevantes sobre práticas ambientais, em detrimento da instalação da Usina Hidrelétrica de Estreito (UHE), e pela realização incipiente de atividades do ecoturismo e práticas de lazer na Cachoeira do Jenipapo, um atrativo natural do município.

O local da barragem foi escolhido pelo Consórcio Estreito de Energia (Ceste) pelas feições geológicas e pelo estreitamento do canal do rio Tocantins. No total, doze municípios foram atingidos pelo lago artificial, sendo dez desses municípios, localizados no Estado do Tocantins, conforme se apresenta o Mapa 01. O lago artificial foi finalizado no 1º trimestre do ano de 2011 (SIEBEN, CLEPS JUNIOR, 2012).

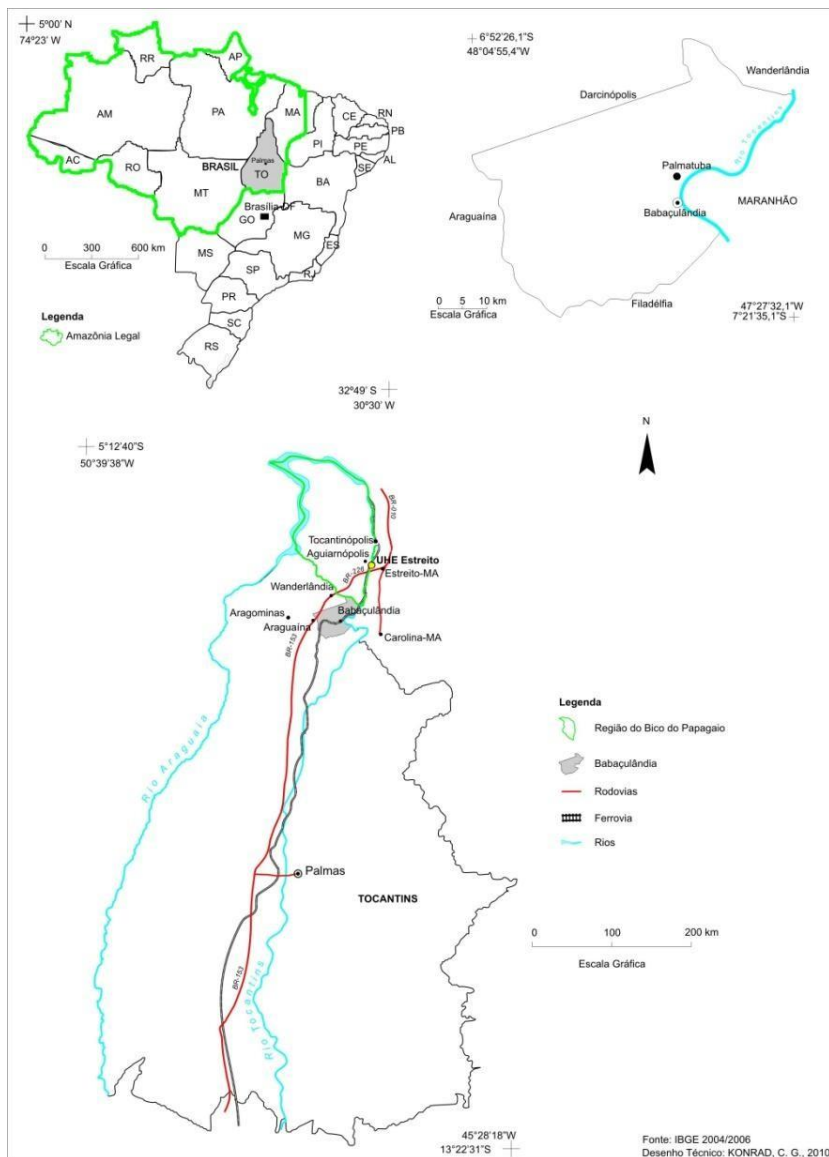


Figura 1. Localização da área de estudo.

Fonte: IBGE, 2004/2006 (Org. Konrad, C. G. Sieben, 2012)

O objetivo central desse trabalho é identificar de que forma as práticas ambientais e o ecoturismo são desenvolvidos na localidade e no atrativo turístico Cachoeira do Jenipapo, elencando com isso, os fatores

favoráveis e desfavoráveis desse atrativo local. De acordo com Barbosa (2001, p.184), o atrativo turístico “Emerge quando se busca identificar quem e como determinada localidade ou destino é aceita, qual é a sua vocação”.

### **Práticas ambientais e ecoturismo amazônico: meio ambiente e lazer em foco**

As alterações para o meio ambiente, adversas ou benéficas, que resultem total ou parcialmente dos aspectos ambientais, são chamadas de impactos ambientais; e esses impactos podem ocorrer em escalas local, regional e global, e, também, pode ser direto, indireto ou cumulativo por natureza (SIEBEN; CLEPS JUNIOR, 2012).

As hidrelétricas provocam transformações irreversíveis no processo ambiental. Com o intuito de apontar indicadores de impacto ambiental e subsidiar a tomada de decisão quanto à expansão da geração de energia elétrica no Brasil, a Central Elétrica Brasileira no ano de 2000, elaborou o Manual de Metodologias de Valoração Ambiental (FERREIRA et al., 2014).

Para a Eletrobrás, a identificação dos indicadores traria à luz os gastos necessários para internalização desses impactos para sua posterior indenização. Contudo, a própria Eletrobrás reconhece, no mesmo documento, que os danos causados à população, reduzindo seu bem-estar, não são mensurados em seu manual, em razão das incertezas que relacionam tais danos com o impacto provocado pela instalação da hidrelétrica e a inundação de áreas.

Entende-se que, esses impactos ambientais podem inviabilizar atividades econômicas, comerciais ou práticas de lazer e ecoturismo, e devem ser minimizados ou eliminados, para a efetiva sustentabilidade de tais atividades mencionadas. Sobre as práticas de lazer, pode-se construir e reconstruir importantes reflexões, conforme a conceituação proposta por Dumazedier (1973):

“O lazer é um conjunto de ocupações as quais o indivíduo pode entregar-se de livre vontade, seja para repousar, seja para divertir-se ou, ainda, pra desenvolver sua informação ou formação desinteressada, sua participação social voluntária ou sua livre capacidade criadora, após livrar-se ou desembaraçar-se das obrigações profissionais, familiares e sociais”. (DUMAZEDIER, 1973, p.34).

Observa-se com isso, a formulação de um conceito que implica na necessidade de tempo livre e, também, na necessidade que o ser humano tem, em disponibilizar um tempo para o seu descanso, o seu divertimento, a recreação e o entretenimento, estando sozinho ou acompanhado.

As práticas de lazer, recreação, contemplação da natureza e ecoturismo, são observadas no objeto de estudo dessa pesquisa - a Cachoeira do Jenipapo - configurando-se como uma das ofertas turísticas com eminente potencial turístico da região, tendo visto que segundo a Embratur (1984, p.139): “Todo lugar, objeto ou acontecimento de interesse turístico que motiva prioritariamente o deslocamento de grupos humanos para conhecê-los, podem ser atrativos naturais [ou] histórico-culturais; manifestações e usos tradicionais e populares; realizações técnicas e científicas contemporâneas; acontecimentos programados ou eventos”.

## **Metodologia**

A pesquisa em questão tem caráter descritivo e exploratório com ênfase no levantamento de dados, documental e bibliográfico, sobre as potencialidades turísticas da Cachoeira do Jenipapo, assim também por meio de pesquisa de campo com os visitantes do local, buscando opiniões sobre os pontos fortes e fracos do atrativo. Dessa maneira, segundo Dencker (2007):

“A pesquisa é um elemento estratégico indispensável para a liderança dos mercados e a determinação de futuros alternativos dentro da vocação

específica e em consonância com a identidade de cada um”. (DENCKER, 2007, p. 53).

O método escolhido para análise nesta pesquisa foram as normas estipuladas pela a ABNT NBR ISO 14001, elaborada no Comitê Brasileiro de Gestão Ambiental (ABNT/CB-038), pela Comissão de Estudo de Sistema de Gestão Ambiental. A realização de uma entrevista semiestruturada ao gestor do espaço turístico, proporcionou a obtenção de dados para essa análise, pois de acordo com Flick (2009, p.276) “A interpretação de dados é a essência da pesquisa qualitativa, embora sua importância seja vista de forma diferenciada nas diversas abordagens”.

A abordagem qualitativa desse estudo tem como objetivo central, explorar de forma mais abrangente possível o tema abordado, descrevendo o atrativo turístico de forma mais complexa. Assim, portanto a estrutura do trabalho foi desenvolvida de modo objetivo e conclusivo.

## Resultados

Os resultados e propostas deste trabalho serão abordados através das normas estipuladas pela a ABNT NBR ISO 14001, conforme sequência do Quadro 1:

Quadro 1. Práticas ambientais

PRÁTICAS AMBIENTAIS	NIVEL DE APLICAÇÃO
1. Geral (práticas sustentáveis para minimizar os impactos ambientais).	Baixa
2. Preparação e Atendimento a Emergências Ambientais.	Baixa
3. Áreas naturais, fauna e flora (conservação de área natural própria ou apoio a área natural de terceiros).	Média
4. Arquitetura e impactos da construção local.	Média
5. Paisagismo (planejamento e operação do paisagismo).	Média
6. Resíduos sólidos, efluentes e emissões (medidas para minimizar os impactos provocados pelos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões para o ar).	Nula

PRÁTICAS AMBIENTAIS	NÍVEL DE APLICAÇÃO
7. Eficiência energética (planejar e implementar medidas para minimizar o consumo de energia, em particular de fontes não renováveis).	Nula
8. Conservação e Gestão do uso de água (controle e registro do consumo de água; objetivos de consumo; inspeção periódica).	Baixa

Fonte: Dados da Pesquisa (2018).

Os itens pesquisados resultaram em três dimensões de análise: a média, baixa ou nula para a aplicação de práticas ambientais. Como uma prática ambiental Nula foi identificada o item 06 (Resíduos sólidos) e o item 07 (Eficiência energética). Como prática ambiental de Baixa utilização, observou-se o item 01 (Práticas sustentáveis gerais), o item 02 (Preparação e atendimento as emergências ambientais) e o item 08 (Conservação e gestão do uso de água). Como prática ambiental de frequência Média, obteve-se o item 03 (Áreas naturais, fauna e flora - conservação de área natural própria ou apoio a área natural de terceiros), o item 04 (Arquitetura e impacto da construção local), e o item 05 (Paisagismo).

Dentre as observações citadas, as que implicam em ameaças são as que impossibilitam a sustentabilidade das atividades já praticadas no espaço turístico, provocando prejuízos aos clientes/consumidores e autóctones locais, mesmo os que desempenham atividades não ligadas diretamente ao turismo.

Os itens que apresentam a dimensão Nula denotam a maior preocupação no âmbito ambiental, visto a sua não existência, acarretando danos à natureza no sentido de preservação, e continuidade das atividades.

### **Considerações finais**

Através dos conteúdos estudados e apresentados no presente trabalho, conclui-se nesta pesquisa que, as práticas ambientais apontadas pela ABNT NBR ISO 14001 são aplicadas em dimensões Nula e Baixa em

sua maioria, corroborando para realidade de pouco planejamento sustentável na localidade turística.

A Cachoeira do Jenipapo é um dos atrativos turísticos que influenciam e colaboram com o desenvolvimento do potencial turístico da região, porém não foram encontradas práticas ambientais que possam viabilizar a sustentabilidade desse atrativo em médio prazo. O espaço apresenta uma série atributos para o aprimoramento do ecoturismo e práticas de lazer, além de atividades de trilhas, serviços de alimentação e bares em sua extensão.

Contudo, é salutar priorizar o desenvolvimento sustentável dessas práticas de lazer, buscando a preservação do meio ambiente e a perenidade dessas atividades praticadas no entorno do local. Observa-se, assim, a falta de investimentos para a adequação do espaço, assim como na preocupação da sua conservação e manutenção, além de serviços específicos, como acessibilidade a portadores de necessidades especiais, sinalização turística, mobilidade, segurança, dentre outros itens primordiais para o desenvolvimento turístico sustentável da região pertencente à Amazônia.

## **Referências**

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2008. Disponível em: Acesso em: nov., 2017.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental - Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT. (2004).

BARBOSA, Y. M. O despertar do turismo: um olhar crítico sobre os não-lugares. São Paulo: Aleph, 2001.

DENCKER, A. F. M. Pesquisa em Turismo. São Paulo: ATLAS, 2007.

DUMAZEDIER, J. Lazer e cultura popular. Revista Lazer e cultura popular. 1973.

FERREIRA, D. T. M. et al. Perdas simbólicas e os atingidos por barragens: o caso da Usina Hidrelétrica de Estreito, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 30, p. 73-87, 2014.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3ed. Porto Alegre: Armed. 2009.

EMBRATUR. *Inventário da oferta turística - Metodologia*. Rio de Janeiro:DIPLAN/CEBITUR, maio de 1984.

SIEBEN, A.; CLEPS JUNIOR, J. Política energética na Amazônia: a UHE estreito e os camponeses tradicionais de Palmatuba/Babaçulândia (TO). *Sociedade & Natureza*, v. 24, n. 2, 2012.





## **Parte 4.2**

**Governança, atores sociais e políticas públicas**

**Governance, social actors and public policies**



## Capítulo 4.2.1

# O papel da educação escolar indígena do povo Karitiana no contexto dos impactos provocados pelas hidrelétricas em Rondônia, Amazônia brasileira

*Adriana Francisca de Medeiros*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>2</sup>

*Adnilson de Almeida Silva*<sup>3</sup>

### Resumo

Este trabalho de pesquisa analisa o papel da escola indígena no contexto dos impactos socioambientais provocados pela construção de hidrelétricas na Terra Indígena Karitiana, Rondônia, Amazônia brasileira. A pesquisa priorizou a compreensão de como a escola participou do processo de resistência e consulta e como tem contribuído para o enfrentamento dos problemas decorrentes dessas mudanças. Aborda a concepção atual de educação escolar indígena como diferenciada, específica, intercultural e bilíngue, a partir da compreensão desse espaço como lugar de reflexão crítica, de exercício para cidadania e autonomia indígena. O estudo aponta para o fato de que, embora a educação escolar indígena tem sido imposta como mais um demarcador territorial sobre os povos originários, através de reivindicações e lutas, ela se transformou em uma ferramenta para promover o empoderamento político e técnico dos povos indígenas. O desenho metodológico apoiou-se em estudo de caso com abordagem qualitativa, além da pesquisa bibliográfica, documental e entrevistas com professores indígenas e pessoas da comunidade. Quanto ao referencial teórico, optou-se pelos estudos realizados sobre a temática de impactos socioambientais e educação indígena que fundamentam as Políticas Públicas e os documentos oficiais. Os resultados da investigação apontam que a educação indígena ainda não consegue romper com a cartilha dos conteúdos pré-estabelecidos pelo

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Amazonas; afdemedeiros@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade da Flórida; simonea@ufl.edu

<sup>3</sup> Universidade Federal de Rondônia; adnilson@unir.br

sistema de ensino e ignora as questões latentes na comunidade e não consegue estruturar-se como uma escola diferenciada e específica que dialogue com a comunidade para promover a sua autonomia e identidade.

**Palavras-chave:** Educação escolar indígena; Karitiana; Impactos; Barragens hidrelétricas; Amazônia.

### **Abstract**

This study analyzes the role of Indigenous schools in the context of the social and environmental impacts caused by the construction of hydroelectric plants in the Karitiana Indigenous Land, Rondônia, Brazilian Amazon. The research focused on understanding if and how the school participated in the process of resistance and consultation, and whether it has contributed to address the problems faced by these changes. It addresses the current conception of Indigenous school education as differentiated, specific, intercultural and bilingual, viewing the school space as a place of critical reflection, exercise for citizenship and Indigenous autonomy. The study points to the fact that, although Indigenous school education was imposed as another colonizing process among Indigenous peoples, through claims and struggles, it has become a tool for political and technical empowerment of Indigenous peoples. The methodological design adopted a qualitative approach to analyze a case study, including bibliographic and archive research, and also the conduction of semi-structured interviews with Indigenous teachers and community members. Regarding the theoretical framework, we opted for studies addressing the theme of socio-environmental impacts and Indigenous education, which informs public policies and official documents. The results indicate that the Karitiana school still cannot break up with the pre-established limitations of the education system and ignores latent issues in the community. The Indigenous school is still unable to structure itself as an institution that dialogues with the community to promote their autonomy and identity.

**Keywords:** Indigenous schooling; Karitiana; Impacts, Hydroelectric dams; Amazon

### **Introdução**

No Brasil, nos últimos 50 anos o campo da educação escolar indígena foi marcado por intensas discussões pautadas no reconhecimento de um modelo educacional diferenciado, promovidas sobretudo pelos movimentos indígenas e indigenista.

No entanto, é possível visualizar progressivas conquistas, a partir da aprovação da Constituição Federal de 1988 que reconheceu oficialmente a

multiplicidade cultural brasileira e garantiu o direito a uma educação bilíngue e diferenciada.

A ideia de escola indígena diferenciada e intercultural no âmbito de políticas públicas governamentais foi inaugurada pela Constituição Federal de 1988 e regulamentada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996 que definiu a escola indígena como responsável por assegurar aos povos indígenas uma educação “diferenciada”, onde o eixo seja o respeito intercultural e a necessidade de adequar os conteúdos e práticas pedagógicas à realidade vivida nas comunidades. (LUCIANO, 2011, p.172).

É também nessas últimas décadas que a Amazônia brasileira tem experimentado diversas fases de expansão de povoamento, extensão agrícola, de polos petrolíferos, complexos siderúrgicos e recentemente barragens hidrelétricas, o que atraiu madeireiros, mineradores, posseiros, agricultores e outros interessados na exploração e ocupação das terras, o que implicou na expressão de um modelo de desenvolvimento impositivo e desigual. Além de ocasionar conflitos e impactos sociais e ambientais.

O presente trabalho aborda esses dois debates importantes vivenciados nos dias atuais pelo povo Karitiana: as mudanças ocorridas no seu território após a implantação das hidrelétricas do Madeira e a construção da proposta de escola diferenciada aos moldes da legislação vigente. Nesse contexto são nítidos dois grandes desafios: como sobreviver aos impactos e como construir uma escola que permita dialogar com as demandas da comunidade.

Com intuito de aproximar e analisar esses processos, nossa pesquisa teve como tema. O papel da educação escolar indígena do povo Karitiana no contexto dos impactos provocados pelas hidrelétricas em Rondônia, Amazônia brasileira. Fomos guiados pelo seguinte objetivo: Analisar o papel da escola indígena no contexto dos impactos socioambientais provocados pela construção de hidrelétricas na Terra Indígena Karitiana, Rondônia.

A ideia que defendemos é que a escola de origem ocidental, possa ser apropriada pelos povos indígenas, na construção de um novo papel, para que se torne um demarcador territorial intercultural, a seu favor.

Em relação aos procedimentos metodológicos nossa investigação assumiu os princípios da abordagem qualitativa de pesquisa que segundo Bogdan e Biklen (1994) tanto na construção, como na análise dos dados leva-se em consideração as perspectivas dos participantes das situações estudadas, a partir das quais o pesquisador, partindo de um referencial teórico, faz suas interpretações sobre os fenômenos estudados.

É importante esclarecer que a decisão prévia de realizar o estudo com os Karitiana no município de Porto Velho - RO, deveu-se à necessidade de ampliar a investigação desenvolvida pelo grupo de Rede Internacional de Pesquisas em Barragens Amazônicas, do qual fazemos parte.

A primeira etapa da pesquisa foi realizada no período de outubro e novembro de 2016, nesse momento realizamos entrevista semiestruturada e aplicamos questionário com os moradores da Aldeia Central para identificar sob a ótica dos mesmos, as mudanças ocorridas na TI após a instalação da hidrelétrica do Madeira.

Optamos pela entrevista semiestruturada haja vista, possibilitar o relato, ou seja, a descrição de fatos ou opiniões e, assim, a expressão de significações próprias dos sujeitos.

Na segunda etapa da pesquisa, realizada nos meses de julho, agosto e setembro de 2017, que ficou restrita ao âmbito escolar, realizamos entrevistas com os professores e uma oficina com a comunidade escolar, participamos também de uma reunião da supervisão escolar. Em relação as entrevistas convidamos individualmente cada professor para responder as seguintes questões (i) Qual o papel da escola para o povo Karitiana (ii) na escola vocês professores trabalham conteúdos relacionados aos impactos socioambientais (iii) Se sim, como? Se, não, como deveriam trabalhar?

A pesquisa foi realizada com o povo Karitiana, falantes do tupi-Arikém, que vive no Estado de Rondônia - Brasil, sua população de

aproximadamente 330 pessoas, a maioria reside na aldeia Central, denominada *Kyōwã* (“Sorriso de criança”), a 95 quilômetros ao sul de Porto Velho, no Igarapé Garças, e os demais nas aldeias: Caracol, Candeias, Bom Samaritano e na cidade de Porto Velho (FUNAI, 2016)<sup>4</sup>

A citada aldeia localiza-se entre as duas hidrelétricas Jirau e Santo Antônio, recentemente construídas no Estado de Rondônia.

## **Desenvolvimento**

Vários estudos (ZHOURI, 2014 e 2015; PAZ, 2006; FEARNSSIDE, 2015 e 2016) apontam, que o licenciamento ambiental no Brasil é um cenário permeado de inúmeros conflitos. Nesse palco apresenta-se um grupo instituído por leis, que busca a efetivação de seus direitos através de mecanismos participativos; de outro, um grupo com um projeto neoliberal, que procura destituir os direitos garantidos dos mais pobres, em nome do capital e da usurpação dos bens naturais.

Diante desse cenário, qual a percepção do grupo impactado? Como acontece o processo de consulta e participação? Quem participa?

Com o intuito de desvelar essas questões, entrevistamos o povo Karitiana com objetivo de identificar se foi percebido impactos na aldeia Central, e se foram, quais são, e como se deu a participação destes no processo de licenciamento ambiental, baseado na Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que dá direito aos indígenas de serem consultados caso suas terras sejam impactadas por empreendimento.

A seguir, apresentamos o Quadro 1 que resume a percepção dos impactos segundo os e moradores da Aldeia Central

---

<sup>4</sup> Informação da FUNAI de Porto Velho - RO



Quadro 1. Percepção dos impactados

IMPACTOS	
SOCIAIS	AMBIENTAIS
Mudanças na hierarquia (governabilidade) da aldeia	Seca do Igarapé Sapoti
Enfraquecimento das festas tradicionais	Escassez de peixes
Mudanças comportamentais	Diminuição da caça
	Invasões de terras
	Doenças na comunidade
	Dificuldades com plantio de roças

Fonte: dados compilados a partir das entrevistas realizada com o povo Karitiana

Os entrevistados se reportaram frequentemente a degradação dos recursos naturais em comparação ao “tempo de antigamente”<sup>5</sup> e as terras do Candeias, de acordo os mesmos esse último território, ocupado hoje por uma parte dos Karitiana, ainda é possível encontrar com peixe e caça, porque sofre menos com as influências dos impactos provocados pela construção das hidrelétricas, haja vista encontrar-se distante da represa.

Todos concordam, ainda, que o igarapé Sapoti, secou, e que há irregularidades no nível da água e escassez de peixe, provocados pelo barramento (proprietários de terras vizinhas) dos afluentes que abastecem o rio da aldeia, provoca a quase extinção da jatuarana, um peixe usado em um dos seus rituais, uma das principais causas pelo qual a festa não acontece há anos.

Talvez a escassez de água, se configure um dos maiores problemas ambientais da aldeia, nos dias atuais, “*o rio não cresce mais*” (expressão usada pelos indígenas, para dizer que o rio não enche mais), as falas dos entrevistados não situam ano, quando relatam com certo saudosismo a cheia do igarapé Sapoti, que conforme os mesmos, está cada dia mais raro ver o “*rio crescer*”.

Além do peixe, a caça faz parte da base alimentar dos Karitiana. Foi mencionado que as atividades de caça sofreram mudanças, estão cada dia mais raras e mais distantes, são realizados longos percursos na floresta para serem alcançadas e leva-se muito tempo na captura. Na cultura do povo Tupi-Arikém, essa atividade de caça é tipicamente masculina. É uma

<sup>5</sup> Expressão usada pelos karitiana para se referir ao passado

atividade de socialização, quando se consegue capturar um animal de grande porte, este é entregue ao cacique que fica responsável em dividir com a comunidade e as mulheres cuidam da parte de preparação da carne, porém, nos dias atuais essa redistribuição está cada vez mais infrequente.

De acordo com os relatos, a rarefação da caça está no fato da terra indígena sofrer invasões (agravadas nos últimos tempos), que ocasiona o afastamento dos animais e pela restrição da reserva, que no período da demarcação restringiu a terra sem contemplar a terra do Candeias. Apesar, das dificuldades mencionadas, os indígenas conseguem abater macacos – a carne mais apreciada, cotias, pacas e porco do mato, porém, bem menos que “no tempo de antigamente”. Um relato durante as entrevistas, nos chamou atenção, de acordo com a entrevistada nos dias atuais os animais abatidos não são distribuídos para toda aldeia, como era em tempos outrora, poucos são os que compartilham a caça adquirida. Na atualidade, os que conseguem abater os animais em caça “*vendem para os parentes*”. A mudança dessa prática, se deve às relações comerciais que começaram a ser mais comum depois da construção das hidrelétricas, segundo a entrevistada.

As dificuldades inerentes a alimentação da caça e do peixe, talvez explique a dependência cada vez mais de produtos industrializados adquiridos na capital Porto Velho e até de outros tipos de proteínas com carnes de boi e frango. Em relação às aves é muito comum as famílias criarem na aldeia para o consumo. No que diz respeito ao consumo de peixe, nos projetos de compensações das hidrelétricas foram solicitados a implantação de projetos de criação animal e piscicultura. O tanque foi construído, porém, encontra-se desativado.

A preocupação com a proteção da Terra esteve presente em quase todas as falas dos entrevistados. Alguns destes, mencionaram as invasões de terras por madeireiros após a construção da UHE, seus relatos relavam uma grande preocupação, *I. Karitiana* situa esse fenômeno com o advento das hidrelétricas. Segundo o mesmo, é uma preocupação constante a falta

de fiscalização por parte de órgãos competentes, que causa vulnerabilidade em relação à gestão territorial.

Conforme apontado acima, aconteceram inúmeras mudanças socioambientais na aldeia Central nos últimos tempos. Porém, nos chamou atenção a fala de O. Karitiana, *“Mudou totalmente. Mudou pessoa, nós mesmo mudamos, mudamos de comportamento, pensamento, não é mais aquela pessoa ‘eu vou sobreviver caçando, pescando, fazendo artesanato’. Hoje você ver mais capital”*.

Essa mudança de comportamento, foi identificada em praticamente todas as falas dos entrevistados, através das expectativas frustradas em relação as compensações geradas pelo empreendimento, na visão dos indígenas muito dos seus problemas seriam solucionados com as compensações. O povo se sente ludibriado, a frase mais comum entre os entrevistados é *“a Santo Antônio não fez nada para nós”*. Outros ainda dizem *“A Santo Antônio, queria fazer as coisas para a gente, mas a FUNAI não deixou”*.

Ao mesmo tempo que relatavam as queixas, também nos foi revelado, que o povo Karitiana foi beneficiado com compensações pelos impactos, entre as benfeitorias encontram-se a construção da escola, de sanitários na comunidade, de um posto de saúde e um alojamento, receberam também veículos para facilitar o transporte da comunidade para a cidade de Porto Velho. Porém, os benefícios não se enquadram como *“projetos de desenvolvimento sustentável”*, que gerem renda e autonomia financeira.

Ao nosso ver, essas expectativas frustradas se configuram como o maior problema nos dias atuais, que resultou em inúmeros conflitos entre empreendedores, Funai e indígenas, os dois últimos mais agravante. Foram mencionados vários projetos, desde criação de peixe a aquisição de equipamento para o cultivo de roças, que não foram cumpridos.

Além de suscitar dependência e caracterizar uma prática tutelar e assistencialista, esse artifício suscita conflitos intra e interétnicos, que dificulta a mobilização e organização política dos indígenas que

frequentemente são seduzidos pela empresa com pagamentos<sup>6</sup> ou são ameaçados pelo corte de projetos, tornando-se um dos argumentos utilizados para conduzir as negociações.

Além, dos problemas mencionados ainda foi possível identificar questões importantes como: ausência de documentos referentes ao processo de licenciamento da Santo Antônio e das atas das reuniões realizadas na aldeia, como também o desconhecimento e falta da participação nas audiências públicas pela maioria dos entrevistados. Os poucos que participaram também retratam que foram ludibriados, com as promessas realizadas.

Em relação ao papel que a escola desempenhou nesse processo, os entrevistados afirmaram que os professores não foram convidados para participar das reuniões durante o processo de licenciamento das hidrelétricas do Complexo Santo Antônio. Porém, alguns falaram que estiveram presentes em algumas reuniões na aldeia com a equipe que respondia pelo empreendimento.

Foi observado também que o currículo escolar não contempla as questões latentes da comunidade, como os impactos socioambientais que estão inseridos. A proposta da escola não se diferencia das demais escolas para os não – indígenas.

### **Considerações finais**

Para os Karitiana, a escola se configura em uma ferramenta de empoderamento político e técnico, por meio do aprendizado dos conhecimentos científicos que possibilita entre outras coisas a compreensão de muitas terminologias que facilitaria o diálogo com a sociedade não – indígena, especialmente as que tratam de investimentos

---

<sup>6</sup> Durante o período de pesquisa, lideranças do povo Karitiana foram acusados de receber propina da empresa Odebrecht na operação lava -jato, dinheiro que teria sido pago para que os indígenas não atrapalhassem a construção do empreendimento. Disponível:<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2017/04/odebrecht-teria-pago-propina-ate-para-indios-policiais-e-centrais-sindicais.html>

próximos de seus territórios, como é o caso da construção das hidrelétricas do complexo Madeira.

Em termos pragmáticos, se a escola estivesse alicerçada em um currículo que atendesse par as demandas do povo, dessa forma, incluísse na sua proposta pedagógica conteúdos relacionados a legislação, gestão ambiental e territorial, com o intuito de diminuir as dificuldades de compreensão das negociações com a Santo Antônio Energia, teríamos menos impactos, especialmente os relacionados às expectativas que foram fomentadas durante o processo, que para nós é considerado um dos o maiores problema.

## Referências

- BODGAN, R; BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução Maria José Alvares, Sara Bahia dos Santos, Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto, 1994.
- FEARNSIDE, P. M. *Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras*. Manaus: Editora do INPA, 2015.
- FEARNSIDE, P. M. *Barragens do Rio Madeira-Impactos: Impactos sociais e Hidrovia*. 2014. Disponível em: <<http://amazoniareal.com.br/barragens-do-rio-madeira-impactos-7-impactos-sociais-e-hidrovia/>>. Acesso em: 07 jul. 2016
- LUCIANO, G. dos S. *Educação para o manejo e domesticação do mundo: entre a escola real e a escola ideal*?. Tese de Doutorado, Departamento de Antropologia, Brasília: Universidade de Brasília, 2011
- PAZ, L. R. L. da. *Hidrelétricas e terras indígenas na Amazônia: desenvolvimento sustentável?* 2006. 211 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Ciências em Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- ZHOURI, A. *Belo Monte: crise do sistema ambiental e da democracia*. In: ZHOURI, A. (Org.). *Desenvolvimento, reconhecimento de direitos e conflitos territoriais*. Brasília: Aba, 2012. Cap. 2. p. 45-66

ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K.; PAIVA, A. Uma sociologia do licenciamento ambiental: o caso das hidrelétricas em Minas Gerais In: ZHOURI, A.; LASCHEFSKI, K.; PEREIRA, D. B. (Org.). A insustentável leveza da política ambiental: desenvolvimento e conflitos socioambientais. Belo Horizonte: Autêntica, 2014. Cap. 1. p. 89-115.

## Capítulo 4.2.2

# Estratégias de planejamento, negociação e participação social: o caso das usinas hidrelétricas do Rio Madeira

*Daniel Rondinelli Roquetti*<sup>1</sup>

*Aidee Maria Moser Torquato Luiz*<sup>2</sup>

*Marliz Arteaga Gómez-García*<sup>3</sup>

*Carolina R. C. Doria*<sup>4</sup>

### Resumo

O presente trabalho apresenta uma análise das estratégias e planejamento, negociação e participação social no processo de implementação das Usinas Hidrelétricas do Madeira. As informações a respeito das estratégias de negociação no processo de planejamento das usinas hidrelétricas do Madeira foram reunidas com base em revisão bibliográfica e em processos judiciais referentes a esses empreendimentos. O grande número de processos judiciais registrados até 2017 (4203 em Primeiro grau e 1546 em segundo grau), Ações Cíveis Públicas ajuizadas no Ministério Público Federal e Estadual de Rondônia (oito ACP's envolvendo reassentamentos e comunidades atingidas; três envolvendo reuniões e audiências públicas; 13 envolvendo compensações em na área ambiental, social e segurança pública; seis outras medidas cautelares) e Termos de Ajustamento de Conduta (cinco) demonstram o aumento de tensões tanto quanto as questões ambientais como sociais na região após a implantação das usinas, indicando a falhas nas etapas de planejamento e negociação das usinas em questão. Ressaltando que as políticas de infraestrutura, quando implantadas sob a coerência de mercado, para atendimento de interesses externos,

---

<sup>1</sup> Grupo de Pesquisa em Planejamento e Gestão Ambiental (Plangea-USP), Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo - PROCAM/IEE/USP; drr@usp.br.

<sup>2</sup> Ministério Público Estadual de Rondônia - MPE- RO; aidee@mpro.mp.br.

<sup>3</sup> Tropical Conservation and Development Program, University of Florida (ADN/RBA/TCD/UF); marliz@ufl.edu.

<sup>4</sup> Laboratório de Ictiologia e Pesca, Departamento de Biologia, Universidade Federal de Rondônia; carolinarcdoria@unir.br

desestruturando a lógica de organização local, elevando os pontos de tensão, devido à priorização da escala global em detrimento local.

**Palavras-chave:** Impacto de hidrelétricas; Amazônia; Governança socioambiental

### **Abstract**

The present work presents an analysis of the strategies around planning, negotiation and social participation in the process of implementation of the Madeira River's hydroelectric power plants. The information about negotiation strategies in the planning process of the Madeira hydroelectric plants was gathered through a bibliographical review and in judicial processes related to these enterprises. The large number of lawsuits filed through 2017 (4203 first degree and 1546 second degree), Public Civil Actions filed in the Federal and State Public Ministry of Rondônia (eight ACP's involving resettlement and affected communities, three involving meetings and public hearings, 13 involving compensation in the area of environmental, social and public safety, six other precautionary measures) and Conduct Adjustment Terms (five) show the increase of tensions around the regional environmental and social issues after the plants' construction, indicating failures in the dams' planning and negotiation stages. This emphasizes that infrastructure policies, when implemented under market coherence to meet external interests, destroy local organizational logic and raise points of tension due to prioritizing global interests to the detriment of local interests.

**Keywords:** Hydroelectric plants impacts; Amazon; Socio-environmental governance

### **Introdução**

O rio Madeira é o maior tributário da bacia Amazônica. Sua bacia abrange uma área de 1,5 milhões de quilômetros divididos entre os territórios do Peru, da Bolívia e do Brasil, sendo formada pelos rios Guaporé, Mamoré e Beni, originários dos planaltos andinos. Os rios Mamoré e Beni nascem na Bolívia e se juntam ao rio Guaporé para formar o rio Madeira, que margeia aproximadamente 66% do território boliviano. O rio Guaporé define o marco divisório entre o Brasil e a Bolívia. Já o rio Abunã, afluente do rio Madeira, também faz fronteira entre estes países no extremo oeste do estado de Rondônia, e possui influência no território do Peru (BARTHEM; GOULDING, 2007)

As características geomorfológicas da região constituem outro destaque da bacia, que apresenta diversas corredeiras ao longo do seu



trecho alto e médio (CELLA-RIBEIRO et al., 2013). O potencial hidrelétrico dessas corredeiras foi reconhecido pelo Governo Brasileiro e Boliviano, que pretendiam implementar um complexo de Usinas Hidrelétricas (UHE) na região (EPE, 2012).

Duas das UHE do “Complexo Hidrelétrico do rio Madeira” já foram implementadas, a UHE Santo Antônio e Jirau em 2012 e 2011, respectivamente. Estas formam o projeto proposto por uma parceria firmada entre a FURNAS Centrais Elétricas S.A. e a Odebrecht – Construtora Norberto Odebrecht S.A. (FURNAS, 2005). Ambas as usinas figuram entre as 10 maiores usinas hidrelétricas do mundo. As informações técnicas a respeito das usinas constam no Quadro 1.

De acordo com as peças de planejamento do setor energético em nível nacional, a implantação de usinas hidrelétricas seria uma forma de atender à crescente demanda por energia, destacando como pontos positivos dessa alternativa a segurança energética do país para seu desenvolvimento e a geração de emprego. Contudo, são inúmeros os relatos de impactos negativos de grandes hidrelétricas sobre os recursos naturais e sobre as comunidades circunvizinhas do empreendimento, as quais tradicionalmente são usuárias desses recursos. Nesse sentido, a implantação desses empreendimentos representaria um alto custo econômico e social para essas localidades (ANSAR et al., 2014), custo esse muitas vezes não reconhecidos pelos tomadores de decisão (SICILIANO et al., 2016).

Neste artigo apresenta-se uma análise das estratégias de planejamento, negociação e participação social no processo de implementação das UHEs do rio Madeira a partir de informações reunidas com base em revisão bibliográfica e em processos judiciais referentes a esses empreendimentos.

Dentre os impactos ocasionados pela construção das duas UHEs, destaca-se o chamado processo de territorialização e (des)territorialização associado à abrupta e significativa movimentação populacional. A territorialização é evidenciada na instalação do canteiro de obras pelas

empresas construtoras das barragens, ao se apropriar de uma parte do rio para produção de energia, seguido pela atração de fluxo migratório, principalmente, em razão da contratação de 20.000 trabalhadores envolvidos na construção das obras FURNAS, 2005). Para as duas UHEs previa-se na desterritorialização o deslocamento de 2.849 pessoas atingidas pelo reservatório de aproximadamente 530 km<sup>2</sup>, com perda estimada de 25.300 hectares de áreas já utilizadas pela agricultura e pecuária, de acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) de Santo Antônio e Jirau (FURNAS, 2005).

Importante ressaltar que o número de pessoas atualmente afetadas ultrapassa aos previstos no EIA/RIMA, seja pela necessidade de novos remanejamentos ou por causas indiretas, como o aumento da área do reservatório delimitada nos estudos, o aumento da cota da UHE de Santo Antônio ou a determinação da Agência Nacional de Águas (ANA) quanto à nova cota de proteção após a cheia histórica do rio Madeira em 2014.

Nas áreas de impacto direto e indireto dos empreendimentos encontram-se inúmeras comunidades ribeirinhas e indígenas (Karipuna, Karitiana e Kaxarari) (Funai, 2016) afetadas. Nas áreas posteriormente alagadas pelos reservatórios das usinas, esses povos praticavam principalmente atividades de pesca e agricultura de subsistência e, em menor escala, pecuária e o garimpo de ouro. O Projeto Básico Ambiental (PBA) da UHE de Santo Antônio prevê a execução de 30 programas (SAE, 2020), enquanto PBA da UHE de Jirau estabelece a execução de 34 programas (ESBR, 2020). Entretanto, a execução dos programas não foi adequadamente acompanhada pelo órgão licenciador (IBAMA). Dentre os programas que foram de fato implantados, poucos lograram êxito, seja pela ausência de orientação técnica, seja pela localização dos reassentamentos em terras improdutivas.

Grande parte das áreas afetadas pela construção dos empreendimentos hidrelétricos nesta região é povoada por comunidades tradicionais, cuja subsistência depende fortemente de recursos naturais. Tais comunidades possuem relação próxima com o rio, bem como com o

regime de cheias e vazantes que regulam o calendário para o exercício de seu trabalho, definindo épocas para a agricultura de várzea e a pesca (SILVA; SOUZA FILHO, 2002), além de possuírem conhecimentos e práticas herdados e transmitidos pela tradição. Doria et al. (2017) relatam que pescadores comerciais não foram considerados no processo de Avaliação de Impacto Ambiental, apesar de quase dois mil pescadores comerciais viverem nas proximidades do centro de Porto Velho à época da realização dos estudos. Atualmente, cerca de cinco mil pescadores abriram processos legais contra os empreendedores a fim de obterem compensação pelas perdas sofridas em função da instalação das barragens. Estima-se que por volta de cinco mil famílias de ribeirinhos e três mil indígenas e habitantes de áreas protegidas foram impactados pela UHE de Santo Antônio, mas desconsiderados no processo de mitigação e compensação (DORIA et al., 2017).

O termo de referência proposto para o Complexo Hidrelétrico do rio Madeira fixou premissas para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), nas quais foram desconsiderados aspectos transfronteiriços e regionais, bem como a extensão territorial que seria comprometida a partir da instalação do Complexo Hidrelétrico do Madeira. Os estudos realizados marcaram como limite de abrangência o estado de Rondônia em território brasileiro, deixando de incluir eventuais impactos sobre o estado do Acre ou o território boliviano.

O Ministério Público do Estado de Rondônia acompanhou o processo de Licenciamento Ambiental, no qual se inserem a realização das audiências públicas. Na época, houve grande mobilização da classe política e ações em todas as esferas de governo na busca de angariar aceitação da sociedade civil, gerando expectativa de melhoria da qualidade de vida e geração de emprego e renda para a região. De acordo com o Ministério Público do Estado de Rondônia, todas as exigências demandadas no processo de participação no Licenciamento Ambiental foram descumpridas, seja pela indisponibilidade de acesso aos estudos, seja pela

designação das audiências sem a antecedência necessária à análise dos referidos estudos, em locais de difícil acesso à comunidade afetada e, principalmente, pela tímida divulgação. Diante dessa postura, medidas judiciais foram propostas, obtendo-se decisão liminar determinando a realização de novas audiências. Porém, insistiu o órgão licenciador em repetir o mesmo modelo adotado nas audiências anteriores. As audiências públicas realizadas para apresentar os estudos de impactos ambientais e sociais, além de não esclareceram as comunidades sobre as alterações no seu cotidiano que viriam a acontecer com a instalação das usinas, não obedeceram ao rito estabelecido na Resolução nº 009 de 1987 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)<sup>5</sup>.

A pesquisa realizada por Cavalcante e Santos (2012) a respeito da opinião dos grupos atuantes na região evidencia que, face à construção das usinas hidrelétricas no Rio Madeira, 46% dos entrevistados se consideram pessimistas, 31% se consideram estáveis e 23% se consideram otimistas. Os otimistas se restringiram aos agricultores com área em expansão e fazendeiros. Os que consideraram o cenário pessimista foram principalmente a associação dos moradores, moradores antigos, pescadores e garimpeiros.

No que tange às estratégias de negociação e lições aprendidas, a posição do Governo Brasileiro em relação ao processo de Licenciamento Ambiental das usinas hidrelétricas do rio Madeira gerou críticas e constrangimentos, mas não a ponto de incidir sobre a forma como vinha ocorrendo o processo de licenciamento. Naquela ocasião, várias foram as manifestações de cientistas e da sociedade civil. Um pedido de informações foi encaminhado pelo Estado boliviano ao Brasil sobre possíveis impactos das hidrelétricas do rio Madeira na bacia hidrográfica e terras da Bolívia. Referido documento foi discutido no âmbito interno do Itamaraty. Embora reconhecida a legitimidade do governo boliviano quanto ao questionamento, não houve nenhuma iniciativa por parte do governo brasileiro em complementar os estudos para além da fronteira brasileira.

---

<sup>5</sup> Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental.

No Estado contemporâneo é pressuposto a participação popular na construção de políticas públicas, como condição para configurar o exercício efetivo da democracia. O êxito de ações governamentais perpassa pela articulação de seus atores e se revelam eficientes na medida em que são discutidas e consideradas por toda a sociedade. Dahl (2005) destaca a importância de conferir aos cidadãos a possibilidade de manifestação de seus pensamentos, expondo suas vontades e expectativas. O conceito de políticas públicas inclui decisões voltadas para a resolução de problemas, os quais não comportam discutir a sua necessidade, porém, se esta for a opção, ainda assim, obrigatoriamente os envolvidos, seja por ação direta do poder público ou via de consequência pelos atingidos por essa decisão tem o direito à informação e de participar da construção desse processo.

A teoria política, nos últimos anos, vem apresentando propostas de formas de participação e deliberação de democracia, principalmente debatendo o papel da sociedade civil em sua construção. Pontos comuns a serem observados para configurar uma democracia participativa, ou seja, “a defesa de um engajamento cívico, por meio do qual os cidadãos participem do processo de tomada de decisões políticas no plano nacional e façam parte do processo de formulação de políticas públicas no plano local” (FERES JÚNIOR; POGREBINSCHI, 2010). Rodrigues (2011, p. 78) dispõe que “jogar o jogo da política democrática, ética, e da justiça social é o desafio que os gestores de políticas públicas têm de enfrentar para planejar, administrar e extrair recursos e formatar políticas redistributivas que busquem promover sociedades mais iguais e mais livres, num contexto mundial de profundas mudanças econômicas, demográficas e ideológicas”.

### **Considerações finais**

Quando implantadas estritamente sob uma tutela de mercado que visa atender agendas definidas em fóruns em nível nacional (os quais, distantes do que se passa na Amazônia Rondoniense, são pouco

participativos e recebem influência de corporações dotadas de grande capital econômico e político), as políticas de construção de grandes obras de infraestrutura acabam por desestruturar a lógica de organização local, elevando as tensões socioambientais devido à sobreposição da escala nacional em detrimento da local.

Atividades associadas ao desflorestamento, tais como a exploração madeireira seguida da pecuária, tendem a ser intensificadas na região. Isso, de certa forma, expõe as populações ribeirinhas, terras indígenas e áreas de unidades de conservação a pressões, contribuindo assim para a intensificação dos impactos locais negativos, os quais nesse caso não se enquadram nos planos de gestão ambiental dos empreendimentos e passam a ser de responsabilidade da gestão pública. Refletir sobre o uso que agentes locais historicamente fizeram – e fazem – de seus territórios é fundamental para desvendar as tensões socioambientais e políticas intrínsecas à implantação das hidrelétricas, contribuindo com subsídios à gestão pública e possibilitando pensar a gestão do território em direções e ações que minimizam conflitos e os impactos apontados na dinâmica local.

Diante disso, considera-se que as políticas públicas podem ser transformadas caso sejam construídos fóruns em que diferentes atores políticos efetivamente possam diagnosticar e analisar a realidade social, econômica e política para, assim, negociar de forma democrática, reconhecendo e resolvendo assimetrias de poder em processos decisórios.

### **Agradecimentos**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo custeio da bolsa de doutorado de Daniel Rondinelli Roquetti.

### **Referências**

ANSAR, A. et al. Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy Policy*, v. 69, p. 43–56, 2014. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.069>.

BARTHEM, R.; GOULDING, M. Un ecosistema inesperado: la Amazonia revelada por la pesca. Lima, Perú, 242 p., 2007.

CAVALCANTE, M. M. A.; SANTOS, L. J. C. Hidrelétricas no Rio Madeira-RO: tensões sobre o uso do território e dos recursos naturais na Amazônia, Confins [Online], n. 15, 2012. <http://journals.openedition.org/confins/7758>

CELLA-RIBEIRO et al. As corredeiras do rio Madeira. In. Queiroz et al. Peixes do rio Madeira. Porto Velho: Santo Antônio Energia, v1, p. 57-63, 2013.

DAHL, R. A. Poliarquia: participação e oposição. Trad. Celso Mauro Paciornik. São Paulo: USP (Série Clássicos, v. 9), 2005.

DORIA C. R. C. et al. The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *AMBIO*, v. 47, p. 453-465, 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Plano Decenal de Expansão de Energia 2021. v. 1, p.386.: il, 2012b. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/PDEE/20130326\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/PDEE/20130326_1.pdf)>. Acesso em agosto de 2013.

ENERGIA SUSTENTÁVEL DO BRASIL (ESBR). Observatório Ambiental Jirau. 2020. Disponível em <http://observatoriojirau.com.br/a-usina/>. Acesso em julho de 2020.

FERES JÚNIOR, J.; POGREBINSCHI, T. Teoria Política Contemporânea: uma Introdução. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). Terras indígenas. 2016. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em 20 de maio de 2016.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A (FURNAS). Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau. Rio de Janeiro: Furnas, 2005.

RODRIGUES, M. M. Assumpção. Políticas Públicas. São Paulo: Publifolha, 2011 (Coleção Folha Explica).

SANTO ANTONIO ENERGIA (SAE). Programas Socioambientais. Disponível em: <https://www.santoantonioenergia.com.br/sustentabilidade/programas-socioambientais/>. Acesso em julho de 2020.

SICILIANO, G. et al. The Political Ecology of Chinese Large Dams in Cambodia: Implications, Challenges and Lessons Learnt from the Kamchay Dam. *Water*, v. 8, n. 405, p.1-18, 2016.

SILVA, J. C.; SOUZA FILHO, T. A. O viver ribeirinho. In *Nos Banzeiros do Rio? Ação Interdisciplinar em busca da Sustentabilidade em Comunidades Ribeirinhas da Amazônia*, Porto Velho/RO, EDUFRO, 2002.



## Capítulo 4.2.3

### O papel do ambiente nas mudanças de modos de vida por deslocamento forçado nas usinas do Rio Madeira

*Daniel Rondinelli Roquetti*<sup>1</sup>

*Evandro M. Moretto*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>2</sup>

*Berenice Perpétua Simão*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

O deslocamento forçado é um dos principais impactos associados à instalação de grandes obras de infraestrutura. Barragens, principalmente, são responsáveis pelo deslocamento de milhões de pessoas. Ao deslocamento populacional forçado estão associados diversos efeitos, entre os quais destaca-se as mudanças nos modos de vida das pessoas deslocadas. Apesar do estudo dos efeitos do deslocamento forçado contar com muitas contribuições, pouco se fala sobre a influência de mudanças ambientais sobre as alternativas das comunidades deslocadas. O objetivo deste trabalho é analisar o papel que fatores ecológicos cumpriram nas mudanças de modos de vida de populações deslocadas e reassentadas pela instalação das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e de Jirau. A pesquisa foi desenvolvida a partir de entrevistas com famílias reassentadas e os dados foram analisados de maneira qualitativa. Os resultados evidenciam que, de forma geral, as comunidades têm mudado suas estratégias de modos de vida, abandonando atividades como a pesca e a agricultura tradicional para viverem de agricultura semi-mecanizada ou de mecanismos de assistência social.

**Palavras chave:** deslocamento forçado; reassentamento; Complexo hidrelétrico do rio Madeira; Modos de vida

---

<sup>1</sup> Grupo de Pesquisa em Planejamento e Gestão Ambiental (Plangea-USP), Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo - PROCAM/IEE/USP; drr@usp.br; evandromm@usp.br

<sup>2</sup> Tropical Conservation and Development Program, University of Florida (ADN/RBA/TCD/UF); simonea@ufl.edu

<sup>3</sup> Secretaria de Educação do Estado de Rondônia; berenicesimao@yahoo.com.br

## **Abstract**

Forced displacement is one of the major impacts caused by large infrastructure projects. Dams, mostly, are responsible for the displacement of millions of people. There are several effects associated with forced displacement, of which livelihood changes are one of the most remarkable. Forced displacement is a well-known topic, but there are gaps of knowledge about the influence of environmental changes over the affected communities. This work seeks to analyze the role of environmental factors on the changes of displaced people's livelihoods, using the Madeira River hydropower complex as a case study. The research was based on semi-structured interviews with displaced households. The results evidence that communities have changed their livelihood strategies after the construction of the dams, abandoning activities such as fisheries and artisanal agriculture to adopt semi-mechanized agriculture as well as subsist from social assistance support.

**Keywords:** Forced displacement; Resettlement; using the Madeira River hydropower complex; Livelihoods

## **Introdução**

O deslocamento forçado de pessoas é um dos mais significativos e notáveis fenômenos deflagrados pela instalação de grandes empreendimentos hidrelétricos (ÉGRÉ; SENÉCAL, 2003). De acordo com a World Commission On Dams (WCD, 2000), até o final do século XX, entre 40 e 80 milhões de pessoas haviam sido deslocadas em função da implantação de grandes barragens em todo o mundo. O deslocamento populacional deflagra uma série de efeitos secundários, como a ruptura social de comunidades (ROSENBERG; BODALY; USHER, 1995; TILT; GERKEY, 2016), a transformação de modos de vida de comunidades rurais (SAYATHAM; SUHARDIMAN, 2015), causa reflexos negativos na saúde humana (LERER; SCUDDER, 1999) e o empobrecimento derivado da privação ao acesso de uma série de recursos importantes à subsistência, como terra, emprego, habitação e segurança alimentar (OLIVER-SMITH, 2009).

Essas transformações sociais são acompanhadas de mudanças na estrutura e no funcionamento dos ecossistemas com os quais as populações atingidas interagem, dado que sistemas sociais e ecológicos são mutuamente

ligados por uma dinâmica codependente (OSTROM, 2009; WALKER et al., 2004; WALKER; SALT, 2006). No caso de populações que subsistem de atividades agrícolas, seu deslocamento frequentemente coloca agricultores(as) em condições sociais, econômicas, políticas e ecológicas completamente distintas daquelas de seu local de origem, alterando assim a relação que essas pessoas mantêm com o ambiente e seus recursos (TILT; BRAUN; HE, 2009). Dessa forma, as transformações sociais derivadas do deslocamento populacional estão intrínseca e mutuamente ligadas a transformações ecológicas (GUNDERSON; HOLLING, 2002).

Este trabalho consiste na análise do papel que fatores ecológicos cumpriram nas mudanças de modos de vida de populações deslocadas e reassentadas pela instalação das usinas hidrelétricas de Santo Antônio e de Jirau.

As usinas hidrelétricas Santo Antônio e Jirau formam o chamado “Complexo Hidrelétrico do rio Madeira”, projeto proposto por uma parceria firmada entre a FURNAS Centrais Elétricas S.A. e a Odebrecht – Construtora Norberto Odebrecht S.A. (FURNAS, 2005). A usina hidrelétrica de Santo Antônio (UHE Santo Antônio) tem potência instalada de 3.150 megawatts e conta com um reservatório de 271 km<sup>2</sup>. O empreendimento localiza-se a 10 km do centro urbano de Porto Velho e teve Licença de Operação expedida em setembro de 2011. Já a usina hidrelétrica de Jirau (UHE Jirau) tem potência instalada de 3.300 megawatts e alaga 258 km<sup>2</sup>, encontrando-se a cerca de 130 km do centro urbano de Porto Velho. Sua Licença de Operação foi expedida em outubro de 2012.

Segundo Ribeiro et al. (2015), uma série de povoados se distribuíam em trechos imediatamente a montante de ambos os empreendimentos. Predominavam nessas comunidades agricultura de subsistência e a pesca. De acordo com o RIMA de Santo Antônio e de Jirau (FURNAS, 2005), a instalação de ambas as usinas hidrelétricas demandaria o deslocamento de 2.849 pessoas, sendo 1.087 pessoas deslocadas em função do reservatório de Jirau e 1.762 em função do reservatório de Santo Antônio. Contudo, Fearnside (2014) oferece evidências de que esses números são

“indubitavelmente subestimados” (termos do autor). Segundo Ribeiro et al. (2015), o principal movimento populacional decorrente da UHE Jirau foi o reassentamento de toda a população (correspondente a 1.800 pessoas) da vila de Mutum Paraná, a qual foi completamente alagada pelo reservatório da usina.

## **Método**

A metodologia desta pesquisa se divide (i) na concepção de um modelo de análise e (ii) em procedimentos metodológicos mistos. O modelo de análise foi baseado na Sustainable Livelihoods Framework (SLF), abordagem que destaca os principais fatores que compõem e influenciam modos de vida (DFID, 1999). Este trabalho foca a mudança de estratégias de modos de vida (livelihood strategies) deflagrada pelo processo de deslocamento forçado. Para compreendê-la, os seguintes procedimentos metodológicos foram empreendidos: coleta, tratamento e análise de dados de campo junto às comunidades reassentadas.

As comunidades estudadas foram os dois projetos inter-relacionados de reassentamento da usina de Jirau, Nova Mutum Paraná e Vida Nova, e três dos oito projetos da usina de Santo Antônio, Novo Engenho Velho, São Domingos e Riacho Azul. Essas comunidades foram selecionadas em função e dos dados secundários, do reconhecimento inicial das áreas potencialmente interessantes à pesquisa e da disponibilidade de recursos para realizar a pesquisa. Os dados foram coletados a partir da aplicação de entrevistas semiestruturadas, que seguiu um roteiro elaborado com base na bibliografia sobre deslocamento populacional forçado, em estudos similares e na Sustainable Livelihoods Framework. As entrevistas foram realizadas com pessoas deslocadas compulsoriamente em função da construção das usinas e que passaram a viver em projetos de reassentamento rural coletivo. As pessoas que foram deslocadas e optaram por indenização não foram incluídas no estudo.

A definição da amostragem seguiu a diretriz de Angelsen et al. (2011). É importante ressaltar que os projetos de reassentamento estão passando por um processo de evasão, o que significa que uma porcentagem das pessoas originalmente reassentadas já não vive nos lotes que receberam. Assim, para algumas comunidades os 30% selecionados representaram, na verdade, 100% das pessoas que ali vivem desde o início do projeto de reassentamento. As primeiras pessoas entrevistadas foram apresentadas por parceiros de campo que vivenciaram o período de reassentamento e pós-reassentamento, as quais recomendaram o nome de outras pessoas que habitavam os projetos de reassentamento desde seu início. Em paralelo, habitantes dos reassentamentos foram contatados de maneira aleatória, sem nenhuma recomendação de outros atores sociais. As entrevistas foram conduzidas na casa das pessoas que concordaram em participar da pesquisa. 61 pessoas foram entrevistadas no total, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade de pessoas entrevistadas por projeto de reassentamento

Usina Hidrelétrica	Projeto de reassentamento	Famílias reassentadas	Famílias entrevistadas	Entrevistados/total
Santo Antônio	Riacho Azul	38	15	40%
	São Domingos	30	09	30%
	Novo Engenho Velho	40	12	30%
Jirau	Nova Mutum-Paraná	50*	14	28%
	Vida Nova	34	11	32%
	TOTAL	192	61	31,77%

\* O total original de famílias remanejadas para Nova Mutum-Paraná é 157, mas cerca de 2/3 das pessoas já evadiram o projeto de reassentamento. Portanto, o número de famílias que persistem no projeto é aproximadamente 50, sendo esse o número utilizado para referência.

As entrevistas foram gravadas e totalizaram 34 horas de material, que foi escutado e passou por um processo de codificação exploratória (SALDAÑA, 2009). A provisão inicial de códigos aplicados são os do Sustainable Livelihoods Framework. Uma segunda rodada de codificação foi realizada posteriormente para dar profundidade à análise dos dados. Para a mudança das estratégias de modos de vida, o processo de codificação resultou nas variáveis expostas na Tabela 2.

Tabela 2. Variáveis resultantes da codificação.

Variável utilizada	Descrição da variável	Categorias	Descrição da categoria		
Regime de ocupação da terra (continuação)		Posseiro	Pessoa que não tem título da terra, mas ali vive		
		Proprietário	Pessoa que possui título da terra		
		Agricultura	Compreende atividades de agricultura e processamento de produtos agrícolas, como produção de farinha de mandioca		
		Extrativismo	Retirada de produtos não madeireiros da floresta		
		Pesca	Retirada e venda de peixes		
		Criação de animais	Inclui gado, galinhas, ovelhas, peixes em piscicultura e afins		
		Comércio/serviços	Compreende qualquer tipo de provisão de serviços e/ou comércio, como hotéis, bares, restaurantes, serviços de transporte, mercearias, serviço avulsos, faxina e aluguel		
		Emprego	Pessoa possui emprego formal ou informal		
		Garimpo	Representa a atividade de mineração fluvial e artesanal de ouro		
		Assistência social	Pessoa recebe bolsa ou assistência do Estado		
Principal sustento*	Declaração da pessoa entrevistada sobre a principal atividade econômica que exercia	Agricultura	Compreende atividades de agricultura e processamento de produtos agrícolas, como produção de farinha de mandioca		
		Extrativismo	Retirada de produtos não madeireiros da floresta		
		Pesca	Retirada e venda de peixes		
		Criação de animais	Inclui gado, galinhas, ovelhas, peixes em piscicultura e afins		
		Comércio/serviços	Compreende qualquer tipo de provisão de serviços e/ou comércio, como hotéis, bares, restaurantes, serviços de transporte, mercearias, serviço avulsos, faxina e aluguel		
		Emprego	Pessoa possui emprego formal ou informal		
		Garimpo	Representa a atividade de mineração fluvial e artesanal de ouro		
		Assistência social	Pessoa recebe bolsa ou assistência do Estado		
		Atividade complementar*	Declaração da pessoa entrevistada sobre a principal atividade que complementava a renda familiar	Agricultura	Compreende atividades de agricultura e processamento de produtos agrícolas, como produção de farinha de mandioca
				Extrativismo	Retirada de produtos não madeireiros da floresta
Pesca	Retirada e venda de peixes				
Criação de animais	Inclui gado, galinhas, ovelhas, peixes em piscicultura e afins				
Comércio/serviços	Compreende qualquer tipo de provisão de serviços e/ou comércio, como hotéis, bares, restaurantes, serviços de transporte, mercearias, serviço avulsos, faxina e aluguel				
Emprego	Pessoa possui emprego formal ou informal				
Garimpo	Representa a atividade de mineração fluvial e artesanal de ouro				
Assistência social	Pessoa recebe bolsa ou assistência do Estado				
Nenhuma	Pessoa não possui atividade complementar				

Foi realizada a estatística descritiva das variáveis tabuladas com o uso do software IBM® Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®) version 22. Inicialmente, foi aplicado teste McNemars-Bowker, dado que as variáveis são pareadas (matched), categóricas, não-ordinais, não-binárias e possuem distribuição não-paramétrica. Contudo, as tabelas cruzadas resultantes não são simétricas, o que inviabiliza o teste. Portanto, a análise seguiu as informações que constam nas tabelas cruzadas

Posteriormente, as entrevistas foram transcritas a partir da técnica “read or smooth verbatim transcript” (MAYRING, 2014, p. 47), que visa produzir textos coerentes, de simples compreensão e representativos das falas das pessoas entrevistadas. As transcrições totalizaram 522 páginas de material. As entrevistas transcritas foram codificadas com o auxílio do pacote de extensão de análise qualitativa do software R, denominado R Qualitative Data Analysis (RQDA). O processo de codificação seguiu aberto a ajustes de seu transcorrer. As categorias iniciais foram inspiradas na literatura que embasa o modelo de análise proposto neste método, o qual inspirou também as variáveis tabuladas para análise estatística. Não obstante, temas relacionados às variáveis tabuladas fizeram também parte da tabulação em um processo de deixar temas interessantes emergirem à análise. O método de codificação adotado foi a codificação estrutural (SALDAÑA, 2009), que, de acordo com o autor, é particularmente apropriada para estudos que empregam múltiplos participantes, protocolos semiestruturados de coleta de dados, testes de hipótese e investigações exploratórias para reunir tópicos em temas ou categorias maiores. As estatísticas descritivas, os resultados dos testes estatísticos e evidências organizadas a partir das transcrições das entrevistas foram interpretados conjuntamente a fim de se conhecer as mudanças nas estratégias de modos de vida e os motivos pelos quais tais mudanças ocorreram.

## Resultados e discussão

As análises das variáveis tabuladas evidenciaram mudanças tanto na principal atividade econômica (Tabela 3) quanto na atividade complementar (Tabela 4) das famílias reassentadas. Anteriormente ao reassentamento, figuravam como principais atividades econômicas a agricultura, a pesca e o setor de comércio e serviços.

Tabela 3. Resultados para mudança na principal atividade econômica

		Principal atividade depois							
				Criação de	Comércio		Assistência		
		Agricultura	Pesca	animais	/serviços	Emprego	Garimpo	social	Total
Principal atividade antes	Agricultura	10	2	1	0	1	0	3	17
	Extrativismo	0	0	0	2	0	0	3	5
	Pesca	7	2	0	1	2	0	4	16
	Comércio /serviços	2	0	0	6	2	0	2	12
	Emprego	0	0	0	3	2	0	2	7
	Garimpo	0	0	0	2	0	1	1	4
Total		19	4	1	14	7	1	15	61

Tabela 4. Resultados para mudança na atividade econômica complementar

		Atividade complementar depois							
		Agricultura	Pesca	Criação de de animais	Comércio /serviços	Emprego	Assistência social	Nenhuma	Total
Atividade comple- mentar antes	Agricultura	3	1	2	1	0	1	7	15
	Extrativismo	2	1	2	0	1	0	0	6
	Pesca	2	1	1	3	0	1	5	13
	Criação de animais	0	0	1	0	0	0	0	1
	Comércio /serviços	0	0	1	1	0	2	4	8
	Emprego	0	1	0	0	0	0	0	1
	Garimpo	0	0	0	0	0	0	1	1
	Nenhuma	0	1	4	2	0	0	9	16
Total		7	5	11	7	1	4	26	61

De acordo com as pessoas entrevistadas em campo, essas atividades eram realizadas de maneira majoritariamente artesanal, sem emprego intensivo de tecnologia ou outro tipo de ativo físico ou infraestrutura, como energia elétrica e maquinário ou insumos. Posteriormente ao



reassentamento, mantiveram sua importância a agricultura e o setor de comércio/serviços, mas a pesca já não figura entre as principais atividades. Em seu lugar, aparece a renda a partir da assistência social. Agricultura e pesca desempenhavam também papel importante no rol de atividades complementares pré-reassentamento, além da significativa parcela de pessoas que declararem não possuir atividade complementar alguma. Já na situação pós-reassentamento, a maioria das pessoas declarou não possuir atividade complementar, enquanto a criação de animais (bovinos, sobretudo) e a agricultura figuraram como importantes.

A partir dos dados expostos nas Tabelas 3 e 4 pode-se notar quatro movimentos principais. Primeiro, a migração de pessoas que antes subsistiam da pesca para outras atividades econômicas. Segundo o estabelecimento da assistência social como fonte de renda posteriormente ao reassentamento. Terceiro, o declínio completo do extrativismo. Quarto, a introdução da pecuária como importante atividade complementar. A codificação das entrevistas transcritas permitiu explorar as razões desses movimentos e indicar como a interação das populações com os recursos naturais influenciou algumas mudanças.

O abandono da pesca aconteceu pela conjunção da mudança do rio (ocasionada pela própria instalação das usinas hidrelétricas) e da falta de conhecimento das pessoas reassentadas em lidar com essas novas condições ambientais. Toda dinâmica do rio Madeira foi alterada em função da operação das usinas hidrelétricas instaladas, influenciando a distribuição e disponibilidade dos recursos pesqueiros com os quais aquelas populações haviam se habituado a trabalhar. Nesse caso, a transformação ambiental influenciou diretamente a transição de modos de vida. A prática agrícola e a subsistência a partir da assistência social foram as principais alternativas adotadas. A opção pela agricultura foi facilitada pela assistência técnica provida no âmbito do plano de gestão ambiental dos empreendimentos, que consistiu basicamente no estímulo à atividade agrícola dos reassentados. Essa agricultura, vale ressaltar, guarda diferenças com aquela antigamente praticada nas várzeas do Madeira. Ela

está baseada na aplicação de insumos agrícolas e no emprego de maquinário, como tratores, a fim de elevar a produtividade das lavouras. A principal cultura estimulada foi a da mandioca. Junto da dificuldade em lidar com as novas condições ambientais (impostas tanto pelo deslocamento em si quanto pela abrupta mudança ambiental causada pelas usinas hidrelétricas), a assistência técnica provida reforçou um movimento de transição da pesca para a agricultura semi-mecanizada.

O abandono da pesca está também ligado à ascensão da importância da assistência social como fonte de renda principal ou complementar no pós-reassentamento. Enquanto algumas pessoas passaram da pesca para a agricultura, outras não conseguiram adaptar-se à nova forma de produzir demanda pelas novas condições ambiental e sugerida pela assistência técnica provida no processo de reassentamento. A aposentadoria (daqueles com idade mais avançada) ou o acesso a programas sociais (como bolsa-família). É importante notar que a possibilidade de se aposentarem foi viabilizada pela existência das associações de produtores rurais, as quais foram estabelecidas ou estimuladas no âmbito do plano de gestão ambiental dos empreendimentos.

O declínio da atividade de extrativismo foi também atribuído à mudança na dinâmica do rio Madeira, que em conjunto com a inexistência de vegetação nativa nos lotes de reassentamento configurou uma situação em que as espécies exploradas por extrativistas não estão mais disponíveis. A colheita de açaí, castanha, pupunha e outros produtos fazia antes parte da renda, do cotidiano e da segurança alimentar das comunidades. Das pessoas que mencionaram praticar extrativismo, nenhuma afirmou ser essa sua atividade econômica principal ou complementar.

O movimento de introdução da pecuária aconteceu de forma mais incisiva no reassentamento rural da usina hidrelétrica de Jirau. Nesse projeto, a gestão do processo de reassentamento estimulou que as pessoas investissem os recursos de compensação na compra de gado, medida justificada pela aptidão das terras a essa atividade. A assistência técnica provida às comunidades teve também papel fundamental nessa transição.

Nesse sentido, evidencia-se que as mudanças ambientais (sejam elas associadas ao barramento do rio Madeira ou às características vegetacionais e pedológicas das áreas de reassentamento) contribuíram com a transição de estratégias de modos de vida das populações compulsoriamente deslocadas pela instalação das usinas hidrelétricas do Madeira. Vale ressaltar que este trabalho não mensura em que medida tal contribuição ocorre, mas ele organiza evidências de fenômenos que apontam a importância de se considerar o contexto ambiental no qual as populações deslocadas se inserem para desenhar e implementar estratégias de gestão dos impactos advindos do deslocamento forçado.

### **Considerações finais**

O processo de deslocamento forçado, tradicionalmente estudado sob a ótica estrita das ciências sociais, pode ser compreendido de uma perspectiva diferenciada se analisado à luz da interface entre ciências sociais e humanas. A análise proposta evidencia que o ambiente em que as comunidades estudadas estão inseridas é fundamental à reprodução de modos de vida tradicionalmente empregados e que, no caso das usinas hidrelétricas do Madeira, no qual o deslocamento forçado foi acompanhado de abruptas e significativas mudanças ambientais, as comunidades deslocadas tenderam a mudar suas estratégias de modos de vida considerando que não têm mais acesso a recursos naturais antes disponíveis. Esse acesso é viabilizado através da combinação de outros fatores dos modos de vida, como conhecimento técnico ou tradicional. Assim, é importante considerar a dimensão ambiental na concepção e implementação de medidas de gestão do deslocamento forçado.

### **Agradecimentos**

As autoras e os autores agradecem a todas as pessoas que aceitaram participar da pesquisa, bem como todos os parceiros que viabilizaram o trabalho de campo realizado.

Agradecemos, ainda, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa.

## Referências

- ANGELSEN, A. et al. Measuring livelihoods and environmental dependence: methods for research and fieldwork. London: Earthscan, 2011.
- DFID, D. FOR I. D. Sustainable Livelihoods Guidance Sheets Framework Introduction Vulnerability Transforming Context, 1999. Disponível em: <<http://www.eldis.org/vfile/upload/1/document/0901/section2.pdf%3E>>
- ÉGRÉ, D.; SENÉCAL, P. Social impact assessments of large dams throughout the world: lessons learned over two decades. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 21, n. 3, p. 215-224, 2003.
- FEARNSIDE, P.M., 2014. Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science and Policy*, v. 38, p.164-172. 2014.
- FURNAS Centrais Elétricas S.A (FURNAS), 2005. Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente das Usinas Hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau. Rio de Janeiro: Furnas.
- GUNDERSON, L.; HOLLING, C. Panarchy. 2002. PARTE 2.pdf. In: Panarchy. [s.l: s.n.].
- LERER, L. B.; SCUDDER, T. Health impacts of large dams. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 19, n. 2, p. 113-123, 1999.
- MAYRING, P. Qualitative Content Analysis: Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution. [s.l: s.n.].
- OLIVER-SMITH, A. Introduction - Development-Forced Displacement and Resettlement: A Global Human Rights Crisis. *Development-Forced Displacement and Resettlement: A Global Human Rights Crisis*, p. 3-23, 2009.
- OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, v. 325, n. 5939, p. 419-422, 2009.

RIBEIRO, A.M.; ANDRADE, L.C.; MORET, A. D. S. Os estabelecidos e os outsiders da Amazônia: uma reflexão sociológica acerca de um projeto de reassentamento em Rondônia, Brasil. *Territórios & Fronteiras*, v. 8, n. 2, p. 275-290, 2015.

ROSENBERG, D. M.; BODALY, R. A.; USHER, P. J. Environmental and social impacts of large scale hydro-electric development: Who is listening? *Global Environmental Change*, v. 5, n. 2, p. 127-148, 1995.

SALDAÑA, J. *The coding manual for qualitative researchers*. 2009. [s.l: s.n.].

SAYATHAM, M.; SUHARDIMAN, D. Hydropower resettlement and livelihood adaptation: The Nam Mang 3 project in Laos. *Water Resources and Rural Development*, v. 5, p. 17-30, 2015.

TILT, B.; BRAUN, Y.; HE, D. Social impacts of large dam projects: A comparison of international case studies and implications for best practice. *Journal of Environmental Management*, v. 90, p. S249-S257, 2009.

TILT, B.; GERKEY, D. Dams and population displacement on China's Upper Mekong River: Implications for social capital and social-ecological resilience. *Global Environmental Change*, v. 36, p. 153-162, 2016.

WALKER, B. et al. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, v. 9, n. 2, p. 5, 2004.

WALKER, B.; SALT, D. *Resilience Thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world*. 1st. ed. Washington: Island Press, 2006.

WORLD COMMISSION ON DAMS (WCD). *Dams and Development: A New Framework for Decision-Making*. London: Earthscan, 2000.

## Capítulo 4.2.4

### A ANEEL e a fiscalização de empreendimentos hidrelétricos na etapa de operação

*Henrique Paiva de Paula*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

As atribuições legais do órgão regulador de energia elétrica no Brasil –ANEEL - envolvem a fiscalização da produção, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, e sob essa ótica deve ser realizada. Dessa forma, não conformidades eventualmente encontradas, seja em processos de fiscalização realizados nos moldes tradicionais (fiscalização *in loco*), seja nos moldes atualmente empregados pela agência (fiscalização responsiva, promoção de conformidade regulatória, etc.), seja por meio de demandantes de atividades de fiscalização (MP, órgãos de controle externo, cidadãos denunciante, etc.), são avaliados sob a ótica energética e, caso necessário, encaminhados a demais órgãos fiscalizadores para eventuais providências em suas áreas de atuação.

**Palavras-chave:** Setor elétrico; Agência reguladora; Hidrelétricas

#### **Abstract**

The legal attributions of the Brazilian Electrical Energy Regulator involve overseeing production, transmission, distribution and consumption of electric energy, and should always take these aspects into consideration. Therefore, nonconformities eventually identified in oversight processes carried out in the traditional manner (on-site inspection), either in the form currently employed by the agency (responsive inspection, promotion of regulatory compliance, etc.), or by means of actors demanding inspection activities (MP, external control bodies, reporting citizens, etc.) are to be assessed under the energetic perspective and, if necessary, forwarded to other institutions so they can take the appropriate measures.

**Keywords:** Electric sector; Regulatory agency; Hydroelectric plants

---

<sup>1</sup> Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; henrique@aneel.gov.br.

## **Introdução**

As agências reguladoras têm como um de seus principais objetivos fiscalizar a prestação de serviços públicos praticados pela iniciativa privada. Há, no Brasil, 10 agências reguladoras que atuam nos segmentos de vigilância sanitária, telecomunicações, energia elétrica, água, petróleo, gás natural e biocombustíveis, aviação civil, dentre outros. No caso da energia elétrica, essa atribuição compete à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) desde sua lei de criação (BRASIL, 1996). Não só a ANEEL, mas outros entes reguladores criados durante a adoção do novo conceito de Estado Regulador no setor de energia receberam a atribuição de fiscalizar tais serviços. No setor de energia, não só a atividade de produção, mas as de transmissão, distribuição e comercialização também são fiscalizadas pelo Regulador.

No que tange a produção de energia elétrica proveniente de qualquer fonte, exceto a termonuclear, a atividade de fiscalização é realizada pela Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração da ANEEL (SFG) da ANEEL. Atualmente, a SFG tem passado por um importante processo de modernização de seus procedimentos de geração, buscando incorporar novos conceitos teóricos e práticos, além de boas práticas encontradas em outras instituições, de forma a oferecer à sociedade melhores níveis de qualidade na prestação dos serviços de energia elétrica (FERNANDES, 2018). Nessa linha, a ANEEL atua sempre com o foco no produto do serviço público que ela fiscaliza – a energia elétrica.

## **Discussão**

É sabido que as atividades de produção de energia elétrica, independentemente da fonte primária de energia, causam impactos de diversas ordens, tanto positivos quanto negativos. Sejam eles, sociais, ambientais, energéticos ou econômicos, tais impactos são sempre contemplados no processo de implantação das usinas geradoras. No caso

específico de usinas hidrelétricas, tais avaliações têm início nos estudos de inventário hidrelétrico, que buscam definir os locais dos barramentos ao longo de um rio ou bacia de forma a minimizar os impactos socioambientais e maximizar os impactos econômico-energéticos. Essas avaliações perpassam por todas as etapas de projeto de implantação de uma usina hidrelétrica e continuam ao longo de sua operação. Sendo assim, é de se esperar que os benefícios percebidos por uma usina hidrelétrica podem (e são) afetados pela qualidade dos estudos socioambientais realizados nas etapas de projeto e pelo adequado acompanhamento e mitigação/compensação dos impactos previstos (e imprevistos) na fase de operação.

A ANEEL, como agência responsável por fiscalizar a produção de energia elétrica no país verifica, em seus processos fiscalizatórios, a conformidade das usinas quanto a diversos requisitos legais para seu funcionamento, tais como a validade das licenças ambientais e de outorga de uso do recurso hídrico, bem como conformidade da operação em relação ao que foi autorizado ou concedido ao ente privado. Eventuais não conformidades identificadas, sejam elas de qualquer natureza, são avaliadas pela Agência no que tange os aspectos energéticos. Por exemplo, uma eventual interrupção na geração de energia de uma usina hidrelétrica devido a um acidente relacionado à ictiofauna é analisada sob a perspectiva de não entrega da energia ao sistema elétrico nacional, o que ocasionará uma notificação/autuação do agente. Certamente, em um caso como esse, caso a ANEEL seja o primeiro órgão a identificar o acidente, irá comunicar aos demais órgãos envolvidos sobre o ocorrido – no caso, órgãos ambientais estaduais e/ou o IBAMA. Esses órgãos, por sua vez, serão os responsáveis por fiscalizar e, eventualmente, autuar o agente na esfera ambiental.

Como já mencionado, o processo de fiscalização da ANEEL tem se modernizado e as ações de fiscalização empregam diversas metodologias, desde a aplicação de instrumentos de fiscalização responsiva e promoção de conformidade regulatória, até a obtenção de informações por meio de



demandantes de atividades de fiscalização, como os ministérios públicos, órgãos de controle externo, cidadãos denunciante, dentre outros<sup>3</sup>. Independentemente da forma com que a Agência obtém os dados necessários aos seus processos internos de fiscalização, a ótica de avaliação de eventual infração é realizada sob a perspectiva energética, ou seja, qual o impacto de determinada não-conformidade na obrigação contratual do agente - produzir energia.

Assim, tendo em vista que os processos de fiscalização que identificam não-conformidades que venham a afetar o desempenho operacional das usinas podem gerar processos punitivos, há o incentivo para que o agente responsável pelo empreendimento evite originar tais ocorrências. Contudo, tem-se buscado, com esse novo modelo de fiscalização em implementação pela Agência, atuar não apenas de forma coerciva, mas também buscando a promoção e a prevenção da conformidade regulatória. Um exemplo disso é o aumento no envio de informações, por parte dos agentes, que são requeridas pela SFG em processos de fiscalização. Ações mais simples, tais como a publicação de guias online, suporte por telefone e publicação da classificação do desempenho das empresas e das usinas, levaram a um expressivo aumento no recebimento dessas informações, que são de grande importância nos processos de fiscalização e contribuem para, dentre outros objetivos, avaliar o cumprimento de contratos e regras relativos à implantação e operação de usinas no país.

## **Conclusões**

As agências reguladoras possuem o papel legal de fiscalizar a prestação de serviços públicos por entes privados e, nessa linha, a ANEEL fiscaliza diversos processos, dentre eles o de produção de energia elétrica no Brasil. No que tange a operação de usinas hidrelétricas, a principal forma de ação da agência reside em seu processo de fiscalização, que passa pela coleta e análise de dados e permite, a partir daí, traçar o caminho a

ser tomado em relação à conduta do agente e eventual punição ou promoção da conformidade regulatória. Tal avaliação sempre tem, como foco, o impacto da não-conformidade na entrega da energia para o sistema nacional, seara que a ANEEL possui competência técnica e legal para analisar. Certamente, a articulação com outros órgãos, quando necessário, é realizada e nada impede que uma não-conformidade gere sanções de mais de um órgão fiscalizador para o mesmo agente.

## **Referências**

BRASIL. 1996. Lei N° 9.427, de 26 de novembro de 1996, disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm).

FERNANDES, C. A reforma do modelo de fiscalização do setor elétrico brasileiro. Publicado em 29 de abril de 2018 em <https://www.linkedin.com/pulse/reforma-do-modelo-de-fiscaliza%C3%A7%C3%A3o-setor-el%C3%A9trico-camilla/>.

## Capítulo 4.2.5

### Hidrelétricas em Rondônia: vetores de desenvolvimento desigual

*Neiva Araujo*<sup>1</sup>

*Evandro M. Moretto*<sup>2</sup>

#### **Resumo**

A construção de hidrelétricas na Amazônia iniciou nos anos 60, perdeu até o fim dos anos 80 e foi retomada nos anos 2000, sob os argumentos da crise energética brasileira e da possibilidade de impulsionar o desenvolvimento regional. Ao longo desses anos, Rondônia recebeu as UHEs Samuel (anos 80), Jirau, Santo Antônio, Rondon II (anos 2000) e Tabajara (2020), sendo todas elas antecedidas pela menção de que possibilitariam benefícios sociais e econômicos, promessa que será analisada a partir dos índices de desenvolvimento humano, observando-se as dimensões social e econômica. Os resultados são comparados com hidrelétricas construídas em diferentes partes do mundo, do Brasil e da Amazônia, a fim de comparar semelhanças e diferenças quanto aos impactos e aos benefícios gerados. Na dimensão social, para a variável demografia, nas décadas de 1990 e 2000, houve um crescimento populacional maior nos municípios alagados ou futuramente alagados. A dimensão econômica apontou que o IDH renda para a década de 2000 foi menor nos municípios alagados. Esses resultados corroboram a hipótese de que as hidrelétricas construídas em Rondônia reproduzem padrões de desenvolvimento verificados na escala global, nacional e regional, apesar dos benefícios temporários (empregos e PIB). A análise dos efeitos decorrentes da construção de hidrelétricas em Rondônia enquadra-se nos preceitos da Teoria do Desenvolvimento Geográfico Desigual de David Harvey, seja pelo estímulo de conflitos em relação ao uso dos recursos naturais e sua espoliação nas localidades onde são construídas as hidrelétricas, seja pelo papel do Poder Público que auxilia na reprodução do capital, colaborando para que os bônus da

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Rondônia; Curso de Direito; neiva.araujo@unir.br.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH e Instituto de Energia e Ambiente-IEE; Universidade de São Paulo - USP; evandromm@usp.br.

construção de hidrelétricas fique na escala macro (nacional e global) e os ônus distribuídos à escala micro (local e regional).

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Humano; Hidrelétricas; Impactos; Rondônia

### **Abstract**

The construction of hydroelectric dams in the Amazon began in the 1960s, lasted until the end of the 1980s, and started again in the 2000s, due to of the Brazilian energy crisis and the possibility of boosting regional development. During these years, Rondônia constructed the Samuel (1980s), Jirau, Santo Antônio, Rondon II (2000s) and Tabajara (2010s) Large hydroelectric power plants (UHE). All of the plants promised to bring social and economic benefits, a promise that will be analyzed under the perspective of the human development indexes, focusing on the social and economic dimensions. The results will be compared with hydroelectric plants constructed in distinct parts of the world, Brazil and the Amazon region, to compare similarities and differences in impacts and benefits generated. For the variable demography in the social dimension, we observed a higher population growth in the cities flooded or to be flooded in the decades of 1990 and 2000. For the economic dimension, we registered that the HDI income for the 2000s was lower in flooded municipalities. These results corroborate the hypothesis that hydroelectric dams built in Rondônia follow development patterns verified at the global, national and regional scales, despite the temporary benefits (jobs and GDP). The analysis of the development effects arising from the construction of hydroelectric plants in Rondônia is framed under the precepts of the Unequal Geographic Development Theory of David Harvey, either by the stimulation of conflicts in relation to the use of natural resources and their plundering in the localities where hydroelectric plants are built, or by the role of Public Power, which assists in the reproduction of capital, helping to ensure that the hydroelectric construction bonuses are on the macro (national and global) scale and the burdens distributed at the micro (local and regional) scale.

**Keywords:** Human development; Hydropower dams; Impacts; Rondônia

### **Introdução**

A opção pelas análises global, nacional e regional (local) dos impactos gerados por hidrelétricas, justifica-se do ponto de vista global, pelo discurso de escassez de água, aquecimento global e pela necessidade de reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Na escala nacional deve-se aos problemas envolvendo gestão de águas, justiça social e territorial, e, pelas perdas ocorridas nas linhas de transmissão, assim como pela distribuição

dos ônus e dos bônus dos impactos. Na escala regional (Amazônia) há de se considerar: i) o paradoxo entre a abundância de água e a falta de acesso à água; ii) os possíveis riscos e impactos advindos da construção de hidrelétricas; iii) a possibilidade de construir eclusas nas hidrelétricas, para navegação e escoamento das *commodities* produzidas no Centro-Oeste do Brasil (BECKER, 2010).

Tem-se como problema de pesquisa a promessa de desenvolvimento é um dos argumentos justificadores de projetos hidrelétricos, os quais são cercados por impactos, discussões envolvendo violações de direitos humanos e mecanismos para a reprodução do capital, em especial no que se refere ao uso de recursos naturais e quem pode ou não acessá-los.

O objetivo geral deste trabalho consiste em identificar se as hidrelétricas construídas em Rondônia contribuíram, ao longo dos anos, para o desenvolvimento da região e analisar se a implantação da UHE Tabajara criará mecanismos para alavancar o desenvolvimento do município alagado e da região. Os objetivos específicos têm como base os indicadores sociais e econômicos, e, desdobram-se em: Verificar se a construção de hidrelétricas em Rondônia colaborou para: a) O desenvolvimento da região; b) Analisar se os dados encontrados em projetos hidrelétricos do mundo, do Brasil e da Amazônia, reproduzem o padrão verificado em Rondônia; c) Entender como ocorreu em Rondônia, no processo de construção de hidrelétricas, o fenômeno descrito por David Harvey na Teoria do Desenvolvimento Geográfico Desigual.

## **Material e métodos, resultados e discussão**

Hadjimichalis (2003) explica que “as políticas espaciais, regionais, nacionais ou globais, são fundamentalmente sobre diferentes formas de ‘imaginar’ o mundo e a capacidade desigual para endossar essas imaginações”. Por isso, a necessidade de uma análise sob as perspectivas global, nacional e local, com enfoque em municípios e em grupos de pescadores e ribeirinhos, para explicar se as hidrelétricas colaboraram

para o desenvolvimento em Rondônia e se houve o que Harvey chama de Desenvolvimento Geográfico Desigual, quando da construção de tais empreendimentos no estado, no decorrer das décadas.

Utilizou-se para a realização desta pesquisa o método indutivo, pois “tem o desígnio de ampliar o alcance dos conhecimentos [...] através da evidência observacional e da generalização científica” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 92), tal escolha deve-se ao intuito de analisar se os problemas decorrentes de projetos hidrelétricos em Rondônia assemelham-se a outros empreendimentos no mundo, no Brasil e na Amazônia. Eleitos dois métodos de procedimento para a pesquisa. Histórico diante do processo de coleta de informações relativas a hidrelétricas implantadas no mundo, no Brasil e em Rondônia. O método estatístico decorreu da análise de correlação entre hidrelétricas e desenvolvimento regional em Rondônia, a fim de compreender as peculiaridades que envolvem tais populações e verificar se a descrição contida na bibliografia de que as populações mais vulneráveis (pescadores, mulheres, crianças, ribeirinhos) costumam ser mais impactadas (BUI; SCHREINEMACHERS; BERGER, 2013).

Como estratégia de pesquisa, o estudo de múltiplos casos (diferentes hidrelétricas no mundo e no Brasil) colaborou no entendimento de fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e afins. Em outras palavras, o método de estudo de caso permite ao pesquisador manter as características holísticas e significativas dos eventos da vida real, a exemplo de ciclos de vida indicativos, processos organizacionais e gerenciais, mudança de modo de vida das pessoas (YIN, 2003, p. 1-2). Para materializar o arranjo metodológico foram desenvolvidos procedimentos e etapas específicas: a. Revisão bibliográfica e aprofundamento do tema; b. Identificação das UHES analisadas; c. Identificação do Universo de Municípios; d. Seleção de variáveis e obtenção de dados secundários; e. Análise Quantitativa dos Dados; f. Análise Qualitativa dos Dados; g. Interpretação dos dados.

A composição de dados primários e secundários, em escalas diferentes e complementares, permitiu uma melhor compreensão das alterações no modo de vida das populações marginalizadas (ribeirinhos e pescadores), numa escala menor; e possibilitou a compreensão dos fenômenos surgidos com a implantação das hidrelétricas em uma escala maior, os municípios. Este estudo tem um viés quali-quantitativo. Quantitativo pelo uso de dados disponíveis no site do IBGE e na base de dados de TUCKER LIMA et al., 2016 e qualitativo em razão dos questionários aplicados aos pescadores e ribeirinhos. Os dados quantitativos consideraram dois grupos de municípios, alagados e não alagados em Rondônia, conforme dados do IBAMA a cada uma das hidrelétricas construídas, tais grupos foram analisados em duas décadas distintas 1990-2000 e 2000-2010, pois ainda não há dados suficientes para década atual. Tais dados foram complementados com dados de entrevistas aplicadas à população futuramente impactada pela UHE Tabajara.

A dimensão social avaliou demografia, educação e longevidade. No que se refere à demografia, embora não tenham sido verificadas diferenças estatísticas entre os grupos de municípios alagados e não alagados, considerando a população total, visualizou-se que os crescimentos da população total são semelhantes entre os dois grupos de municípios durante a década de 1990, quando não havia canteiros de obras de hidrelétricas ativos. Já na década de 2000, também sem diferenças estatísticas, o crescimento da população total foi maior no grupo dos municípios que abrigaram os novos canteiros de obras das três usinas hidrelétricas em construção. O impacto das migrações gera uma gama de impactos sociais subsequentes, abrangendo mudanças no tamanho e na estrutura do grupo familiar; riscos à saúde (LERER; SCUDDER, 1999); alterações nas oportunidades de emprego e de geração de renda; alteração no acesso e no uso de recursos terrestres e hídricos; mudanças nas redes sociais e na integridade comunitária (FUGGLE; SMITH, 2000); e até a interrupção do bem-estar psicossocial dos indivíduos deslocados (SCUDDER, 2005; TILT; BRAUN; HE, 2009; WCD, 2000), além disso,

interfere na prestação dos serviços públicos (saúde, educação, mobilidade, segurança) que são colapsados pelo aumento populacional sem o adequado aumento da estrutura.

Quanto à educação, durante a década de 1990, verificou-se um maior crescimento das taxas de analfabetismo de 11 a 14 anos e de 18 a 24 anos nos municípios alagados ou futuramente alagados em relação aos municípios não alagados. Já na década de 2000, o maior crescimento das frequências escolares nos ensinos básico e fundamental ocorreu nos municípios não alagados em relação aos alagados, o que pode ser reflexo da alta demanda gerada pela migração positiva que ocorreu nos municípios que sediaram os canteiros de obras durante a construção das três hidrelétricas no período, fazendo com que o crescimento das frequências escolares nos municípios alagados fosse relativamente menor do que no outro grupo de municípios. Apesar do aumento do número de matrículas na década de 2000 não houve o aumento proporcional do número de escolas.

Em relação à longevidade, durante a década de 1990, a expectativa de vida, mortalidade infantil, sobrevida e o próprio IDH-longevidade cresceram mais nos municípios alagados ou futuramente alagados do que nos municípios não alagados, houve melhora em 4 dos indicadores analisados e piora em 2 deles (mortalidade infantil até 1 ano e até 5 anos). Na década de 2000, pressões demográficas podem ter aumentado as pressões negativas sobre a saúde nos municípios que sediaram os canteiros de obras, já que os indicadores de longevidade tiveram melhor desempenho nos municípios não alagados (DANKLMAIER et al., 2000; RADOVICH; BALAZOTE, 2007; RENSHAW et al., 1998; SANTOS, 2007).

Os dados primários indicam que as populações mais impactadas (pescadores e ribeirinhos) sofrem maiores impactos negativos, pois as alterações no seu modo de vida e alimentação têm impactos diretos na longevidade. Ademais, a precária infraestrutura de serviços públicos é agravada com as pressões externas no ambiente.



A dimensão econômica não apresentou diferenças, durante a década de 1990, entre o grupo de municípios alagados e não alagados às variáveis de renda. Já na década de 2000, os municípios não alagados tiveram melhor desempenho em 3 das 4 variáveis analisadas (maior crescimento das rendas per capita do terceiro e quarto quintis mais pobres da população e do IDH-renda).

Em relação à dimensão econômica, os dados primários mantém a mesma tendência, já que a fonte de renda, proveniente da agricultura familiar e da pesca, é impactada pelos processos de realocação, que nem sempre respeitam os hábitos e costumes locais.

### **Considerações finais**

As principais contribuições deste trabalho consistem nos resultados de análises pormenorizadas (qualiquantitativas) dos impactos nas dimensões social, econômica e ambiental aos municípios onde construídas hidrelétricas em Rondônia, na condição de alagados e de não alagados; e o comparativo destes resultados àqueles indicados na literatura em relação a outras hidrelétricas construídas no mundo, no Brasil e na Amazônia. Tais análises apontaram uma similaridade de impactos nas dimensões estudadas, o que abrange, inclusive, os discursos justificadores da construção de projetos hidrelétricos, portanto, tais projetos construídos em diferentes partes do Brasil e do mundo reproduzem o padrão encontrado em Rondônia, em menor ou maior escala.

Sob a ótica da Teoria do Desenvolvimento Geográfico Desigual, verifica-se no processo de construção de hidrelétricas: i) a espoliação de recursos naturais ii) a ocorrência de lutas políticas sociais e de classe; iii) a divisão desigual dos ônus e dos bônus, pois enquanto a população local impactada arca com prejuízos e obtém pouco ou nenhum benefício, as escalas nacional e global recebem os ônus, através do impulso à indústria; iv) o papel do Estado é bastante claro à medida que a maioria dos agentes

políticos defendem tais projetos, posicionando-se a favor do capital e não de seus representados (população).

Embora as hidrelétricas gerem benefícios temporários, eles não perduram no período pós-construção. Ao final das obras, as desigualdades regionais evidenciam-se novamente, gerando instabilidades, que justificarão outros projetos. Portanto, embora a promessa de desenvolvimento esteja acoplada à construção de hidrelétricas, ela não se materializa, no projeto futuro argumenta-se que será diferente e que o novo projeto hidrelétrico gerará melhorias, criando, assim, um ciclo de repetições, onde fica evidente o porquê das desigualdades regionais (desenvolvimento geográfico desigual), pois sem elas o argumento do ‘desenvolvimento’ e do ‘progresso’ não encontrariam espaço para se disseminar.

A partir do momento que as hidrelétricas não geram desenvolvimento humano local, tampouco cessam ou minimizam as diferenças regionais verifica-se pois que tais diferenças são necessárias para que os ônus e bônus sigam distribuídos de modo desigual, criando uma equação onde o grupo que abrange a escala micro tende a ‘perder-perder’ e a escala macro tende a ‘ganhar-ganhar’.

### **Agradecimentos**

CAPES; FAPERO; FAPESP; NSF.

### **Referências**

- BECKER, B. K. Novas territorialidades na Amazônia: desafio às políticas públicas. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 5, n. 1, p. 17-23, abr. 2010.
- BUI, T. M. H.; SCHREINEMACHERS, P.; BERGER, T. Hydropower development in Vietnam: Involuntary resettlement and factors enabling rehabilitation. Land Use Policy, v. 31, p. 536-544, 2013.

- DANKLMAIER, C. M. et al. WCD Thematic Review Social Issues I.3 Displacement, Resettlement, Rehabilitation, Reparation, and Development With contributions from The WCD Knowledge Base. 2000.
- FUGGLE, R.; SMITH, W. T. Experience with Dams in Water and Energy Resource Development In The People's Republic Of China. Cape Town: [s.n.]. Disponível em: <[http://s3.amazonaws.com/zanran\\_storage/www.dams.org/ContentPages/9035158.pdf](http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.dams.org/ContentPages/9035158.pdf)>. Acesso em: 27 jul. 2017.
- LERER, L. B.; SCUDDER, T. Health impacts of large dams. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 19, n. 2, p. 113-123, 1999.
- MARCONI, M. DE A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- RADOVICH, J. C.; BALAZOTE, A. Efeitos socioambientais resultantes da produção hidroenergética na região Comahue. Uma análise sobre a constituição, o funcionamento e a privatização da Hidronor S.A. In: VERDUM, R. *Integração, usinas hidroelétricas e impactos socioambientais*. Brasília: INESC, 2007.
- RENSHAW, M. et al. A rapid health impact assessment of the Turkwel Gorge hydroelectric dam and proposed irrigation project. *Impact Assessment and Project Appraisal*, v. 16, n. 3, p. 215-226, set. 1998.
- SANTOS, G. M. *Pesca e Ictiofauna no Rio Madeira*. p. 94-119, 2007.
- SCUDDER, T. *The Future of Large Dams*. [s.l.] Routledge, 2005.
- TILT, B.; BRAUN, Y.; HE, D. Social impacts of large dam projects: A comparison of international case studies and implications for best practice. *Journal of Environmental Management*, v. 90, p. S249-S257, jul. 2009.
- TUCKER LIMA, J. M. et al. A social-ecological database to advance research on infrastructure development impacts in the Brazilian Amazon. *Scientific Data*, v. 3, p. 160071, 30 ago. 2016.
- WCD. *Dams and Development: A new framework for decision-making*. [s.l.: s.n.]. v. 23.

YIN, R. K. Case Study Research, design and methods. 3. ed. ed. Thousand Oaks; London; New Dehli: Sage Publications, 2003.

## Capítulo 4.2.6

### As barragens amazônicas do Brasil: impactos e tomada de decisão

*Philip M. Fearnside<sup>1</sup>*

#### **Resumo**

As barragens brasileiras na Amazônia têm grandes impactos sociais e ambientais, que são sistematicamente subestimados nos Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) no processo de licenciamento. A equipe técnica no IBAMA, responsável pelo licenciamento, tem sido ignorada para aprovar uma série de barragens, apesar dos altos impactos, da falta de consulta aos povos indígenas e dos EIAs inadequados. Há projetos de lei e propostas de emendas constitucionais que ameaçam desconfigurar ou até eliminar o sistema de licenciamento como um todo. O uso de “suspensões de segurança” neutraliza, em grande parte, o sistema judicial em seus esforços para fazer cumprir a lei que exige a consulta aos povos indígenas ou para obrigar o cumprimento das exigências do licenciamento ambiental. A gravidade deste quadro é evidente, mas entendê-lo é o primeiro passo para que sejam mudados os sistemas de tomada de decisão e de licenciamento que levam aos impactos ilustrados pela história recente na Amazônia. O Brasil dispõe de amplas opções energéticas com impactos socioambientais menores do que as barragens que recebem prioridade hoje.

**Palavras-chave:** Licenciamento ambiental; EIA; Hidrelétricas

#### **Abstract**

Brazil's Amazon dams have major social and environmental impacts, which are systematically underestimated in the environmental impact assessments (EIAs) submitted for licensing. The technical staff responsible for licensing has been overridden to approve a series of dams despite high impacts, no consultation with Indigenous peoples and inadequate EIAs. Pending legislation and constitutional amendments threaten either gutting or abolishing outright the entire licensing system. The use of “security

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA; pmfearn@inpa.gov.br

suspensions” has largely neutralized the judicial system in its efforts to enforce regulations requiring consulting Indigenous peoples or for fulfilling environmental licensing requirements. The seriousness of this picture is evident, but understanding it is the first step toward in changing the decision-making and licensing systems that lead to the impacts illustrated by recent history in the Amazon. Brazil has ample energy options with less socio-environmental impacts than the dams that receive priority today.

**Keywords:** Environmental licensing; Impact assessment; Hydropower

## **Os processos de tomada de decisão e licenciamento**

Uma série de casos nos últimos anos ilustra os grandes impactos de barragens na amazônica e a necessidade de melhorar os processos de tomada de decisão e de licenciamento. A pesar de discurso contrário, o processo de licenciamento não faz parte da tomada de decisão sobre essas obras. A decisão real sobre a construção ou não de uma barragem é tomada por poucas pessoas no governo muito antes da elaboração dos estudos ambientais, a realização de audiências públicas e a análise pelo órgão ambiental das informações levantadas. Por serem tomadas antes de levantar informações sobre impactos, as decisões políticas ignoram muitas das consequências sociais e ambientais, e o processo de licenciamento acaba sendo um passo burocrático para legalizar as decisões já tomadas. O processo de licenciamento pode ser sujeito a irregularidades que resultam na aprovação de licenças apesar de grandes impactos e injustiças (FEARNSIDE, 2018a, b).

### **Barragens recentes na Amazônia brasileira**

As barragens de Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, ilustram esses problemas (FEARNSIDE, 2013a, 2014a, b, c, 2018c). Pareceres técnicos do IBAMA de centenas de páginas argumentando contra a aprovação das licenças (e.g., DEBERDT et al., 2007) foram passados por cima após trocas de chefias dentro do órgão (FEARNSIDE, 2014b). As irregularidades no licenciamento são apenas um dos vários problemas referentes à certificação dessas barragens como “desenvolvimento sustentável” pelo

Ministério de Ciência e Tecnologia para fins de obter crédito de carbono através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (FEARNSIDE, 2013b, 2015a).

No caso de Belo Monte, o EIA tem múltiplas falhas (e.g., SANTOS; HERNANDEZ, 2009; FEARNSIDE, 2011, 2017a; VILLAS-BÔAS et al., 2015; MAGALHÃES; DA CUNHA, 2017; RITTER et al., 2017). Assim como no caso das barragens no rio Madeira, pareceres técnicos do IBAMA de centenas de páginas argumentando contra a aprovação das licenças (e.g., BRASIL, IBAMA, 2011, 2015) foram passados por cima, neste caso com duas trocas do Presidente do IBAMA (FEARNSIDE, 2012, 2017b, c).

No caso da hidrelétrica de São Luiz do Tapajós, que ainda não foi licenciada, o processo de licenciamento apresentou uma série de irregularidades (DE SOUSA JÚNIOR, 2014; NITTA; NAKA, 2016; ALCARON et al., 2016), sendo especialmente falha a parte sobre impactos nos povos indígenas (FEARNSIDE, 2015b, c). O fato de que o reservatório inundaria parte de Sawré Muybu, uma área indígena cuja oficialização tem sido sucessivamente impedida devido ao interesse de partes do governo mais poderosas do que a FUNAI. O decreto inicial para criação desta terra indígena foi publicado em 19 de abril de 2016. O decreto é apenas o primeiro passo em um processo que leva, em média, oito anos para chegar à homologação, que oficializa uma Terra Indígena (LEITE, 2018). Em 04 de agosto de 2016 o IBAMA “arquivou” o processo de licenciamento (DE ARAÚJO, 2016). No entanto, a MME continua com os planos para a obra, embora com o cronograma adiado (e.g., NUNES; NEDER, 2016).

O “arquivamento” do licenciamento de São Luiz do Tapajós é uma frágil proteção, pois outros dirigentes do órgão ambiental poderiam o “desarquivar” no futuro (FEARNSIDE, 2016a). Várias propostas legislativas ameaçam a existência da área indígena Sawré Muybu, que justificou o arquivamento do EIA. Uma é PLS-168/2018, introduzido no Senado Federal em 10 de abril de 2018 pelo autor Senador Acir Gurgacz, que tramita na Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania (CCJ) com relatoria do Senador Romero Jucá, tira consideração de qualquer área

indígena que não seja homologada (Art. 30) (BRASIL, SENADO FEDERAL, 2018). Outra ameaça é a PEC-215, que tramite na Comissão Especial PEC 215/2000 da Câmara dos Deputados e que tiraria de FUNAI toda autoridade para criar terras indígenas (BRASIL, CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018). Outra é PEC-65, de autoria do Senador Acir Gurgacz, que foi aprovada pelo CCJ em 26 de abril de 2018 e espera votação em plenária no futuro próximo, e que faz a mera entrega de um EIA uma autorização automática para construir obras como barragens (BRASIL, SENADO FEDERAL, 2016).

A hidrelétrica de Teles Pires causou sérios impactos ambientais e sociais, e também uma série de irregularidades no licenciamento (FEARNSIDE, 2013a, 2015d; MORETTO et al., 2016). O que destaca mais é a destruição com dinamite, e depois com inundação, do local mais sagrado do povo Munduruku: a cachoeira das Sete Quedas, onde os espíritos dos respeitados anciões do grupo vão depois da morte (BRANFORD; TORRES, 2017a).

No caso da hidrelétrica de São Manoel, a barragem fica apenas 700 m de uma terra indígena, cujo povo não foi consultado sobre a obra. Repetido uso das “suspensões de segurança” permitiram a construção continuar até a conclusão apesar de violações legais (ver FEARNSIDE, 2015c). Os impactos sobre os povos indígenas têm provocado uma série de conflitos (e.g., BRANFORD; TORRES, 2017b). Um parecer do setor técnico de IBAMA recomendando contra a concessão da licença de operação (BRASIL, IBAMA, 2017) foi simplesmente ignorado, permitindo o enchimento do reservatório apesar de não cumprir os condicionantes, entre outras irregularidades (FEARNSIDE, 2017d).

### **Mudanças necessárias**

A necessidade de mudanças profundas é evidente a partir dos problemas mencionados neste breve texto, e principalmente nas referências citadas nele. A prioridade imediata é de manter as proteções



legais e institucionais que existem hoje, já que essas estão ameaçadas de desmonte em curto prazo (FEARNSIDE, 2016b, 2018b). Depois há de se melhorar os sistemas de tomada de decisão e de licenciamento para que as decisões reais sejam tomadas depois que sejam reunidas e democraticamente discutidas as informações sobre impactos e benefícios de diferentes propostas de obras e políticas. O uso de maneiras claras para minimizar vieses que são subjacentes a essas decisões, ligadas à corrupção e às agendas de diferentes grupos de interesses financeiros são necessárias. A política energética brasileira precisa de profundas reformas para deixar de exportar eletricidade na forma de produtos eletro-intensivos, como o alumínio, e de prover os benefícios de energia à população priorizando primeiramente a eficiência energética e depois as formas de geração com menores impactos, tais como eólica e solar (e.g., MOREIRA, 2012; BAITELO et al., 2013; FEARNSIDE, 2016c).

### **Agradecimentos**

As pesquisas do autor são financiadas por: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processos nº305880/2007-1, nº304020/2010-9, nº573810/2008-7, nº575853/2008-5), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) (processo nº 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) (PRJ13.03). Participação no evento foi custeada pelo projeto RCN - National Science Foundation.

### **Referências**

- ALARCON, D.F.; B. MILLIKAN; TORRES, M. (eds.). Ocekadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós. International Rivers Brasil, Brasília, DF. Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA. 2016, 534 p.
- BAITELO, R. et al. [R]evolução energética: A caminho do desenvolvimento. Greenpeace Brasil, São Paulo, SP., 2013, 79 p.
- BRANFORD, S.; TORRES, M. The end of a people: Amazon dam destroys sacred Mundurucu 'Heaven'. Mongabay, 05 de janeiro de 2017a.

BRANFORD, S.; TORRES, M. Brazil's Indigenous Munduruku occupy dam site, halt construction. Mongabay, 19 de julho de 2017b.

BRASIL, CÂMARA DOS DEPUTADOS. PEC 215/2000 Proposta de Emenda à Constituição. Câmara dos Deputados, Brasília, DF. 2018.

BRASIL, IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). Parecer No 52/2011AHE Belo Monte-COHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Ref: Análise da solicitação de Licença de Instalação da Usina Hidrelétrica Belo Monte, processo No 02001.001848/2006-75. IBAMA, Brasília, DF. 252 p, 2011. <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/index.php>

BRASIL, IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). Parecer No. 02001.003622/2015-08. UHE Belo Monte - COHID/IBAMA. Ref.: Análise da solicitação de Licença de Operação da Usina Hidrelétrica Belo Monte, processo n° 02001.001848/2006-75. IBAMA, Brasília, DF. 272 p, 2015.

BRASIL, IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). Parecer Técnico n° 93/2017-COHID/CGTEF/DILIC; Número do Processo: 02001.004420/2007-65; Interessado: Empresa de Energia São Manoel S.A. IBAMA, Brasília, DF. 132 p, 2017.

BRASIL, SENADO FEDERAL. 2016. Proposta de Emenda à Constituição n° 65, de 2012. Senado Federal, Brasília, DF. <http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/109736>

BRASIL, SENADO FEDERAL. 2018. Projeto de Lei do Senado N° , DE 2018 Regulamenta o licenciamento ambiental previsto no inciso IV do § 1º do art. 225 da Constituição Federal e dispõe sobre a avaliação ambiental estratégica. Senado Federal, Brasília, DF. <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7715621&disposition=inline>

DE ARAÚJO, S. M. V. G. Despacho 02001.018080/2016-41 Gabinete da Presidência/IBAMA. Assunto: Processo n° 02001.003643/2009-77- AHE São Luiz do Tapajós. 04 de agosto de 2016. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, DF. <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/documentos/2016/arquivamento.pdf>

DEBERDT, G. et al. Parecer Técnico No. 014/2007 – FCOHID/CGENE/DILIC/IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília, DF. 121 p, 2007. Disponível em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Madei raparecer.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Dossie/Mad/Documentos%20Oficiais/Madei raparecer.pdf).

DE SOUSA JÚNIOR, W.C. (ed.). Tapajós: Hidrelétricas, Infraestrutura e Caos. Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, São José dos Campos, SP, 192 p, 2014. [http://www.riosvivos.org.br/arquivos/site\\_noticias\\_2134831519.pdf](http://www.riosvivos.org.br/arquivos/site_noticias_2134831519.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Gases de efeito estufa no EIA-RIMA da hidrelétrica de Belo Monte. Novos Cadernos NAEA, v. 14, n. 1, p. 5-19, 2011.

FEARNSIDE, P. M. 2012. Belo Monte: A Spearhead for Brazil's Dam-Building Attack on Amazonia? Global Water Forum Discussion Paper 1210, Global Water Forum, Canberra, Austrália. [http://www.globalwaterforum.org/wp-content/uploads/2012/04/Belo-Monte-Dam-A-spearhead-for-Brazils-dam-building-attack-on-Amazonia\\_-GWF-1210.pdf](http://www.globalwaterforum.org/wp-content/uploads/2012/04/Belo-Monte-Dam-A-spearhead-for-Brazils-dam-building-attack-on-Amazonia_-GWF-1210.pdf). Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-13%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-13%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Decision-making on Amazon dams: Politics trumps uncertainty in the Madeira River sediments controversy. Water Alternatives, v. 6, n. 2, p. 313-325, 2013a. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-8%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-8%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Credit for climate mitigation by Amazonian dams: Loopholes and impacts illustrated by Brazil's Jirau Hydroelectric Project. Carbon Management, v. 4, n. 6, p. 681-696, 2013b. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-10%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-10%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Carbon credit for hydroelectric dams as a source of greenhouse-gas emissions: The example of Brazil's Teles Pires Dam. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, v. 18, n. 5, p. 691-699, 2013c. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro\\_Hidrelétricas\\_V-2-cap-22-Teles\\_Pires-MDL.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro_Hidrelétricas_V-2-cap-22-Teles_Pires-MDL.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy*, v. 38, p. 164-172, 2014a. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-7%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-7%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Madeira River dams: A setback for environmental policy in Amazonian development. *Water Alternatives*, v. 7, n. 1, p. 156-169, 2014b. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-9%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-9%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf)

FEARNSIDE, P. M. As barragens e as inundações no rio Madeira. *Ciência Hoje*, v. 53, n. 314, p. 56-57, 2014c.

FEARNSIDE, P. M. Tropical hydropower in the Clean Development Mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. *Climatic Change*, v. 131, n. 4, p. 575-589, 2015a. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-11%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V1/Cap-11%20Livro%20Hidrelétricas%20V.1.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Brazil's São Luiz do Tapajós Dam: The art of cosmetic environmental impact assessments. *Water Alternatives*, v. 8, n. 3, p. 373-396, 2015b. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro\\_Hidrelétricas\\_V-2-cap-24-S\\_L\\_Tapajós.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro_Hidrelétricas_V-2-cap-24-S_L_Tapajós.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Amazon dams and waterways: Brazil's Tapajós Basin plans. *Ambio*, v. 44, n. 5, p. 426-439, 2015c. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro\\_Hidrelétricas\\_V-2-cap-21-Tapajós.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro_Hidrelétricas_V-2-cap-21-Tapajós.pdf)

FEARNSIDE, P. M. A Hidrelétrica de Teles Pires: O Enchimento e a morte de peixes. p. 109-113. In: FEARNSIDE, P. M. (ed.) *Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras*. Vol. 2. Editora do INPA, Manaus, AM. 297 p, 2015d.

FEARNSIDE, P. M. A Hidrelétrica de São Luiz do Tapajós: 22 – Pós-escrito. *Amazônia Real*, 12 de dezembro de 2016a

FEARNSIDE, P. M. Brazilian politics threaten environmental policies. *Science*, v. 353, p. 746-748, 2016b. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/mss%020and%020in%020press/Fearnside-Licenciamento-port.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%020and%020in%020press/Fearnside-Licenciamento-port.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Environmental and social impacts of hydroelectric dams in Brazilian Amazonia: Implications for the aluminum industry. *World Development*, v. 77, p. 48-65, 2016c. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.08.015>. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro\\_Hidrelétricas\\_V-2-cap-35-Alumínio.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2015/Livro-Hidro-V2/Livro_Hidrelétricas_V-2-cap-35-Alumínio.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Planned disinformation: The example of the Belo Monte Dam as a source of greenhouse gases. p. 125-142. In: ISSBERNER, L. R.; LENA, P. (eds.) *Brazil in the Anthropocene: Conflicts between Predatory Development and Environmental Policies*. Routledge, Taylor & Francis Group, New York, E.U.A. 368 p, 2017a. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2017/Desinformacao\\_no\\_EIA\\_de\\_Belo\\_Monte-Serie\\_completa.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2017/Desinformacao_no_EIA_de_Belo_Monte-Serie_completa.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Belo Monte: Actors and arguments in the struggle over Brazil's most controversial Amazonian dam. *Die Erde*, v. 148, n. 1, p. 14-26, 2017b. Disponível em Português em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/5691>

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Belo Monte Dam: Lessons of an Amazonian resource struggle. *Die Erde*, v. 148, n. 2-3, p. 167-184, 2017c. Disponível em Português em: [http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/Preprints/2017/Fearnside-Belo\\_Monte-Luta\\_por\\_recursos-Preprint.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/2017/Fearnside-Belo_Monte-Luta_por_recursos-Preprint.pdf)

FEARNSIDE, P. M. Amazon dam defeats Brazil's environment agency. *Mongabay*, 20 de setembro de 2017d. Disponível em Português em: <http://amazoniareal.com.br/sao-manuel-barragem-amazonica-derrota-ibama>

FEARNSIDE, P. M. Environmental justice and Brazil's Amazonian dams. In: ROBINS, N.A.; FRASER, B. (eds.). *Landscapes of Inequity: The Quest for Environmental Justice in the Andes/Amazon Region*. University of Nebraska Press, Lincoln, NE, E.U.A., 2018a (no prelo).

FEARNSIDE, P. M. Challenges for sustainable development in Brazilian Amazonia. *Sustainable Development*, v. 26, n. 2, p. 141-149, 2018b.

- FEARNSIDE, P. M. As barragens do rio Madeira: Uma espada de Dâmoques pairando sobre Porto Velho. p. 27-34. In: Cavalcante, M.M.A.; Herrera, J. A. (eds.) Hidrelétricas na Amazônia: Interpretações geográficas sobre as usinas no Madeira e no Xingu. GAPTA; Universidade Federal do Pará, Belém, PA; Clube de Autores Publicações, Joinville, SC. 216 p. 2018c (no prelo).
- LEITE, M. 2018. Levantamento da Funai aponta 27 povos isolados ameaçados por obras. Folha de São Paulo, 28 de abril de 2018, p. B7.
- MAGALHÃES, S. B.; DA CUNHA, M. C. (eds.). A Expulsão de Ribeirinhos em Belo Monte: Relatório da SBPC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência-SBPC, São Paulo, SP., 448 p., 2017.
- MOREIRA, P.F. (ed.). 2012. Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21: Oportunidades e Desafios. 2ª ed. Rios Internacionais, Brasília, DF.
- MORETTO, E.M. et al. Condicionantes e a viabilidade ambiental no processo de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas: Uma análise do caso Teles Pires. p. 167-182 In: ALARCON, D.F.; MILLIKAN, B.; TORRES, M. (eds) Oekadi: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós. International Rivers Brasil, Brasília, DF; Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA. 534 p., 2016.
- NITTA, R.; NAKA, L. N. (eds.). Barragens do rio Tapajós: Uma avaliação crítica do Estudo e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Aproveitamento Hidrelétrico São Luiz do Tapajós. Greenpeace Brasil, São Paulo, SP. 99 p.
- NUNES, F.; NEDER, V. Eletrobrás quer retomar projeto de megahidrelétrica no Tapajós. O Estado de São Paulo, 01 de dezembro de 2016.
- RITTER, C.D. et al. Environmental Impact Assessments in Brazilian Amazonia: Challenges and prospects to assess biodiversity. *Biological Conservation*, v. 206, p. 161-168, 2017.
- SANTOS, S. M. S. M.; HERNANDEZ, F. M. (eds.). Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. Painel de Especialistas sobre a Hidrelétrica de Belo Monte, Belém, Pará. 230 p., 2009.

VILLAS-BÔAS, A. et al. Dossiê Belo Monte: Não há condições para a licença de operação. Instituto Socioambiental (ISA), Brasília, DF, 2015. <http://t.co/zjnVPhPecW>

## Capítulo 4.2.7

### A influência dos agrotóxicos na população indígena Xerente

*Vanessa Ribeiro de Sousa Santos*<sup>1</sup>

*Kellen Lagares F. Silva*<sup>1</sup>

*Héber R. Grácio*<sup>1</sup>

*Carla Simone Seibert*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

O aumento do consumo de agrotóxicos está diretamente associado ao atual modelo de produção agrícola, baseado no cultivo de monoculturas. O Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. O Estado do Tocantins, incluído totalmente no MATOPIBA, projeto de expansão agrícola implantado no Brasil através do Decreto nº. 8447 de 6 de março de 2015, ocupa a primeira posição no consumo de agrotóxicos da Região Norte. Neste contexto estão inseridas comunidades diretamente afetadas pelo uso de agrotóxicos, que muitas vezes são contaminadas por conta da deriva destes produtos. A comunidade indígena Xerente está localizada a 300 metros de uma monocultura e possivelmente sofre com os efeitos dos agrotóxicos. Objetivou-se verificar como o povo Xerente identifica a situação dos agrotóxicos em sua comunidade. Foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental com coleta de dados secundários, além de levantamentos em bancos de dados oficiais, teses e artigos publicados sobre a população indígena Xerente. Observou-se que a população tem consciência dos danos causados pela deriva de agrotóxicos e realiza constantes cobranças ao poder público. Percebe-se a necessidade de discutir a temática levando em consideração a postura das populações afetadas, além de estudos indicativos dos efeitos dos agrotóxicos nos ecossistemas onde as monoculturas estão inseridas a fim de garantir a segurança das populações diretamente expostas. É possível que os fatores culturais deste povo estejam comprometidos pela supressão da vegetação nativa e possivelmente pela ação dos agrotóxicos no meio ambiente.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins; Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente; vanessarss@uft.edu.br; lagares@uft.edu.br; hrgrazio@gmail.com; seibertcs@uft.edu.br.



**Palavras-chave:** Agricultura; Herbicidas; Comunidades tradicionais

### **Abstract**

The increase in the use of agrochemicals is directly associated with the current model of agricultural production, based on monocultures. Brazil is the largest consumer of pesticides in the world. The State of Tocantins, fully included in MATOPIBA, an agricultural expansion project implemented in Brazil through Decree no. 8447 enacted March 6, 2015, uses the highest amounts of agrochemicals of the North Region. Many communities are directly affected by drift of agrochemicals into their properties. The Xerente Indigenous community is located 300 meters from a monoculture and possibly suffers from the effects of agrochemicals. The objective of the study was to verify how the Xerente People identify the situation of pesticides in their community. We conducted a bibliographic and documentary search, including surveys in official databases, as well as theses and articles published about the Xerente Indigenous population. We observed that the population is aware of the damage caused by drift of pesticides in their areas, and make constant denunciations and claims to the public power. We must take taking into account the position of the affected populations, as well as studies evaluating the effects of agrochemicals in the ecosystems where monocultures are inserted, in order to guarantee the safety of the populations directly exposed. It is possible that the socio-cultural organization of the Xerente people is compromised by the suppression of native vegetation and possibly by the effects of pesticides in the environment.

**Keywords:** Agriculture; Herbicides; Xerente Indigenous people, Traditional communities

### **Introdução**

O padrão estabelecido pela agricultura moderna tem sua base tecnológica assentada no uso de agroquímicos (inclusos os agrotóxicos), mecanização, cultivares de alto potencial de rendimento e técnicas de irrigação, visando a elevação da produtividade (SPADOTTO, 2006). Esses produtos químicos e outros desenvolvidos posteriormente pareciam ser tão bem-sucedidos em controlar “pragas” que houve uma adoção extremamente rápida e ampla de sua utilização, de modo que o sistema agropecuário se estruturou em torno da pesquisa e da indústria destes produtos (MACHADO, 2016).

O Brasil é um grande produtor de grãos, com destaque para soja e milho, além de outros cultivares, como o algodão (CONAB, 2015). A

produção em larga escala põe em risco populações e espécies nativas da região (INOUE; OLIVEIRA JR., 2011), pois nem sempre as técnicas de manejo, como o uso de agrotóxicos, são adequadas.

A introdução de agrotóxicos organossintéticos no Brasil teve início em 1943, com a chegada das primeiras amostras do inseticida DDT (SPADOTTO, 2006), hoje já banido. O consumo de agrotóxicos vem crescendo consideravelmente, conforme dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Observatório da Indústria de Agrotóxicos da Universidade Federal do Paraná, divulgados durante o 2º Seminário sobre Mercado de Agrotóxicos e Regulação, em 2012. Nos últimos dez anos (2002-2012), o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, e o mercado brasileiro cresceu 190%. Em 2008, o Brasil passou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos. Em 2010, o mercado nacional movimentou cerca de U\$ 7,3 bilhões e representou 19% do mercado global de agrotóxicos. Já os Estados Unidos foram responsáveis por 17% do mercado mundial, que girou em torno de U\$ 51,2 bilhões (ANVISA; UFPR, 2012).

Entre os anos 2010 e 2011, o mercado nacional de venda de agrotóxicos movimentou 936 mil toneladas de produtos. A produção gerou 833 mil toneladas de agrotóxicos e a importação foi de 246 mil toneladas de produtos. De acordo com a pesquisa, existe uma concentração do mercado de agrotóxicos em determinadas categorias de produtos. Os herbicidas, por exemplo, representaram 45% do total de agrotóxicos comercializados, os fungicidas foram 14% do mercado nacional, os inseticidas 12% e as demais categorias de agrotóxicos 29% (ANVISA; UFPR, 2012).

Segundo o IBAMA (IBAMA, 2010), os herbicidas respondem por praticamente 60% dos agrotóxicos utilizados no Brasil, e o aumento no consumo está vinculado à chamada “expansão da fronteira agrícola” e ao “plantio direto” nestas terras, o que literalmente, tem significado a supressão das matas naturais (BOMBARDI, 2017).

De acordo com os dados do IBAMA (2010), os ingredientes ativos com ação herbicida que lideram a lista dos agrotóxicos mais comercializados, tiveram, em 2009, uma quantidade comercializada da ordem de 127 mil toneladas. Quando comparadas às vendas por ingredientes ativos, o glifosato lidera o *ranking*, com uma fatia de 29% do mercado brasileiro de agrotóxicos. Já o óleo mineral possui 7% e o 2,4D e atrazina 5% cada (ANVISA; UFPR, 2012).

Conforme Pignati (2017), no ano de 2015, o Brasil plantou 71,2 milhões de hectares de lavouras dos 21 cultivos analisados por ele, e entre elas predominou a soja, que representou 42% de toda área plantada do país (32,2 milhões de hectares), seguido do milho com 21% (15,8 milhões de hectares) e da cana-de-açúcar com 13% (10,1 milhões de hectares). Juntos, estes três cultivos representaram 76% de toda a área plantada do Brasil e foram os que mais consumiram agrotóxicos, correspondendo a 82% de todo o consumo do país, em 2015. Com base nos dados analisados, Pignati (2017) estimou que foi pulverizado um total de 899 milhões de litros de agrotóxicos em produtos formulados nos 21 tipos de lavouras brasileiras naquele ano. A soja foi a cultura que mais utilizou agrotóxicos no Brasil, representando 63% do total, seguido do milho (13%) e cana-de-açúcar (5%). O fumo foi o cultivo que apresentou a maior quantidade média de litros de agrotóxicos por hectare com 60 l/ha. O algodão foi o segundo, consumindo 28,6 l/ha, seguido dos cítricos, com 23 l/ha, tomate (20 l/ha), soja (17,7 l/ha), Uva (12 l/ha), banana (10 l/ha), arroz (10 l/ha), trigo (10 l/ha), mamão (10 l/ha), Milho (7,4 l/ha) e Girassol (7,4 l/ha). As outras culturas agrícolas utilizaram menos de cinco litros por hectare plantado (PIGNATI, 2017).

Atrelado a isso, e acompanhando o cenário nacional, está o aumento do consumo de agrotóxicos no Estado do Tocantins. O Decreto nº. 8447 de 6 de março de 2015, que dispõe sobre o Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba e a criação de seu Comitê Gestor, possui como um dos objetivos impulsionar a produtividade agropecuária dos Estados integrantes. O Tocantins é um dos Estados inseridos nessa região, da qual

também fazem parte os Estados do Maranhão, Piauí e Bahia. Em comum, além de outros fatores, estes Estados possuem uma grande área de Cerrado. O domínio Cerrado, um dos *hotspots* mundiais de biodiversidade (MYERS et al., 2000; CARDOSO-DA-SILVA; BATES, 2002), atualmente é o domínio que mais sofre com os efeitos da agricultura (MACHADO et al., 2004). Inseridas neste ecossistema, estão populações indígenas que muitas vezes têm suas terras cercadas por monoculturas. Estas populações podem estar sofrendo com os efeitos dos agrotóxicos, que além de interferirem no Cerrado, podem contaminar a água, bem como as roças onde são plantados alimentos importantes para a dieta destes povos. Nesta conjuntura, faz-se necessário perguntar: Como os agrotóxicos interferem nas populações tradicionais? No presente estudo, foi analisada a comunidade indígena Xerente. Objetivou-se então verificar como o povo Xerente identifica a situação dos agrotóxicos em sua comunidade.

## **Material e métodos**

O método de abordagem utilizado no estudo foi o indutivo. Como técnicas de pesquisas foram utilizadas pesquisa bibliográfica e documental com coleta de dados secundários. Foram realizados levantamentos em bancos de dados oficiais, teses e artigos publicados sobre a população indígena Xerente. Também foram levantados dados sobre o consumo de agrotóxicos, bem como, da expansão agrícola na região onde a população está inserida.

## **Resultados e discussão**

No Estado do Tocantins, a produção de grãos passou de 476.243 toneladas em 1993 para 1.987.421 toneladas em 2012 (IBGE, 2012), tornando-se o maior produtor de grãos da região Norte. De acordo com as culturas analisadas por Pignati (2017), disponibilizadas pelo IBGE-SIDRA, o Tocantins plantou 1,17 milhões de hectares e consumiu 17 milhões de

litros de agrotóxicos. No Estado, os dez municípios com maior área plantada são: Campos Lindos (100 mil ha), Lagoa da Confusão (85 mil ha), Caseara (63 mil ha), Porto Nacional (55 mil ha), Pedro Afonso (50 mil ha), Peixe (50 mil ha), Formoso do Araguaia (44 mil ha), Mateiros (43 mil ha), Silvanópolis (38 mil ha) e Monte do Carmo (34 mil ha) (IBGE-SIDRA, 2016).

O município de Pedro Afonso possui hoje sua economia baseada no agronegócio, com destaque para a produção de soja e milho, e vem se destacando na indústria sucroalcooleira representada pela empresa Bunge (LIMA, 2016). Faz limite com a comunidade indígena Xerente, onde residem 2631 indígenas, segundo o Censo do IBGE de 2010.

Lima (2016), em pesquisa desenvolvida com o povo Xerente, observou que com o desenvolvimento do Prodecir III (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados - 3ª Fase) e o avanço da produção de soja, cana-de-açúcar e arroz em grandes propriedades, em áreas que fazem divisa com as Terras Indígenas dos Akwẽ-Xerente, tem impulsionado a utilização de produtos químicos e agrotóxicos nas lavouras. Consequentemente, tem provocado a contaminação dos cursos hídricos que abastecem de água e de peixes o território dos Akwẽ-Xerente, bem como a poluição do ar. Seguem relatos colhidos por Lima (2016) de indígenas que moram em aldeias que fazem divisa como os projetos agrícolas do município de Pedro Afonso:

[...] aqui nós estamos com o impacto ambiental causado pela Bunge, inclusive a gente tem audiência marcada para o dia 25 desse mês agora, Funai e a Bunge, e os Xerente, a gente está tendo um impacto, eles estão pegando água daqui, e está faltando água para a gente, nós vamos recorrer, e também sofremos com o agrotóxico, todo final de mês aparece muita gripe, por causada pulverização do veneno, nós estamos com muitas dificuldades, como agente está próximo da Bunge (Agente de saúde indígena, dezembro de 2015).

[...] aqui nós temos problemas com agrotóxico, pois aqui próximo da divisa da reserva tem uma plantação de cana (Cacique, dezembro de 2015). Nós temos problemas com agrotóxicos, e água secou esse ano porque eles puxam água para as plantações deles, foram umas 11 aldeias que ficaram sem água por causa desse canal [..] Já levamos para Ministério Público eles ainda não

fizeram nada, faz de conta que não estão ouvido nada (Cacique, dezembro de 2015).

Nós temos problemas ambientais com o Projeto do PRODECER (plantação de cana) a 30 quilômetros daqui fica a Usina que é a Bunge, nos enfrentamos aqui todo dia o problema de doenças por causa do veneno, uma vez por mês eles passar aqui perto pulverizar veneno. O Veneno que eles jogam o vento traz as crianças estão ficando doente. Água daquele córrego também tem mudado quando não chove água do córrego da coceira por causa do veneno e no tempo da seca eles colocam 4 motores 24 horas para puxar água para irrigar as plantações e o córrego diminuiu muito água esse córrego nunca secou. E quando eles colocam fogo no canavial quando é de noite a gente tem dificuldade de respirar porque a noite a fumaça desce. Nós somos os únicos prejudicados. A Naturatins deu favorável para nós estamos esperando uma audiência pública para ano que vem com Bunge, Funai, e Ministério Público (Professor indígena, dezembro de 2015).

Diante dos relatos, é possível perceber que algumas pessoas da comunidade, com ênfase para as crianças, apresentam sintomas de possível intoxicação por agrotóxicos, que necessita de investigação para confirmação. Percebe-se ainda que a população não só tem consciência dos danos que vêm sofrendo com a utilização de agrotóxicos nas lavouras próximas à comunidade, como realizam constantes cobranças ao poder público.

A biodiversidade da flora e fauna brasileiras tem sofrido grandes alterações, o que compromete os inúmeros serviços ambientais ofertados pelos ecossistemas, que sustentam os sistemas agrícolas tão importantes para a economia brasileira (MARTINELLI; FILOSO, 2009). Dentre os problemas ambientais apontados pelos Xerente está o agrotóxico pulverizado pelos proprietários de projetos agrícolas (LIMA, 2016). A autora apontou a ausência do Estado na resolução desses problemas, no entanto, verificou que muitas lideranças indígenas têm clareza desse abandono e com frequência cobram posicionamentos das autoridades e órgãos competentes para a discussão dessas pautas e encaminhamentos concretos para tais questões.

Schmidt (2011) estudou as práticas alimentares do povo Xerente e verificou que o Cerrado, de um modo geral, dá subsistência a esse povo, pois mesmo que não seja predominante, eles caçam, coletam (mel, frutos, raízes, plantas medicinais) e associam essas práticas a uma agricultura de coivara, que complementa a sua alimentação. No entanto, essas práticas, bem como a pesca e a caça diminuíram em virtude das pressões sobre os recursos naturais. Segundo a autora, tal contexto propõe outras buscas de sobrevivência pelos indígenas, em sua maioria similar às buscas dos povos não-indígenas. É possível que o modo de vida do povo Xerente, bem como a sua relação com o meio estejam sofrendo alterações em virtude da expansão agrícola, diretamente ligada ao uso de agrotóxicos.

Apesar da imposição ao poder Público de proteger a fauna e a flora, vedadas na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade (art. 225, §1.º, VII), a utilização de agrotóxicos no país é negligenciada pela falta de conhecimento efetivo sobre os seus efeitos, visto que muitos estudos ainda se encontram em andamento, bem como pela falta de fiscalização efetiva do uso.

São princípios do Direito Ambiental, dentre outros, Princípio do meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental; Princípio do desenvolvimento sustentável; Princípio da função socioambiental da propriedade; Princípio da prevenção; Princípio da precaução; Princípio do poluidor pagador; Princípio do usuário-pagador; Princípio da informação ambiental; Princípio da participação comunitária; Princípio da ubiquidade ou da variável ambiental no processo decisório das políticas de desenvolvimento; e Princípio da cooperação (OLIVEIRA, 2012).

O Princípio da prevenção aplica-se ao risco conhecido. Sabe-se que os herbicidas provocam danos ao meio ambiente, no entanto questiona-se se o risco é realmente conhecido. Risco conhecido é aquele identificado através de pesquisas, dados e informações ambientais ou conhecido por eventos anteriores (OLIVEIRA, 2012). É a partir do risco ou perigo

conhecido que se procura adotar medidas de minimização dos danos ambientais.

## **Considerações finais**

Tendo em vista os princípios elencados, bem como a preocupação do povo Xerente com o uso de agrotóxicos, percebe-se a necessidade de uma maior discussão sobre o tema, que leve em consideração a postura das populações afetadas, bem como os estudos indicativos dos problemas causados, a fim de, minimizar os impactos negativos nos ecossistemas onde as monoculturas estão inseridas e garantir a segurança das populações diretamente expostas.

Ressalta-se que é possível que a pressão sofrida pelo povo Xerente, por conta da expansão agrícola da região, onde os mesmos estão inseridos, coloque em risco fatores culturais deste povo, visto que a limitação dos recursos para caça e pesca, bem como o modo de produção de alimentos para subsistência (roças de toco), estão comprometidos pela supressão da vegetação e, possivelmente, pela ação dos agrotóxicos no meio ambiente.

## **Agradecimentos**

Secretaria da Educação, Juventude e Esportes do Estado do Tocantins - SEDUCTO.

## **Referências**

Agência Nacional de Vigilância Sanitária; UFPR. Seminário Mercado de Agrotóxico e regulação, 2012. Brasília: Anvisa. Acesso em: 15/02/2018.

Bombardi, L. M. Pequeno Ensaio Cartográfico Sobre o Uso de Agrotóxicos no Brasil. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária - USP. Blurb, 2016.



Cardoso-da-Silva, J. M.; BATES, J. M. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience*, v. 52, n. 3, p. 225, 2002.

Conab - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento Da Safra Brasileira de Grãos: Primeiro Levantamento - Outubro/2015. Observatório Agrícola. [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_10\\_28\\_17\\_24\\_01\\_boletim\\_graos\\_outubro\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_10_28_17_24_01_boletim_graos_outubro_2015.pdf).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Biomas Do Brasil. 2012. <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>.

Inoue, M. H.; Oliveira Jr, R. S. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. *Biologia E Manejo de Plantas Daninhas*, 348p, 2011.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental / Rafaela Maciel Rebelo...[et al].- Brasília: Ibama, 2010.

Lima, L. G. B. Os Akwẽ-Xerente no Tocantins - território indígena e as questões socioambientais. 2016, 320f. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 2016.

Machado, M. O. Glifosato: a emergência de uma controvérsia científica global. 2016, 315p. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências Humanas), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. 2016.

Machado et al. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF., 23p., 2004.

Martinelli, L. A.; Filoso, S. Balance between Food Production, Biodiversity and Ecosystem Services in Brazil: A Challenge and an Opportunity. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 4, p. 21-25, 2009.

Myers, N.n. et al. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-58, fev./2000.

Oliveira, F. M. G. Difusos e Coletivos: Direito Ambiental. *Revista dos Tribunais*. São Paulo. 2012.

Pignati, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

Schmidt, R. Nossa cultura é pequi, frutinha do mato: um estudo sobre as práticas alimentares do povo Akwê. 2011, 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais e Aplicadas), Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2011

Spadotto, C. A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. *Revista Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar*, São Manuel, 10/05/2006.

## Capítulo 4.2.8

### **A lógica de retorno aos grandes projetos na amazônia: reflexões sobre o caso da UHE de Marabá e Hidrovia do Tocantins**

*Marcos Mascarenhas Barbosa Rodrigues*<sup>1</sup>

*Maria Madalena de Aguiar Cavalcante*<sup>2</sup>

*José Antônio Herrera*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

Este artigo objetiva investigar as repercussões, para o ordenamento do território, a partir de grandes obras de infraestrutura – UHE de Marabá e Hidrovias do Tocantins, projetadas pelo Estado, para o baixo curso do rio Tocantins. Utilizamos o Uso Empreiteiro do Território (UET), termo aqui utilizado enquanto como aproximação teórica, para comprovar a materialização e as articulações dos interesses de grandes empresas, do agronegócio, consumidores eletrointensivos e da construção cível. Tais seguimentos, em atuação em de forma articulada, obtém efetivação das políticas públicas que lhes interessa, e acaba por conduzir formas do ordenamento do território. Cuja comprovação de tal afirmativa, foi tangenciada na medida em que se analisou os investimentos já alocados no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), elegendo como variáveis as verbas e obras em hidrovias, hidrelétricas e portos destinados a Amazônia Legal, enfatizando o estado do Pará. Depreendendo-se que, o planejamento serve aos interesses corporativos, estabelecendo uma governança para este fim. Para a Amazônia, por este planejamento o PAC cumpriu a função de efetivar corredor de exportação, para venda de commodities; também corrobora o papel de fornecedora de matéria-prima: energia – para os centros urbanos e industriais; terra para expansão da fronteira agrícola. Relegando as

---

<sup>1</sup> Unifesspa; Faculdade de Geografia; mascarenhas@unifesspa.edu.br

<sup>2</sup> UNIR; Departamento de Geografia; mada.geoplan@gmail.com

<sup>3</sup> UFPA; Faculdade de Geografia; herrera@ufpa.br

comunidades e sociedades locais as tensões, invisibilidade e expropriações de direitos territoriais, ao serem afetadas por tais obras

**Palavras-chave:** Ordenamento territorial; Hidrelétrica; Hidrovia; Amazônia

## Introdução

A região destaca-se no cenário internacional e nacional, tendo uma variada gama de interesses sobre seus recursos, que encerram contradições e embates, com interferência para seu presente e futuro, envolvendo sujeitos de variada ordem, o Estado, pesquisadores, ONGs, a mídia, Movimentos Sociais, comunidades, configurando um campo de força e de disputas. Este é o horizonte para refletirmos sobre fenômenos contemporâneas na Amazônia, trazendo o recorte para o estado do Pará, lócus de vários projetos (ALMEIDA, 2011; CRUZ, 2011; MORENO, 2015; PORTO-GONÇALVES, 2017; ZOBECCHI, 2012).

Elege-se como escala analítica, o território, seus usos (SANTOS, 1994, 1996; SANTOS; SILVEIRA, 2001) para ver como grandes corporações acessam recursos, impõe sua demanda para políticas públicas, em detrimento do interesse coletivo, ‘relativizam’ arcabouço normativo para efetivação de grandes obras, transpõe com o processo de licenciamento, por meio de estratégias, como (ALMEIDA; SPRANDEL, 2014; ZOURI; VALENCIO, 2014; ZOURI, 2011).

As ações acima referidas almejavam facilitar a exploração de recursos naturais, como minério, exploração energética e acesso à terra para expansão do agronegócio, na medida em que se ‘transpõe’ marcos regulatórios do licenciamento. Para a região, a retomada de grandes obras passa por uma integração, competitiva e de mercado, ao articular mundo-continente-país-região-lugar, unificados pela totalidade, com implicações para região amazônica, capturada pelos sistemas técnicos: rodovias; portos; hidrovias e hidrelétricas.

A região foi e continua sendo vista como conveniente fronteira de recursos, recrudescida por uma gigantesca demanda por commodities, no plano internacional, redundando em reprimarização da economia, no

Brasil e na Americana Latina. E a promoção de infraestrutura para escoá-lo – corporações do ramo de construção civil, a fim de atender a ávida classe produtora de tais matérias-primas – mineradoras, empresários do agronegócio. No conluio com seus representantes em Brasília, os políticos, e os burocratas (ALEIXO; CONDÉ, 2015; DILGER, LANG, PEREIRA FILHO, 2016; FEARNSSIDE, 2017).

Coloca-se como questões, para o escopo deste trabalho: quais os instrumentos de gestão do territorial para a Amazônia contemporânea que recaem sobre o recorte definido, o baixo Tocantins? A que interesses atende o retornar aos grandes: projetos hidrelétricos e hidroviário, destaque para Aproveitamento Hidrelétrico de Marabá (AHEM) e Hidrovia do Tocantins (HT)? Elege como objetivo compreender a lógica de retorno de grandes obras – hidrelétricas e hidrovias. Analisar os interesses em questão.

## **Material e métodos, resultados e discussão**

Para realização da pesquisa trabalhou-se levantamentos de os dados secundários e documentos públicos de instituições responsável pelo planejamento das ações e projetos, ANEEL e EPE, para o setor elétrico: hidrelétricas. E Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte – DNIT, para transporte: hidrovia. Observa-se, nos estudos de levantamento de potencial energético o entrelaçamento entre o Uso Empreiteiro do Território (UET) e a Amazônia Paraense. No qual se entrelaçam física requerida, recurso hídrico: rios, no caso o Tocantins. Adiciona-se o interesse de servir a exportação de grãos, ao projetar um corredor de exportação para commodities, em destaque a Hidrovia do Tocantins.

O que corrobora uma gestão com vistas a incorporar e acessar os recursos acima mencionados passa pelos potenciais de aproveitamento hidrelétrico das regiões Sudeste, Sul e Nordeste do Brasil, no limite sua exploração ANEEL (2002). Logo, o ‘mapa’ é o inventário de potencial de geração de energia do Brasil. No qual, observa-se os rios que cortam o

Pará, em destaque, como os de maior potencial para o aproveitamento hidrelétrico, compreendida entre 15.000 e 30.000 MW, a saber: as bacias dos rios Tocantins, Xingu e Tapajós. (ANEEL, 2007).

A bacia do Tapajós desponta com apresenta um número expressivos de barragens planejadas, segundo de acordo com o Plano Decenal de Expansão 2012-22, são mais de 40 projetos, entre grandes hidrelétricas e PCH, destacando o Pará e Mato Grosso, com estimativa de geração superior a 30 megawatt. Ao considerarmos No rio Tapajós e o Jamanxim, são mais de seis (6) aproveitamentos, está sub-bacia é uma das que possui maior potencial de geração de energia elétrica do Brasil, segundo a ANEEL (2002), como podemos ver na figura 1, o estágio das obras de Hidrelétricas do PAC no Pará, sinaliza um futuro incerto para uma grande quantidade de Terras Protegidas e Unidades de Conservação (RODRIGUES, 2017).

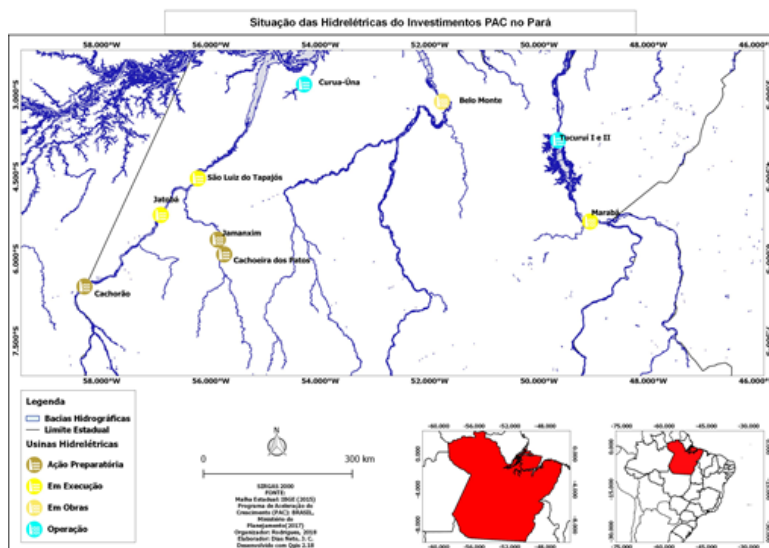


Figura 1. Estágio das obras de Hidrelétricas do PAC no Pará.

Fonte: IBGE (2015); BRASIL (2017); Organizado: RODRIGUES, M. M. B (2018)

Na Amazônia Legal, destacam-se quatro estados: Pará, Maranhão; Amazonas e Rondônia, uma vez que concentram todos investimentos em portos e hidrovias, investimentos realizados em infraestrutura destinados

pelo PAC II conforme destaca a Figura 2 sobre investimento do PAC II em Portos e Hidrovias nos estados da Amazônia Legal.

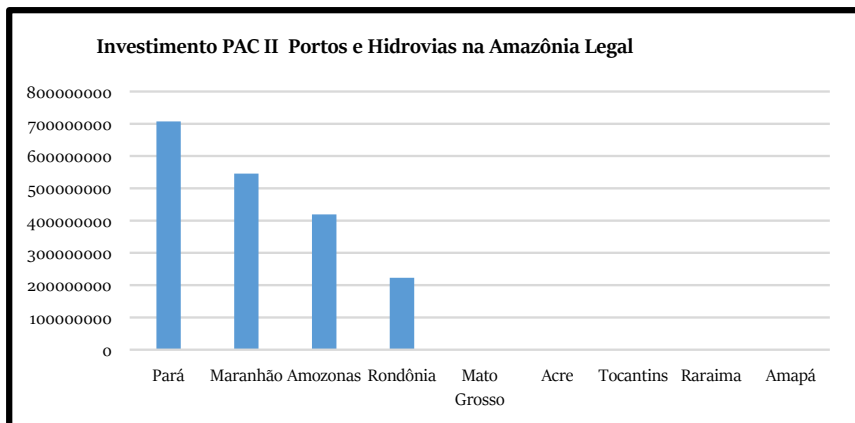


Figura 2. Investimento do PAC II em Portos e Hidrovias na Amazônia Legal

Fonte: Brasil, 2017.

No caso do estado do Pará, o que chama atenção, quando se discriminam os investimentos, destaca-se o caso do derrocamento do Pedral do Lourenço, primeira das três etapas para construção da Hidrovia do Tocantins projeta-se com 500 km, de Marabá a Barcarena, sozinho totaliza 79,19% de todos os investimentos destinados a portos e hidrovias no estado, apenas com o um trecho, 43 km, com derrocamento do Pedral do Lourenço e dragagens (BRASIL, 2010).

No caso do estado do Amazonas, destacamos a grande quantidade de portos, são mais de quinze, corroborando a importância dos rios para transporte público em suas logísticas de transporte, perfazendo, aproximadamente, 49,30% dos investimentos. O restante dos investimentos, 50,70% foram destinados para manutenção da hidrovia existente que, na verdade, é um prolongamento da Hidrovia do rio Madeira. Logo, há um relativo equilíbrio na alocação dessas verbas, entre aquelas destinadas para a população, terminais hidroviários e hidrovias para exportação de grãos.

O Maranhão destaca-se TEGRAM - terminal de grãos, com investimento de R\$475.900.000,00 e mais construção do Berço 108 (lugar

para atracar os navios) todos já concluídos, no Porto de Itaqui, em São Luís – MA, para atender ao incremento da produção pelo MATOPIBA, formado pelos produtores de grãos dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (BRASIL, 2017).

### **Considerações finais**

Observa-se que há uma instrumentalização do território, via PAC, ao dotar de logísticas que se articulam, como as que vemos entre os sistemas de engenharia: rodovias, hidrovias, hidrelétricas e portos de tal forma a conectar as regiões produtoras do Centro-Oeste do Brasil aos mercados consumidores da Ásia, Europa e EUA.

Tal instrumentalização do território é o Estado que toma para si, provendo as condições para as frações do capital produzir, baixar custo de circulação ao dotar de fluidez articulação as cadeias globais de consumo, com destaque e destino para o Oriente, Europa e América do Norte. Assim é projetada a Hidrovia do Tocantins, com os estudos, EIA-RIMA, em vias de deposição nos órgãos competentes. Servindo para escoar produção de grãos do Centro-Oeste do Brasil, diminuindo tempo e distancias para chegar ao mercado consumidor.

O projeto do Aproveitamento Hidrelétrico de Marabá coaduna com esta lógica de conexão da Amazônia (Sudeste Paraense) que vê a região como fornecedora de matérias-primas, no caso energia, tanto para o Sudeste do Brasil, sobretudo para os grandes consumidores. Cujas superação dos obstáculos para efetivação, passa pelo lobby das grandes empreiteiras, com políticos e burocratas do Estado, para transpor os tramites de licenciamento. Este é modus operandi da indústria de geração e transmissão de energia elétrica.

### **Referências**

ALEIXO, J; CONDÉ, N. Quem são os donos das hidrelétricas na Amazônia. Rio de Janeiro: Instituto Mais Democracia, 2015.



- ALMEIDA, A. W. B. A reconfiguração das agroestratégias: novo capítulo da guerra ecológica”. In: SAUER, S.; ALMEIDA, W. (org.). Terras e Territórios na Amazônia: demandas, desafios e perspectivas. Brasília: UNB e Abaré, p. 27-44, 2011.
- ALMEIDA, A. W. B.; SPRANDEL, M. A. O Congresso Nacional e o desmatamento na Amazônia. Manaus, AM: UEA Edições, 2014.
- BRASIL. Ministério do Planejamento. Programa de aceleração do Crescimento (PAC). Brasília, 2017. Disponível em <<http://www.pac.gov.br/infraestrutura-energetica/geracao-de-energia-eletrica> >. Acessado em 20 de fev. 2017.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015 2v.
- BRASIL. Atlas de Energia Elétrica no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Brasília, 2002. Disponível em [www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf). Acesso em 10 janeiro de 2016.
- CRUZ, C. V. C. Lutas Sociais, Reconfigurações Identitárias e Estratégias De Reapropriação Social Do Território Na Amazônia. 2011, 368p. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Geografia, Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2011.
- MORENO, C. O Brasil mede in China: para pensar as reconfigurações do capitalismo contemporâneo. São Paulo, Fundação Rosa Luxemburgo, 2015.
- RORIGUES, M. M. B. Projetos Hidrelétricos na Amazônia e o Reflexo no Ordenamento do Território. In: CAVALCANTI, M. M. A.; HERRERA, J. A. Hidrelétricas na Amazônia: interpretações geográficas sobre usinas do Madeira e Xingu. Belém: GAPTA/UFPA, 2017, 129-156.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. Amazônia: encruzilhada civilizatória: tensões territoriais em curso. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2017.
- SANTOS, M. O retorno do território. In: Novo mapa do Mundo. HUCITEC. São Paulo, 1994.
- SANTOS, M. A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. Brasil: território e sociedade no início do século XXI. São Paulo: Record, 2001.

ZIBECHI, R. Brasil Potência: entre a integração regional e o novo imperialismo. Rio de Janeiro: Consequência, 2012.

## Capítulo 4.2.9

### **Alterações ambientais no entorno do reservatório do Lajeado a partir do olhar ribeirinho (Rio Tocantins, Brasil)**

*Maria Josinete Araújo Costa*<sup>1</sup>

*Iriene Siqueira Freitas*<sup>2</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

As alterações ambientais ocorridas nas áreas impactadas por empreendimentos hidrelétricos tem sido uma preocupação em todo o mundo. Ao mesmo tempo, as comunidades locais que dependem dos recursos naturais para suas atividades de subsistência, tanto do ponto de vista simbólico como de sobrevivência e seguem invisibilizadas pelos processos que oficializam os empreendimentos. O objetivo desse estudo foi levantar as percepções dos moradores ribeirinhos em relação às alterações no ambiente na área do entorno do reservatório de Lajeado ao longo do tempo. As informações foram obtidas junto aos moradores ribeirinhos nos municípios atingidos diretamente com a construção da barragem de Lajeado, que se relacionam ou se relacionavam cotidianamente com o rio Tocantins e/ou seus tributários e que foram impactados com a formação do reservatório. As informações foram obtidas por meio de entrevista semi-estruturada e observação participante. Foram entrevistados 52 ribeirinhos, a maioria (87%) residente a mais de vinte anos nessa região, que relataram suas memórias e percepções acerca das alterações ocorridas em relação a dinâmica do rio, da água e da paisagem e que impactaram a produção de alimentos, as atividades de subsistência e seu modo de vida. Desse modo, é importante considerar os efeitos que essas obras têm na vida dos moradores locais, ouvi-los e atendê-los de modo adequado para minimizar os impactos e as injustiças associadas à implementação desses empreendimentos.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (UFT/PPGCIamb); josinete.araujo@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (UFT/PPGCIamb); isiqueiraf@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente (UFT/PPGCIamb); emarques@uft.edu.br

**Palavras chave:** Ambiente; Percepção; Saberes; Gestão ambiental

### **Abstract**

Environmental changes in areas impacted by hydroelectric projects have been a worldwide concern. At the same time, local communities that depend on natural resources for their subsistence activities, both from a symbolic and survival point of view, remain invisible due to the processes implemented and made official by the construction companies or consortia. Our objective was to study how the perceptions about environmental disturbances in the area surrounding the Lajeado reservoir changed over time for riverside residents. The information was obtained through semi-structured interviews and participant observation with riverside residents of the municipalities directly affected by the construction of the Lajeado dam, who are or were interacting daily with the Tocantins River and/or its tributaries, and who were affected by the formation of the reservoir. Fifty-two riverside dwellers were interviewed, the majority of whom (87%) were residing in the region for over twenty years. They shared their memories and perceptions about the changes that occurred in the river dynamics, water and landscape and that impacted their food production, livelihood activities and their ways of life. Thus, it is important to consider the effects that these projects have on the lives of local residents. Listening and understanding them properly helps to recognize the impacts and injustices associated with the implementation of these power plants.

**Keywords:** Environment; Perception; Knowledge; Environmental management, Hydroelectric dams

### **Introdução**

As alterações ambientais ocorridas na área de influência de reservatórios hidrelétricos são recorrentes e continuam sendo um desafio importante à medida que as comunidades locais que dependem do recurso para sua subsistência, tanto do ponto de vista simbólico como da sobrevivência, seguem invisibilizadas nos processos que oficializam os empreendimentos hidrelétricos (DORIA et al., 2018).

Na Amazônia brasileira este fato ganha notoriedade com o incremento do número de empreendimentos hidrelétricos. As atividades das populações ribeirinhas e a vida das populações estão conectadas ao ritmo do rio e a chegada dos empreendimentos hidrelétricos muda tudo. A transição do ambiente de rio para reservatório é, também, uma transição

na vida dos moradores ribeirinhos. Este momento geralmente representa uma ruptura no modo de vida de gerações que se conectam de diferentes modos entre si e com a natureza (rio) (GOMES, 2007; MENDES, 2016), que são forçados a se adaptar a novas situações.

Em relação à Usina de Lajeado, a construção foi iniciada em 1997 e o enchimento do reservatório de cerca de 630 km<sup>2</sup>, foi finalizado em 2001. Os ribeirinhos da região que utilizavam o rio principalmente para a pesca, o lazer e o cultivo da roça de várzea no período da seca, dentre outras atividades. Os peixes provenientes da pesca de subsistência e os produtos advindos do cultivo da várzea constituíam a principal fonte de alimento e renda para a população local. Contudo, a mudança do ambiente levou a uma alteração no modo de vida dos moradores locais. Assim, este estudo buscou levantar as percepções dos moradores ribeirinhos em relação as alterações no ambiente na área do entorno do reservatório de Lajeado com a implementação da Usina de Lajeado ao longo do tempo.

## **Material e métodos**

As informações foram obtidas junto aos ribeirinhos no entorno do reservatório do Lajeado no rio Tocantins, que foram relocados para outras áreas próxima aos tributários, para reassentamentos ou para as áreas urbanas, nos municípios diretamente impactado (Miracema do Tocantins, Lajeado, Tocantínia, Porto Nacional, Ipueiras e Brejinho de Nazaré) após a implementação da Usina.

A técnica de amostragem bola de neve *snowball sampling* (BIERNACK; WALDORF, 1981), foi utilizada para a localização dos ribeirinhos, na área de influência do reservatório.

Os sujeitos participantes foram localizados inicialmente a partir dos presidentes de Colônia de Pescadores, que colaboraram na localização dos ribeirinhos mais antigos na região e, assim, sucessivamente para os demais municípios.

Após a assinatura do termo de consentimento livre e informado, foram levantadas informações sobre as percepções dos sujeitos em relação

as alterações qualitativas observadas no ambiente e na relação dos ribeirinhos com o rio. As informações foram obtidas por meio de entrevista semiestruturada e observação participante (MARCONI; LAKATOS, 1999). Ao longo do estudo foram realizadas cinquenta e duas entrevistas durante o ano de 2010, nove anos após o enchimento do reservatório.

## **Resultados e discussão**

Dentre as alterações percebidas no ambiente e em sua relação com o rio após a implantação da UHE de Lajeado, os ribeirinhos relataram as modificações de seus modos de vida e de sua produção. A ausência das vazantes, em função do controle do rio pela usina e, conseqüentemente, do nível do reservatório que opera a fio d'água, impossibilitou o cultivo das roças e a produção de alimentos utilizados tanto para o sustento familiar como para comercialização local. Do mesmo modo, a retirada dos ribeirinhos das margens do rio de água corrente (lótica) para um a área do reservatório com água parada (lêntica), quente, com aspecto de suja e odor forte foi relatada pelos entrevistados. Além disso, a presença de macrófitas (plantas aquáticas), de paliteiros (conjunto de troncos e galhos das árvores mortas pela formação do reservatório), o aumento dos peixes logo após a formação do reservatório, com diminuição gradativa ao longos dos anos, a ausência das praias sazonais e a ocorrência de doença de pele (pele empolada, coceira) e outras foram percebidos pelos entrevistados.

As alterações do ambiente percebidas e relatadas pelos ribeirinhos, juntamente com a localização dos assentamentos tem contribuído para o distanciamento dos ribeirinhos do ambiente aquático e, também, forçaram as mudanças no modo de vida estabelecidos ao longo do tempo com os ambientes fluviais. Desse modo, antes do empreendimento o rio era utilizado para o abastecimento da casa, lavagem de roupas, banho, pesca, dessedentação de animais, plantio nas vazantes, navegação, lazer e outras atividades. Contudo, com a formação do reservatório, o uso do ambiente

aquático foi restringido as atividades de pesca, dessedentação de animais e contemplação.

*Eu gostava muito do rio, de lá eu bebia, pegava água para cozinhar, lavava roupa, banhava e pescava... Contínuo pescando, mas tem vez que vou pescar e nem banho no lago, não dá prazer banhar nessa água parada (Palmas - R.P.S.)*

A pergunta acerca das alterações percebidas após a formação do reservatório suscitou a memória dessas pessoas, levando-as a recordarem o ambiente de dez anos atrás e a rotina que mantinham, principalmente a relação de confiança que tinham com esse ambiente e que hoje foi modificada.

*No rio Tocantins eu me sentia segura, à vontade, conhecia todos os lugares, sabia até aonde podia ir... agora com o reservatório, ainda pesco, mas só pesco, tenho medo, é muito misterioso, com toda essa água, esses paliteiros que lembram a morte, essas macrófitas que a gente não sabe o que tem embaixo, prefiro não arriscar. (A.P.C. – Palmas).*

Os sujeitos que vivenciaram todo o processo de mudança relataram a mudança no fluxo do rio e demonstraram se saudosos de suas memórias acerca da água corrente (lótica) do rio Tocantins, com suas cachoeiras, as cheias sazonais, com fartura de peixe e, também, do verão, quando os bancos de areia ficavam expostos, proporcionando os ambientes de praias fluviais sazonais, tão apreciadas para o lazer da comunidade local e turistas.

Os sujeitos envolvidos com as atividades agrícolas, referiam-se primeiramente as mudanças no fluxo da água. Antes do represamento do rio a agricultura de subsistência era praticada em associação com o regime hídrico, que levava a um estreito vínculo entre a atividade do “vazanteiro” e a sazonalidade dos ciclos de vazantes e enchentes, determinantes do tempo das lavouras. Mesmo vivenciando situações difíceis em alguns momentos de grandes cheias/secas, em vários momentos expressaram sua compreensão da natureza e entendendo que precisa ser preservada:

*... nasci, me criei e criei minha família trabalhando a terra, plantando nas vazantes, aonde a terra era úmida e rica, dava de tudo que plantávamos, sem precisar de adubo... (rio Areias – J.A.R)*

Os estudos já realizados (TUNDISI, 2006; REIS, 2001, FERREIRA; TOKARSKI, 2004) apontam como principais impactos provocados pela implantação de uma usina hidrelétrica, a diminuição da correnteza do rio alterando a dinâmica do ambiente aquático, alterando o fluxo de sedimentos que favorece a deposição destes no ambiente lótico. A estratificação térmica do reservatório em dois ambientes, as águas mais superficiais com temperaturas maiores do que no fundo, o que favorece o processo de eutrofização do ambiente e ocorrência de reações químicas que geram compostos nocivos ao ambiente e aos seres vivos. A degradação da vegetação inundada é responsável pela maior parte das emissões de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Fearnside (1995) estima que o impacto ambiental provocado pelas emissões de gases de efeito estufa, decorrentes da inundação de florestas na área do reservatório, é maior do que os eventuais impactos da construção de uma usina termoelétrica.

O aparecimento das macrófitas aquáticas também compromete a estética e a qualidade da água. A insatisfação pela presença abundante de macrófitas aquáticas foi mencionada em vários depoimentos. Os ribeirinhos afirmam que as macrófitas servem de abrigo para diversos animais, não só para peixes, mas para cobras, sapos, jacarés e outros, que põe em perigo os moradores, o que significa também uma alteração no ambiente marcante para eles.

Os ribeirinhos entrevistados percebem as alterações ocorridas no ambiente e os efeitos desta em suas vidas. A produção de alimento para consumo e para o comércio local foi impactada pela alteração no fluxo do rio e alteração das várzeas que desapareceram com a formação do reservatório e a operação da Usina, que mantém o nível da água à montante. Do mesmo modo, a modificação do fluxo do rio de lótico para a lântico, alterando a dinâmica da água e, conseqüentemente, os processos de transporte, decomposição e sedimentação, foram percebidos e



relatados pelos entrevistados. Ao mesmo tempo, essas alterações foram associadas a qualidade da água e do ambiente, sendo que o odor, a coloração, o aumento da temperatura, a ocorrência de macrófitas e outras, modificaram o uso do rio pelos ribeirinhos.

A modificação da paisagem com a substituição do ambiente de cachoeiras, da água corrente e das praias pela água parada e profunda, com macrófitas aquáticas, paliteiros e sem praias, também colaborou para o distanciamento do ribeirinho. O reservatório, desconhecido pelos ribeirinhos, causa a situação de medo e insegurança. Apenas algumas das atividades relacionadas ao ambiente aquático permanecem. A pesca (com estratégias adaptadas ao reservatório), a dessedentação dos animais e a contemplação (à distância)

Do mesmo modo, a retirada dos ribeirinhos das margens do rio de água corrente (lótica) para um a área do reservatório com água parada (lêntica), quente, com aspecto de suja e odor forte foi relatada pelos entrevistados. Além disso, a presença de macrófitas (plantas aquáticas), de paliteiros (conjunto de troncos e galhos das árvores mortas pela formação do reservatório), o aumento dos peixes logo após a formação do reservatório, com diminuição gradativa ao longo dos anos, a ausência das praias sazonais e a ocorrência de doença de pele (pele empolada, coceira) e outras foram percebidos pelos entrevistados.

## **Considerações**

Os ribeirinhos que vivenciaram as alterações ambientais com a construção da Usina de Lajeado e a formação do reservatório, perceberam as alterações ocorridas no ambiente e os impactos dessas modificações na produção de alimentos, nas atividades de subsistência e no seu modo de vida.

Desse modo, é muito importante entender e considerar os efeitos que esses empreendimentos têm na vida dos moradores locais, ouvi-los e

atendê-los de modo adequado para minimizar os impactos e as injustiças associadas à implementação desses empreendimentos.

### **Agradecimentos**

A CAPES, pela bolsa de estudos (Processo: 555462; Vigência 05/2009 - 04/2011).

### **Referências**

BIERNARCKI, P.; WALDORF, D. Snowball sampling-problems and techniques of chain referral sampling. *Sociological Methods and Research*, v. 10, p. 141-163, 1981.

DORIA C. R. C. et al. The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *AMBIO*, v. 47, p. 453-465, 2018.

FEARNSIDE, P. M. Os impactos ecológicos das grandes barragens. p.100-115. In: ROSA, L. P.; SIGAUD, L.; ROVERE, E. L. L. (Eds). *Estado, Energia Elétrica e Meio Ambiente: O Caso das Grandes Barragens. Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)*, Rio de Janeiro, RJ. 184p, 1995.

FERREIRA, E. A. B.; TOKARSKI, D. J. Aspectos relevantes da saúde do Rio Tocantins sob o impacto da UHE de Serra da Mesa. *Relatório Circular, Conágua Alto Tocantins*. Brasília, 7p., 2004.

GOMES, K. D. Caracterização socioeconômica da pesca e percepção dos pescadores do rio Tocantins sobre as mudanças ambientais imediatamente a jusante da barragem da UHE Lajeado - TO. 2007. 69f. *Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente)*, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 260p.,1999.

MENDES, S. H. Invisibilidade das mulheres na pesca artesanal: uma análise sobre as questões de gênero na colônia de pescadores e pescadoras Z-16 em Miracema do Tocantins/TO. 2016. 83f. *Dissertação (Mestrado Desenvolvimento Regional)*, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016.

PAIVA, M. P. *Grandes Represas do Brasil*. Editerra, Brasília, 292p.1982.

REIS, M. M. *Custos Ambientais Associados à Geração Elétrica: Hidrelétricas x Termelétricas à Gás Natural*. Dissertação (Mestrado em Planejamento Ambiental), Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 200p., 2001.

TUNDISI, J. G. et al. *Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos*. 203-237 p. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA B.; TUNDISI, J. G. *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3º. ed., rev. ampl., Escrituras Editora e Distribuidora de Livros, 748 p. 2006.

## Capítulo 4.2.10

### **Hidrelétrica Belo Monte: o território usado do reassentamento RRC/ travessão do KM 27- Vitoria do Xingu-PA**

*Darlene Costa da Silva*<sup>1</sup>

*Maria Madalena de Aguiar Cavalcante*<sup>1</sup>

*José Antônio Herrera*<sup>2</sup>

#### **Resumo**

Pretende-se neste estudo compreender as formas de “(RE) fazer” criadas pelos reassentados do Assentamento Rural Coletivo (RRC) que tiveram suas terras atingidas pela Usina Hidrelétrica Belo Monte e foram compulsoriamente realocados para novas áreas. A pesquisa foi realizada em um reassentamento, localizado no km 27, Vitória do Xingu- PA. A metodologia adotada consistiu em levantamentos de campo por meio de entrevistas, aplicação de formulário, registro fotográfico e marcação de pontos para construção da cartografia da área estudada. Estes reassentados criaram estratégias para (Re) fazer e recriaram novos sistemas de produção de acordo com o tipo de terras que passaram a ocupar, baseado num conhecimento construído por gerações e reconstruído na mudança.

**Palavras-chave:** Reassentamento; Hidrelétrica; Território

#### **Abstract**

This study intends to understand the forms of “REdoing” created by the settlers of the Collective Rural Settlement (RRC) resettlement project, whose lands were affected by the Belo Monte Hydroelectric Power Plant and who were compulsorily relocated to new areas. The research was carried out in a resettlement located at km 27 in Vitoria do Xingu-PA. The resettled people developed strategies to REcreate new production systems according

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Geografia; Universidade Federal de Rondônia, UNIR; darlene-silva1@hotmail.com; mada.geoplan@gmail.com;

<sup>2</sup> Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Pará (PPGEO/UFPA - Altamira); herreraXingu@gmail.com.

to the type of land they have come to occupy, as well as based on knowledge built through generations, and rebuilt through change.

**Keywords:** Resettlement; Hydropower; Territory

## Introdução

O Reassentamento Rural Coletivo (RRC), projeto elaborado pela Norte Energia<sup>3</sup> no município de Vitória do Xingu no Travessão km 27 da rodovia Transamazônica, no estado do Pará, foi construído casas e infraestrutura básica que segundo os dados da Norte Energia reassentaram 28 famílias entre junho de 2015 e novembro de 2016. Os lotes de 75 hectares foram divididos em 15 hectares para uso agrícola, atividade de piscicultura ou criação de galinha. O estudo aborda os reassentados na sua condição do modo de ser, viver e (re) fazer nesse novo território, levando em conta a estreita relação que mantinham com o rio. Mas a vida, no reassentamento, longe do antigo território em outras terras, em uma realidade encortinada.

Partindo da compreensão de Milton Santos, o território deve ser entendido como território usado, como um abrigo de todos os homens de todas as instituições e de todas as organizações (SANTOS 2005). O governo Federal por meio das normatizações, e a empresa construtora, busca pelo recurso para a construção da hidrelétrica, se territorializa frente inúmeros grupos que compõem a população tradicional amazônica.

Essas populações passam a ter sua organização social e econômica desestruturada diante das mudanças impostas pelos atores hegemônicos do capital que tem seus interesses e não medem esforços para que prevaleça os seus projetos de modo a refuncionalizar esse território, provocando situação semelhante à descrita por Cavalcante (2012), ao assumir que o território se transforma, tecnifica-se, (re)organiza-se e se (re)funcionaliza.

---

<sup>3</sup> Empresa responsável pela construção da hidrelétrica Belo Monte.

O reassentamento RRC tem sido (re)funcionalizado, à medida que as famílias remanejadas do entorno do reservatório da hidrelétrica vão tentando produzindo seus novos territórios. O Território foi sendo transformado e organizado pela territorialização dos reassentados nos lotes de forma diferenciada, tendo em vista que nem todas as famílias foram reassentadas nos mesmos períodos, esse processo de readaptação deu-se de forma desigual. As mudanças ocorridas na organização social, econômica e cultural desses reassentados, enfrentam a luta pela reprodução de seus modos de vida em novos e diversos territórios que visam à conquista de outras possibilidades para continuar se refazendo.

Os reassentados são atores que vivem a dimensão do cotidiano e tem uma forma de percepção de (re) fazer num tempo lento, pautado na dinâmica na natureza/rio. Enquanto a empresa Construtora essa dinâmica acontece numa temporalidade rápida que incide na construção e reconstrução da reprodução do capital. O objetivo desse estudo é compreender as formas de (RE) fazer criadas pelos reassentados do RRC que tiveram suas terras atingidas pela Usina Hidrelétrica Belo Monte.

## **Material e métodos**

Para Viertler (2002), ao tratar de métodos de coleta e análise de dados em estudos de natureza qualitativa, afirma que nesse tipo de pesquisa é importante compreender os comportamentos sociais dos atores, em questão no seu próprio contexto social, em termos dos seus próprios referenciais culturais. A pesquisa de campo é essencial, pois o contato com o reassentamento foi possível compreender os significados que permeiam o fenômeno e influenciam o comportamento dos reassentados. Na coleta de informação no campo foram gravados os depoimentos e as falas dos reassentados, um material coerente dentro das próprias referências culturais dos pesquisados.

## Resultados e discussão

No Quadro 1 apresenta a área de cada lote agrícola para o Uso Alternativo do solo segundo projeto elaborado pela Norte Energia como forma de compensar as famílias que moravam em áreas rurais atingidas pelo reservatório de Belo Monte.

Quadro 1. Áreas de Uso Alternativo do Solo (AUAs) por Lote

LOTE	ÁREA (ha)	LOTE	ÁREA (ha)
Lote 1	15,0881	Lote 15	15,0905
Lote 2	16,9277	Lote 16	15,4434
Lote 3	17,1747	Lote 17	15,3623
Lote 4	15,0007	Lote 18	15,0082
Lote 5	15,0245	Lote 19	15,0941
Lote 6	17,3182	Lote 20	15,3639
Lote 7	17,2944	Lote 21	15,4375
Lote 8	16,5375	Lote 22	15,2387
Lote 9	15,2407	Lote 23	15,6454
Lote 10	16,9284	Lote 24	16,3720
Lote 11	15,9694	Lote 25	16,3212
Lote 12	15,0447	Lote 26	16,1037
Lote 13	15,0645	Lote 27	15,0958
Lote 14	15,0731	Lote 28	15,1911

Fonte: Norte Energia

A projeção, com base na análise preliminar do CSE<sup>4</sup> realizado na área rural, é de que exista cerca de 150 (cento e cinquenta) famílias de não proprietários rurais residentes com potencial elegibilidade para a modalidade de RRC. Os beneficiários elegíveis para esta modalidade estão entre proprietários/posseiros residentes com imóveis menores que um módulo fiscal de área (75 ha), ocupantes e residentes de ilhas, parceiros, meeiros, ocupantes do mesmo imóvel e outros moradores, com perfil para opção pelo reassentamento nas áreas remanescentes do Reservatório Xingu e Ilhas, desde que tais áreas se enquadrem nos critérios de suporte ao reassentamento, conforme detalhado no bojo do Projeto 4.1.4 do PBA – “Projeto de Reorganização de Áreas Remanescentes”. No Quadro 2 a

<sup>4</sup> Cadastro socioeconômico

estrutura do Reassentamento que a Norte Energia organizou para reassentar as famílias que viviam na área rural.

Quadro 2. Áreas dos componentes do Reassentamento Rural Coletivo – RRC

ESTRUTURAS	ÁREA (ha)
Área Total do Projeto	2.474,6417
Área de Reserva Legal (ARL)	1.770,6600
Área de Preservação Permanente (APPs)	194,5600
Área dos Lotes (AUAS) – 28 áreas com, aproximadamente, 15 ha cada – vide Quadro 1	440,4543
Área do Centro Comunitário	3,0957
Área do IBAMA	3,0200
Área da Serraria	6,5798
Reserva Técnica (Norte Energia)	29,1419
Estradas	4,2300
Sítios Arqueológicos	22,9000

Fonte: Norte Energia

As famílias foram reassentadas e no primeiro ano receberam Assessoria Técnica, social e Ambiental (ATES), e os projetos destinados aos reassentados que era: Sementes com adubo, calcárias e o veneno que era para conter o capim, já que o local era uma antiga fazenda, a piscicultura, viveiro com mudas (Imagem A) e pintinhos e ração para criação de galinhas (Imagem B).



A



B

Esses reassentados que viviam realidades tão adversas tiveram que se adaptar com essa transformação brusca no seu modo de vida. Para que essa perspectiva territorial teve que dar novos significados ao novo território, o único caminho para se refazer neste ambiente que ocupam.



Os grandes projetos que são destinados a Amazônia propõem projetos sem conhecer quem são os sujeitos a quem se pretende alcançar é um risco vazio, com pouquíssimas chances de acertos. A população que reside hoje no reassentamento residia em diversas partes do reservatório do rio Xingu, com predominância para os que viviam nas ilhas (Fig. 1).

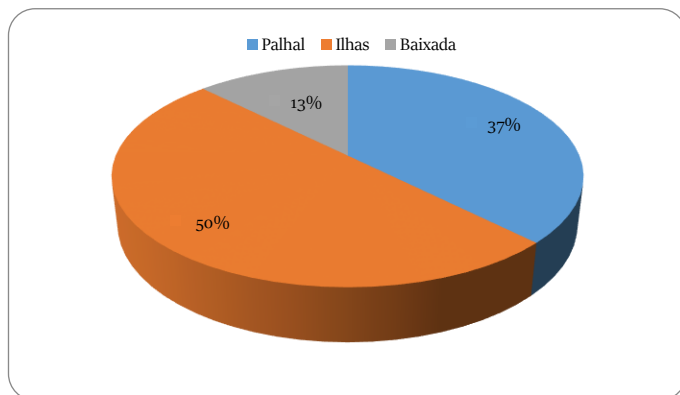


Figura 01. Onde residiam, anteriormente?  
Fonte: pesquisa de campo, 2017.

Por isso um olhar diferenciado com esses reassentados que tinham hábitos diferenciados nos seus saberes, costumes, tradições, regimes particulares de uso e gestão de recursos, enfim, seus modos de ser, viver e fazer e hoje necessitam aprender a se refazer nesta nova dinâmica imposta pela empresa construtora. Partindo assim, de uma reflexão feita por Silveira (2011) que pensa o território usado, de Santos, que configura objetos e ações, sinônimo de espaço humano, espaço habitado e em constante transformação. A forma como os reassentados vêm se criando, se refazendo, e assegurando a reprodução social nos novos territórios contém, pois, importantes elementos para a interpretação. A partir do momento em que os reassentados deixaram de receber os benefícios da Norte Energia tiveram que desenvolver atividades para obter uma renda. Eles se organizaram de forma coletiva com a criação da associação do reassentamento para facilitar a venda dos seus produtos na cidade de

Altamira ou de forma individual com a construção de farinha, pequenos comércios alimentícios e a produção de iorgute.

### **Considerações finais**

Refletir sobre o refazer no modo de vida dos reassentados, e como vêm construindo suas bases materiais e imateriais nos novos territórios ocupados reforça a importância de compreender a lógica de reprodução social dessas populações tradicionais que são retiradas dos seus territórios e são obrigadas a habitar outras realidades cotidianas ainda não vivenciadas por eles. Esses reassentados prescreve outra história, pois a maioria não tinha o hábito de trabalhar com a terra, com a agricultura, pescavam no rio, e agora criam peixes em cativeiro para poder se alimentar. Segundo a fala de um reassentado diz “é muito estranho ver os peixes confinados nestes tanques, onde acabam morrendo com a alta temperatura dos dias ensolarados. Pescar em tanque é estranho” meu Deus.

### **Referências**

- CAVALCANTE, M. M. de A. Hidrelétricas do Rio Madeira-RO: território, tecnificação e meio ambiente. 2012. 161 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Curitiba, 2012.
- ELETROBRÁS. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) – Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte. Maio, 198p. 2009.
- SANTOS, M. O retorno do território. In: OSAL: Observatório Social de América Latina. Ano 6 no. 16 (jun. 2005). Buenos Aires: CLACSO, 2005.
- NORTE ENERGIA. Relatório Online da Norte Energia. Altamira, 2015
- VIERTLER, R. B. Métodos antropológicos como ferramenta para estudos em etnobiologia e etnoecologia. In: AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. M. P. (Ed.). Métodos

de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatas.  
Rio Claro: UNESP/SBEE, p. 1229, 2002.

## Capítulo 4.2.11

# Impactos socioambientais causados pela Usina Hidrelétrica Estreito no Município de Filadélfia/TO

*Franciélis Ferreira Vargas*<sup>1</sup>

*Italo Schelive Correia*<sup>2</sup>

### Resumo

O Brasil produz a maior parte da sua energia elétrica por meio de hidrelétricas, e apesar de ser considerada uma fonte de energia limpa, ela causa uma série de impactos (sociais, econômicos e ambientais). No Rio Tocantins, na divisa entre os estados do Tocantins e Maranhão, existe a Usina Hidrelétrica (UHE) Estreito, que vem causando uma série de prejuízos aos moradores das regiões próximas da usina. Ela que era esperança de avanço socioeconômico para a região e na geração de emprego e renda, hoje é fonte de descontentamento da população local. O objetivo principal desse artigo é analisar alguns dos impactos socioambientais que a UHE-Estreito vem causando no município de Filadélfia no Tocantins. Para tanto, foi feita uma pesquisa bibliográfica utilizando documentos oficiais, fotografias e notícias de jornal. Os resultados do trabalho evidenciam alguns dos impactos que os moradores de Filadélfia no Tocantins vêm sofrendo desde a construção da usina até os dias atuais, apesar da existência de acordos prévios à construção da Usina firmados entre o Consórcio Estreito Energia (CESTE) e o poder público para a mitigação de tais impactos.

**Palavras-chave:** Energia elétrica; Filadélfia (TO); Impactos socioambientais; Recursos hídricos

### Abstract

Brazil produces most of its electricity through hydroelectric plants, and despite being considered a source of clean energy, these projects cause a series of social, economic and

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins – UFT; Mestrado Profissional e Interdisciplinar em Direitos Humanos e prestação jurisdicional - ESMAT; francielis.vargas@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins - UFT; Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG; italo.schelive@mail.uft.edu.br

environmental impacts. In the Tocantins River, on the border between the states of Tocantins and Maranhão, the Estreito Hydroelectric Plant (UHE Estreito) negatively impacting to the residents living close to the plant. The plant, which was a source of hope for socioeconomic advancement through the generation of employment and income throughout the region, the generation of employment and income, today is a source of discontent. The main objective of this study was to analyze some of the socio-environmental impacts that the Estreito dam has caused in the city of Filadélfia in Tocantins. Bibliographical research was done using official documents, photographs and newspapers. The results show some of the impacts that residents of Filadelfia in Tocantins have suffered since the construction of the plant until the present day, despite an agreement to mitigate impacts being signed by the Consortium Estreioit Energia (CESTE) and the public power prior to the construction of the plant.

**Keywords:** Hydropower; Filadélfia (TO); Social and environmental impacts; Water resources

## Introdução

A busca por novas fontes de energia elétrica no Brasil é uma necessidade constante pois o país está crescendo economicamente. Essa crescente demanda energética no Brasil é em sua maioria obtida pelas usinas hidrelétricas, ou seja, pelo represamento dos rios.

A necessidade da construção de usinas gera debates que são muitas das vezes acalorados. De um lado, ambientalistas apresentam os custos ambientais e sociais desses empreendimentos e do outro a elite política e econômica a promessa de desenvolvimento local, renda e arrecadação municipal.

No entanto, o represamento gera inúmeros problemas nos locais de alagamento e nas comunidades próximas, que vivem às margens dos rios e que deles tiram seu sustento. (BERMANN, 2003).

Na região amazônica, onde há um grande número de comunidades ribeirinhas, destaca-se a crescente instalação de complexos hidrelétricos, que corresponde à metade (50,2%) do potencial brasileiro em produção hidroenergética, sobretudo nos rios Tocantins, Araguaia, Xingu e Tapajós (BERMAN, 2008).

A Usina Hidrelétrica (UHE) Estreito, no rio Tocantins foi projetada para uma potência de 1.109,7 MW que começou a ser construída no início dos anos 2000. Seu reservatório com capacidade para aproximadamente de 590 km<sup>2</sup> que inundou aproximadamente 434 km<sup>2</sup> de terra foi formado no final de 2010 e nos primeiros meses de 2011. Sendo o Consórcio Estreito Energia (CESTE) o responsável pela construção da usina, formado pelas empresas SUEZ- Energy South América Participações Ltda, Vale do Rio Doce, Alcoa Alumínio S.A e Camargo Correa S.A.

### **Área de estudo**

O Município de Filadélfia localiza-se na região norte do país, na mesorregião ocidental do Tocantins (Fig. 1). Situa-se a 336,91 km, em linha reta, da capital Palmas (IBGE, 2014). O município limita-se ao norte com o município de Babaçulândia, ao sul com Goiatins, ao leste com o estado do Maranhão e ao oeste com Araguaína. A hidrografia do município está marcada pelo Rio Tocantins que apresenta praias, corredeiras e rápidos com baixa profundidade (AERONÁUTICA, 2014).

Filadélfia é uma cidade turística. No interior do município está localizada a Reserva Estadual das Árvores Fossilizadas, que apresenta o maior número de árvores petrificadas já descobertas no planeta. Outro fator que atrai os turistas é a praia fluvial, que se forma no Rio Tocantins nos meses de estiagem, fazendo com que a população aumente consideravelmente com a presença de turistas e filhos da terra vindos de todas as regiões e estados do Brasil.



Figura 1. Município de Filadélfia (TO).

Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Tocantins\\_Municip\\_Babaculandia.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Tocantins_Municip_Babaculandia.svg).

Diante disto, o objetivo principal deste artigo é analisar alguns dos impactos socioambientais que a UHE-Estreito vem causando no município de Filadélfia no Tocantins, buscando-se compreender os aspectos multidisciplinares envolvidos em tal problemática.

## Material e métodos

A análise dos impactos ocasionados pela construção da UHE-Estreito requer uma abordagem multidisciplinar, capaz de identificar não só as principais transformações sociais ocorridas no local objeto de estudo, o Município de Filadélfia, mas também as consequências ambientais da construção do empreendimento hidroelétrico. Diante disso, a pesquisa se concentrou em dois momentos: a coleta de dados “*in loco*” e a análise de dados levantados.

Para obtenção de informações, valeu-se essencialmente de sites oficiais do Ministério do Meio Ambiente - MMA e de jornais locais. Na

fundamentação utilizou-se principalmente Estudo de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos Ambientais, produzido pelo CESTE e os Planos Básicos Ambientais.

Nesse sentido, a análise do EIA/RIMA se justifica por este ser, em teoria, o principal instrumento de caracterização da área de influência do empreendimento hidrelétrico, seus impactos ambientais e sociais, as possibilidades de remanejamento dos moradores atingidos e ainda, a previsão de ações voltadas à geração de fontes alternativas de emprego e renda.

Além disso, o trabalho de campo contou com visitas ao Município de Filadélfia, ocorridas nos meses de março e abril do ano de 2018, onde foi feita a observação dos componentes arquitetônicos da localidade, com vasta documentação fotográfica estrategicamente feita para referendar as informações coletadas através da observação.

## **Resultados e discussão**

A partir das observações realizadas, foi possível verificar que muitos moradores relataram que não foram indenizados pelas propriedades perdidas no enchimento do Rio Tocantins, bem como não foram realocados para outras áreas.

Muitos dos moradores optaram por judicializar as demandas por indenizações, buscando junto ao Poder Judiciário a garantia de direitos previstos nos instrumentos ambientais firmados entre o poder público e a construtora.

Cumprе salientar ainda, que parte dos moradores vêm sofrendo com a deterioração das estruturas de suas casas (Figs. 2 e 3), uma vez que a construção da UHE - Estreito tornou ainda mais frágil o ambiente local, sendo que as inundações são constantes na região mesmo após o período de chuvas.





Figura 2. Portal comprometido.



Figura 3. Parede comprometida.

### Considerações finais

A pesquisa colaborou com a identificação de uma contradição no discurso desenvolvimentista que motivou a construção da UHE-Estreiro, uma vez que a análise das condições de vida atuais da população atingida alerta para a precariedade social, que se manifesta na falta de moradia adequada.

Em tal contexto, foi possível identificar nos PBA's e EIA Rimas uma ausência de caracterização mais detalhada sobre o contexto ambiental e social específico do Município de Filadélfia, sendo que constam nesses relatórios um predomínio de estudos de pesquisadores internacionais, em detrimento das análises regionais e locais.

Foi possível verificar, ainda, a ausência dos moradores atingidos nos processos decisórios que culminaram na autorização para a construção da UHE-Estreiro.

Pode-se concluir que a necessidade de desenvolvimento econômico não pode se dar às custas da exclusão daqueles que mais diretamente

necessitam de políticas públicas capazes de reverter, ou ao menos minimizar, o resultado de séculos de exploração.

## Referências

AERONAUTICA. Plano Aeroviário do Tocantins. 2018. Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/planosAeroviarios/PAETO.pdf> Acesso em 22 abr de 2018.

BERMANN, C. Impasses e Controvérsias da Hidreletricidade. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 2008.

BERMANN, C. Energia no Brasil: para quê? Para quem? 2ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Cidades. Babaçulândia. 2018. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=170300&search=|infogr%20Estatisticas:-informacoes-completas>> Acesso em: 22 abr de 2018.

## Capítulo 4.2.12

### Turismo de base comunitária, as mulheres e os babaçuais

*Stephanni Gabriella Silva Sudré*<sup>1</sup>

*Fernanda Furtado Costa*<sup>2</sup>

*Alexsânia da Silva Gomes*<sup>3</sup>

*Eliseu Pereira de Brito*<sup>4</sup>

#### **Resumo**

Este artigo teve como objetivo compreender a realidade da Comunidade Brejão no município de Araguaína-TO com olhares sobre os potenciais para o desenvolvimento turístico. Faz parte do planejamento turístico identificar os elementos culturais que podem vir a impulsionar o turismo na cidade ou no campo. De posse do modo de vida e rotinas das mulheres quebradeiras de coco, objetivou-se analisar o papel da mulher na atividade da quebra do coco, criando uma particularidade no ambiente de sua moradia, potencializando ser um espaço diferenciado com possíveis aproveitamentos para o turismo de base local. Para este estudo, utilizou-se a pesquisa qualitativa, bibliográfica e de campo, e realizou-se entrevistas semiestruturadas, para entender o processo de trabalho no empoderamento das mulheres no desdobramento de uma pesquisa com aplicação. Evidenciamos que as quebradeiras de coco, em parte, ajudaram a desenvolver a economia de Araguaína e de sua região e evidenciam, além do modo de vida, a memória, um linguajar simples e coloquial, que se fazem presentes nas gerações mais velhas e que constituem o caráter, a riqueza e a grandeza cultural dessa região. Acredita-se que evidenciar o caminho das mulheres pelos babaçuais é um importante instrumento de valorização da cultura local e regional, no reconhecimento histórico a essas pessoas que, de certa forma, contribuíram para a formação e pertencimento.

**Palavras-chave:** Turismo; Desenvolvimento social; Quebradeiras de coco

---

<sup>1</sup> Mestre em Ciências Ambientais, docente no curso de Tecnologia em Gestão de Turismo da Universidade Federal do Tocantins – UFT; stephanni\_@uft.edu.br.

<sup>2</sup> Curso Tecnologia em Gestão de Turismo da Universidade Federal do Tocantins – UFT; nandacosta@uft.edu.br;

<sup>3</sup> Curso de Tecnologia em Gestão de Turismo da Universidade Federal do Tocantins – UFT; alexsaniagestaouft@gmail.com;

<sup>4</sup> Curso de Geografia, Universidade Federal do Tocantins – UFT. eliseubrito@uft.edu.br;

### **Abstract**

The present study aimed to understand the reality of the Community Brejão in the municipality of Araguaína-TO, in regard to the potential for tourism development. Tourism planning involves the identification of cultural elements that can boost tourism either in the city or in the countryside. Focusing on the lifestyles and routines of traditional coconut breaker women, the objective was to analyze the role of women in the coconut breaking activity, creating a particularity in the environment of their dwelling, making it possible to be a differentiated space with potential use for tourism. We conducted bibliographical and field research including semi-structured interviews with coconut breaker women, aiming to understand how to contribute to their empowerment, in the development of applied research. We found out that the coconut breakers in part, have helped to develop the economy of Araguaína and its region, and have a way of life that showcases their shared memory, including a simple and colloquial language, still present in the older generations and that contributes to character, wealth and cultural grandeur of this region. We believe that highlighting the path of babassu working women is an important instrument of appreciation of the local and regional culture in the historical recognition of these people who, in a way, contributed to the regional development and witnessed the unfolding of so many stories.

**Keywords:** Tourism; Social development; Amazonian women; Coconut breaker women

### **Introdução**

No contexto social atual a história das mulheres é pouco reconhecida, e assim acontece com as mulheres da extração do coco babaçu. Os conhecimentos, os saberes e as memórias bioculturais de base nas vivências e adaptações das quebradeiras de coco tem se perdido ao longo do tempo. Há uma diversidade de motivações que levam o turista a deslocar-se a um destino, desde atrativos naturais, patrimônios históricos, crenças entre outros. Um dos interesses crescentes tem sido motivado pelo conhecimento da história de lugares ou pelos conhecimentos bioculturais de modos de vida diferentes em lugares diferentes.

Diante disto, sabemos que faz parte do planejamento turístico identificar os elementos culturais que podem vir a impulsionar o turismo na cidade ou no campo, assim como busca contribuir para a construção da identidade de comunidade. Neste entremeio da pesquisa, justifica-se que a

escolha do tema se atribui ao fato dos municípios de Araguaína estarem em processo de desenvolvimento turístico. Contudo, esta cidade não recebe o estímulo necessário para incrementar o turismo que ainda carece de estudos científicos que possam criar indicadores e apontar elementos que propiciem um desenvolvimento turístico.

Acredita-se também que o debate, sobre as quebradeiras de coco e suas dimensões culturais, tem uma grande contribuição para a região Norte e a Amazônia Legal, já que o Estado Tocantinense está inserido nessas duas importantes áreas geográficas. Diante dessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi analisar o papel da mulher tocantinense na atividade da quebra do coco, com ênfase no município de Araguaína - TO, criando uma particularidade no ambiente de sua moradia, potencializando ser um espaço diferenciado com possíveis aproveitamentos para o Turismo de Base Comunitária (TBC). Como objetivos específicos têm-se: a) apresentar as pressões e ameaças que se consolidaram como fatores do declínio dos babaçuais no norte tocantinense; B) descrever a comunidade Brejão no município de Araguaína-TO; C) identificar o potencial do babaçu no desenvolvimento socioeconômico da comunidade Brejão com olhares para o TBC.

## **Material e métodos**

O estudo utilizou-se a pesquisa qualitativa, bibliográfica e de campo, com uso de entrevistas semiestruturadas, objetivando assim, compreender as informações para entender o processo de trabalho no empoderamento das mulheres no desdobramento de uma pesquisa com aplicação.

A pesquisa bibliográfica foi feita com levantamento de textos já publicado sobre o tema e em livros, artigos, documentos oficiais. Essa pesquisa foi relevante para uma melhor familiarização com o tema em questão e para uma melhor compreensão da importância histórica do babaçu no ontem e hoje para a região norte do Tocantins.

## Resultados e discussão

O Norte do Tocantins é o lugar de várias comunidades rurais que habitam paisagens que tem os babaçuais como diferencial. Foi no contato com estes ambientes que observamos vivências diferentes de mulheres, principalmente mantendo uma relação de interdependência com os palmeirais. A Comunidade Assentamento Brejão está localizada a 30km do centro de Araguaína e estima-se que 255 famílias moram no assentamento. O mesmo, possui terras tanto do município de Araguaína como de Piraquê nas margens do ribeirão Brejão. Lá encontra-se um centro comunitário, onde são realizadas reuniões para tratar de assuntos pertinentes à comunidade de modo geral, também é onde são feitas as consultas médicas, realizadas uma vez por mês, já que eles não possuem Unidade Básica de Saúde (UBS) e, também é um espaço agraciado no mês de julho por um festejo religioso, porém ainda não tem um santo definido.

Apesar de uma dedicação com a quebra de coco, em sua maioria são famílias que sobrevivem também de atividades ligadas a agricultura familiar. Planta o seu alimento, desde feijão, arroz, mandioca, abóboras entre outros. Criam galinhas e porcos para o alimento e para venda. Fazem farinha e quebram coco. As associações criadas inserem estas trabalhadoras como rurais e ajudam na rentabilidade do trabalho com o coco. São vários os fatores que têm ocasionado o declínio na produção dos derivados de babaçu. Uma das questões principais foi a perda da importância no mercado com o crescimento do plantio da soja e na descoberta de outros frutos com fonte de óleos láuricos, componente também do babaçu, que passaram a serem competitivos e render grande produção de óleo empregados nas indústrias de cosméticos e higiene. As mudanças nos hábitos dos mercados consumidores refletiram significativamente neste declínio e, além disso, as alternativas apresentavam preços atraentes no mercado.

No que se refere a continuação de práticas com o babaçu, sabemos que em muitos lugares, as tradições culturais estão sendo perdidas por causa das influências do desenvolvimento moderno em geral. Como já dito anteriormente, o trabalho das quebradeiras de coco é um trabalho rudimentar e penoso, muitas vezes exploratória sobre o aspecto social.

A palmeira Babaçu possui uma riqueza e só quem já sustentou uma família através de seu extrativismo sabe valorizar cada detalhe: seja na escolha do coco mais robusto por possuir melhores amêndoas, ou na palha que mais combine com seu artesanato. Há quem diga que o sussurrar do vento roçando em suas palhas traz calma, porém, quando as mesmas estão agitadas é sinal de brava. A maioria das quebradeiras seguem algum tipo de ritual para a cata, a quebra e a apuração do azeite, porém, varia da crença de cada uma. Elas não vão para a lida dependendo da lua, outras não mexem nas amêndoas se tiver alguém de olho ruim por perto.

As comunidades visitadas no período de pesquisa demonstraram interesse em receber o turista em suas casas. Afirmaram também que objetivam proporcionar aos visitantes uma vivência da sua rotina, principalmente a lida nos babaçuais, desde a cata do coco babaçu, até a fabricação do azeite, a colheita das palhas e a corta do Babaçu para o Artesanato. Para os moradores dessas comunidades é muito importante que se desenvolva o turismo local, pois eles possuem além da boa vontade, atrativos naturais e artesanatos para serem prestigiados. Já há uma identidade afirmativa na comunidade quanto aos seus produtos que podemos observar na afirmação de Moura (2008 apud BEZERRA JÚNIOR, 2008, s/p) “nada que produzem encalha, as nossas peças não demoram muito a vender. Os artesanatos são de ótima qualidade”. Através dessa visão, as mulheres integrantes da comunidade se sentem valorizadas pela agregação de valor na transformação da palmeira e do coco em artesanato.

O turismo de base local nos pareceu uma forma de valorização da profissão de quebradeira de coco. É uma forma de desenvolver as relações com foco no respeito a comunidade anfitriã. Mas, há necessidade de

desenvolver de modo sustentável em decorrência da procura de soluções para não comprometer as futuras gerações.

O turismo alternativo de base comunitária, que se enquadra na categoria de turismo sustentável, se contrapõe ao turismo de massa, requerendo menor densidade de infraestrutura e serviços e busca valorizar uma vinculação situada nos ambientes naturais e na cultura de cada lugar [...] Trata-se de um outro modo de visita e hospitalidade, diferenciado em relação ao turismo massificado, que valoriza pequenas cidades e povoados, as singularidades e gêneros de vida distintos que os constituem, respeitando as heranças culturais e tradições locais. (ALMEIDA, 2011, p. 08).

Diante disto, a existência do turismo de base local é de suma importância na conservação e proteção do patrimônio material e imaterial das quebradeiras de coco. Proteger o coco babaçu é também garantia da permanência destes sujeitos na terra e uma forma de minimizar os impactos socioculturais com a perda de um fator de regionalidade importante para esta região, a civilização do Babaçu.

### **Considerações finais**

Diferente de anos atrás, sabemos que a extração do coco babaçu, assim como a produção do artesanato e outros artefatos não estão mais tão presentes nos dias de hoje como uma atividade regular. Não é difícil encontrar alguém que tenha pessoas na família que, de alguma forma, conseguiu ajudar nas despesas do lar com renda advindas do babaçu, seja colhendo ou quebrando coco.

As quebradeiras de coco que, em parte, ajudaram a desenvolver a economia do nosso município e da nossa região evidenciam além do modo de vida, a memória, um linguajar simples e coloquial, que ainda se fazem presentes nas gerações mais velhas e que constituem o caráter, a riqueza e a grandeza cultural da nossa região.

Acreditamos que evidenciar o caminho das mulheres pelos babaçuais seria um importante instrumento de valorização da cultura local e



regional, dando reconhecimento histórico a essas pessoas que, de certa forma, contribuíram para o desenvolvimento e que testemunharam o desenrolar de tantas histórias. Histórias estas, que tocam o “íntimo” de quem a escuta. As quebradeiras de coco nos ajudam a lembrar um pouco dessa cultura regional, que já não é tão presente nos dias de hoje como uma atividade regular e fundamental como fora alguns anos atrás. Além disso, contribuiria para incrementar o Turismo e o desenvolvimento local, transmitindo desse modo, uma memória identitária tanto aos visitantes/turistas quanto a comunidade local, incentivando-a a ser participativa até mesmo para oficinas, exposição, venda de artesanato e encontros de transmissão de saberes.

## Referências

- ALMEIDA, M. G. de. Identidade territorial Kalunga: a cultura e a relação com o cerrado como possibilidades para o desenvolvimento do turismo sustentável nas comunidades quilombolas de Teresina de Goiás. In: II Congresso Internacional de História da UFG, 2., 2011, Jataí. História e Mídia. Jataí: Edufg, 2011. p. 01-13. Disponível em: <[http://www.congressohistoriajatai.org/anais2011/link\\_76.pdf](http://www.congressohistoriajatai.org/anais2011/link_76.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2017.
- BEZERRA JÚNIOR, J. L. O Babaçu Semeando Cidades. Revista São Luís Orione. Araguaína: Fundação Católica Don Orione, Ano 7, v. 1, n.1, p. 223-236, jan./dez., 2007.

## Capítulo 4.2.13

### Os impactos da UHE Luís Eduardo Magalhães aos ribeirinhos da comunidade Canela

*Kênia Paulino de Queiroz Souza*<sup>1</sup>

*Marina Haizenreder Ertzogue*<sup>2</sup>

*Daisy Parente Dourado*<sup>3</sup>

#### Resumo

Os avanços tecnológicos e industriais têm se intensificado em uma velocidade cada vez maior no século XXI. Avanços esses que muitas vezes têm se colocado como prioridade acima dos valores humanos, culturais, sociais e ambientais. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo refletir sobre os impactos da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães sobre as pessoas da extinta comunidade Canela a partir das memórias de uma antiga moradora. Esta reflexão parte dos relatos de uma ribeirinha ao vivenciar juntamente com toda a sua comunidade o deslocamento geográfico do povoado Canela para o reassentamento na quadra 508 norte, em Palmas - Tocantins. Para tanto, esta pesquisa apoiou-se metodologicamente na abordagem qualitativa, por meio da análise documental, revisão bibliográfica e entrevista semiestruturada. Os resultados revelaram que a amplitude dos impactos na vida dos antigos ribeirinhos do distrito Canela foi grande, desigual e descompensada, causando rupturas em um povo, seus costumes, seus projetos, seus sonhos, sua cultura, enfim, de forma desumana, injusta e desrespeitosa nas múltiplas áreas da vida que envolve o ser humano e o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Usina hidrelétrica; Impactos; Deslocamento geográfico, Memórias

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins - UFT; Universidade Estadual do Tocantins - UNITINS; keniaqueirozo6@hotmail.com;

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins - UFT; Pesquisadora CNPq; marina@mail.uft.edu.br;

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins - UFT; daisyagro@gmail.com;

**Abstract**

Technological and industrial advances have intensified at an accelerated rate in the 21st century. These advances have often been prioritized above human, cultural, social and environmental values. This article reflects on the impacts of the Luís Eduardo Magalhães Dam on the population of the former community named Canela, based on the memories of a former resident. This reflection is based on the testimony of a riverine woman who experienced geographic displacement from the Canela village to a resettlement project established in the 508 block in Palmas - Tocantins. The research adopted a qualitative methodological approach, including archival analysis, bibliographic review and semi-structured interviews. The results revealed the great magnitude of the impacts of the dam on the lives of the former riverine inhabitants of the Canela District, disrupting people's social lives, habits, projects, dreams and their culture in unjust and disrespectful ways involving multiple aspects of the interconnections between human beings and the environment.

**Keywords:** Hydroelectric Power Plant; Geographic displacement; Impacts; Memoirs

**Introdução**

Ao discutir sobre os avanços em uma sociedade em geral marcada por um viés capitalista, pode-se perceber que na maioria das vezes, por hora trata-se de um avanço em detrimento de uma distribuição injusta de custos e benefícios entre as classes das minorias sociais em contraposição a classes direta ou indiretamente interessadas, as quais se apropriam amplamente de diversos benefícios, dentre se sobrepõem os econômicos.

Nesse sentido, a construção da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães – UHLEM, em Lajeado – TO, concluída no ano de 2002, localizada no Rio Tocantins, entre os municípios tocantinenses de Miracema do Tocantins e Lajeado, localizada a uma distância de 26 km da capital do estado tocantinense, Palmas, é considerada como um desses avanços. A usina foi regulamentada pela legislação brasileira dentro das prioridades para geração de eletricidade para a sociedade brasileira, especificamente nas regiões norte e nordeste.

Entretanto, o considerado cumprimento da legislação, pelas empresas construtoras da UHLEM, não foi o suficiente para suprir as necessidades de um povo ribeirinho, que tiveram que ser desapropriados

de seu lugar, de sua comunidade Canela, da zona rural, para a zona urbana.

Diante disso, a presente discussão, tem como objetivo refletir sobre os impactos que a Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães causou às pessoas da extinta comunidade Canela a partir das memórias de uma antiga moradora ribeirinha.

## **Material e métodos**

Este trabalho faz uma reflexão apoiada metodologicamente em uma abordagem qualitativa (ANDRÉ, 1995), por meio da análise documental, revisão bibliográfica e entrevista semiestruturada com uma antiga moradora da comunidade Canela, a qual terá sua identidade preservada, conforme o Termo de Livre Consentimento assinado. Segundo Rey (2002), a partir do olhar qualitativo, o saber científico não se legitima por meio de um número de pessoas a serem estudadas e sim na qualidade que se obtém de suas expressões.

Através da análise qualitativa, buscou-se perceber a relação entre os impactos da construção de uma hidrelétrica em uma comunidade específica e extinta, como o caso da comunidade Canela no Tocantins. A análise transdisciplinar considerou os saberes de um povo que se expressa e revela a sua experiência (NICOLESCU, 1999; MORIN, 2001).

## **Resultados e discussão**

Para autorização da construção da UHLEM foram realizados estudos e análises em várias dimensões com respeito aos impactos sociais e ambientais, e com o objetivo de compensação foram estabelecidas Áreas de Preservação Ambiental como o Parque Estadual do Lajeado, uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, dentre outras próximas ao lago. Como exemplo, um dos relatórios especifica que, “o Pântano do Papagaio, situado na margem direita, em frente a Brejinho de Nazaré, será

incorporado à Zona de Conservação. Esta área será protegida para permitir a recuperação natural da vegetação. [...] espera-se um adensamento da fauna [...]” (THEMAG-INVESTCO, p. 08, 2005).

Nesse sentido, a Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002, define a Área de Preservação Permanente de reservatórios artificiais como sendo a área “ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”.

Entretanto, os relatos de uma antiga moradora da comunidade Canela – área inundada pelo lago, devido a construção da UHLEM – apresenta contradições a respeito desse “bem estar” que vai além do que se propõe para a dimensão ambiental. Pode-se perceber isso desde as negociações do reassentamento, até as formas de desapropriação a partir do relato:

Olha esse acontecimento, me marca várias coisas, me marca com o desespero das pessoas, principalmente aqueles menos favorecidos, no tempo de negociação às vezes não tinha um advogado pra acompanhar, às vezes não tinha uma pessoa na família mais estruturada pra dar uma opinião, e eu era presidente da Associação de Morador de lá na época, sofri demais [...] os dois primeiros anos de negociação fiquei de frente e a minha maior luta foi conscientizar as pessoas de que o remanejamento coletivo seria o melhor pra todos. [...] mas infelizmente isso não foi possível, porque [...] tinha muita gente que achava que pegar aqueles dez mil na época, iam fazer tudo na vida, foi o fracasso, muitas famílias de lá não sei onde que está e nunca mais teve condição de construir nem um quarto, nem conseguir um lote [...].

A antiga moradora expressa a sua dupla dor por si mesma e pela sua comunidade, como representante, lutando sem um amparo profissional, pois não tinham condições de contratarem um advogado e não obtiveram apoio público. Ela continuou tentando amenizar o irremediável, a dor da desapropriação. Entretanto, dentro das possibilidades apresentadas aos ribeirinhos, para a presidente, o mais viável seria aceitar o reassentamento

em uma casa para cada família na quadra 508 norte, em Palmas - TO. Algo que muitos não concordaram e tiveram uma perda ainda maior.

Outro ponto que leva a um questionamento do “bem estar e compensações ou ressarcimentos” está na forma que trataram os momentos de desapropriações, as pessoas daquele lugar. Segundo a antiga moradora, marcou muito a forma que destruíram a comunidade, após a negociação:

[...] eles já enfiavam o trator, já demolia, acabava com tudo aquilo ali, e no final os que saíram derradeiro a comunidade já estava parecendo um deserto, não tinha mais árvore, não tinha mais casa, não tinha mais nada [...].

Outra coisa que me marca demais foi quando vi queimar o meu barracão, a minha casa, a coisa que eu mais pedi pra eles, que deixasse eu sair, deixasse eu carregar as minhas coisas, porque eu não queria ver demolir a minha casa. A gente veio com uma carrada de coisas, [...] então o caminhão da mudança não deu pra trazer todas as coisas de uma viagem, quando foi na segunda viagem, a gente deixou as coisas tudo embalada do lado de fora, que a gente já chegou lá, o fogo já estava acabando de queimar tudo, aquilo foi o mesmo que arrancar um pedaço de mim.

Diante dessas atitudes, não havia o respeito à história de um povo, aos sentimentos de uma vida inteira e isso não foi proporcionar um “bem estar humano e social”, foi uma postura desumana. Para Moraes (2014, p. 22-23), esses problemas estão relacionados com uma dimensão ainda maior, como: “1) a globalização competitiva decorrente de uma visão unilateral de desenvolvimento; 2) um consumismo exacerbado [...]; 3) um desenvolvimento material inquestionável, mas do qual poucos são aqueles que verdadeiramente dele desfrutam [...]”. No entanto, essa situação-problema planetária vai além, à medida que vem provocando em igual período “[...] uma degradação ecossistêmica e ambiental sem precedentes na história de nossa civilização, diminuindo a qualidade de vida no planeta Terra [...]”. Qualidade essa que o ser humano tem sentido cada vez mais distante. Percebe-se isso no relato:

[...] a coisa que mais me doeu foi no outro dia que mudei pra cá, [...] olhei pra altura daquele muro, [...] meu Deus será que eu vou aguentar ficar aqui, não sei, porque eu me sinto sufocada, parece que eu não nasci para viver assim, presa. Lá meu terreno da minha casa era seis mil e tantos metros quadrados, eu tinha tudo: um pomar a coisa mais linda, tinha horta, tinha tudo, não era nem cercado de muro, só tela, que eu podia olhar e ver tudo e aqui é muito diferente. [...] Muitas pessoas sofre muito, muitos já mudaram daqui, porque não tiveram condição de ficar, uns venderam baratinho, outros foram morar de caseiro em chácaras com outras pessoas, porque lá [Canela] era uma comunidade de pessoas muito humilde, a maioria das pessoas não tinha uma mão de obra qualificada e isso causou um sofrimento muito grande pra eles aqui, ainda hoje tem família, tem duas famílias que a gente ajuda muito, de vez em quando corta energia, corta água, fica naquele sofrimento, a gente tem que fazer vaquinha e pagar pra ver se eles ficam mais sossegados, porque um [uma família] já é um casal de pessoas bastante idosas.

Além de todas as situações-problemas que os ribeirinhos passaram para se instalarem na 508 norte, também tiveram outros desafios para enfrentar, pois a empresa prometeu uma infraestrutura que não foi entregue à comunidade. Posto de saúde e uma escola ainda não estavam construídos, as ruas não eram pavimentadas, dentre outras situações, como não bastasse foram deslocados para uma casa e não lhes deram condições de se sustentar no novo endereço. Muitos outros desafios foram enfrentados pelos antigos ribeirinhos.

### **Considerações finais**

A população do distrito Canela passou por momentos difíceis, uma vez que muitos nunca se imaginaram mudando daquele lugar: várias gerações viveram ali, a união era predominante em tudo que realizavam – suas hortas, suas casas, suas chácaras eram habitadas com simplicidade e muita liberdade, pois se sentiam tranquilos e seguros em viver rodeados por parentes e amigos em quem podiam confiar. No entanto, contra a sua vontade, viram partes de suas vidas serem inundadas pelo rio, tendo ficado

apenas em suas memórias e em alguns arquivos todo um passado cheio de emoções.

Diante dos impactos causados com a construção da UHLEM, percebe-se que a humanidade contemporânea ainda não está preparada para lidar com os problemas atuais que têm afligido a dimensão planetária, muitos dos quais são concebidos pela sua ignorância, fundamentada num pensamento capitalista e simplificador. A sociedade vive em meio a sérias situações problemas, “[...] degradação ecológica, exclusão social, exploração sem limites dos recursos naturais, busca frenética e desumanizante do lucro, e o aumento das desigualdades encontram-se no cerne das problemáticas contemporâneas” (MORIN, 2015, p. 05).

Portanto, a partir desta reflexão, suscita-se o interesse de aprofundar os estudos de outras indagações diante de um cenário que cada vez mais se percebe um certo poderio do sistema capitalista embrenhado ao contexto discutido. Poderia se pensar sobre: Até que ponto os avanços tecnológicos e industriais tem se preocupado com o ser humano? Até que ponto as medidas de compensação ambientais e sociais estão reparando os impactos gerados em nome de um avanço? E por fim, como tem sido a relação entre o ser humano e o meio ambiente nesse contexto de desenvolvimento no presente século?

## Referências

- ANDRÉ, M. E. D. A. de. A abordagem qualitativa de pesquisa. In: ANDRÉ, M. E. D. A. de. Etnografia da prática escolar. Campinas, SP: Papiurus, 1995. p. 15-26.
- CONSELHO DE DEFESA DOS DIREITOS DA PESSOA HUMANA. Comissão Especial Atingidos por Barragens. Resoluções Nº 26/06, 31/06, 01/07, 02/07. Brasília –DF.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Nº 302, de 20 de março de 2002. Brasília – DF.
- MORAES, M. C. Educação e sustentabilidade: um olhar complexo e transdisciplinar. In: MORAES, M. C.; SUANNO, J. H. (Org.). O pensar complexo na educação:



sustentabilidade, transdisciplinaridade e criatividade. Rio de Janeiro: Wak, 2014. p. 21 - 42.

MORIN, E. Ensinar a viver: manifesto para mudar a educação. Tradução de Edgar de Assis Carvalho e Mariza Perassi Bosco. Porto Alegre: Sulina, 2015.

MORIN, E. Introdução ao pensamento complexo. 3 ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2001.

NICOLESCU, B. O manifesto da transdisciplinaridade. Tradução de Lucia Pereira de Souza. São Paulo: Triom, 1999.

REY, G. F. Pesquisa qualitativa em psicologia: caminhos e desafios. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

THEMAG/INVESTCO. Atualização do Zoneamento da Faixa de Proteção do Reservatório-Projeto Básico Ambiental-UHE Luís Eduardo Magalhães, Lajeado. 2005.

## Capítulo 4.2.14

### Visita técnica dos bombeiros militares tocantinenses à Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães

*Cléber José Borges Sobrinho*<sup>1</sup>

*Dernival V. Ramos Júnior*<sup>2</sup>

#### **Resumo**

Este estudo descreve a visita técnica realizada por dezoito bombeiros militares do Tocantins à Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, ocorrida em 11 de fevereiro de 2016, com o objetivo de contribuir para a profissionalização destes visitantes e verificar *in loco* os processos de funcionamento e as participações socioambientais da empresa. Esta ação foi caracterizada como um recurso metodológico de ensino com potencial para profissionalização e buscou aprofundar a compreensão técnico-formativa em nível coletivo, além de comprovar a dinâmica organizacional e cotidiana. A visita técnica foi dividida em três fases, sendo a primeira para orientações preliminares, a segunda para acesso ao ambiente central de trabalho da usina, e a terceira para passeio pelo deque. Após a visita técnica, durante o retorno, foi aplicado um questionário de satisfação aos visitantes, composto por sete afirmações avaliadas em quatro níveis. Ao final se conclui que os resultados alcançados foram totais, uma vez que o objetivo inicialmente proposto foi alcançado.

**Palavras-chave:** Visita técnica; Bombeiros; Usina hidrelétrica

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins; Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente; cleberborgess@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins; Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente; dernivaljunior@gmail.com

## Introdução

A visita técnica se trata de uma observação *in loco* a um ambiente externo ao qual se desempenha uma atividade regular, seja em âmbito profissional ou acadêmico, e há por objetivo aprofundar a compreensão técnico-formativa em nível coletivo além de comprovar a dinâmica organizacional e cotidiana.

A visita técnica contribui de forma fundamental para a profissionalização (TARDIF, 2002) daqueles que nela se inserem, possibilita o desenvolvimento de estudos e pesquisas em áreas específicas, oportuniza o aprofundamento de conhecimentos e relaciona às aplicações tecnológicas. Em um nível educacional, a visita técnica é um recurso metodológico de ensino com potencial para profissionalização educacional (SANTOS, 2006; SOUZA et al., 2012).

Quando a visita técnica ocorre em uma usina hidrelétrica, os visitantes têm a oportunidade de observar o funcionamento de uma grande estrutura tecnológica, discutir os vínculos aos valores socioambientais, estabelecer relações sociais em novo ambiente profissional, e, trabalhar seu profissionalismo frente aos saberes previamente formados (TARDIF, 2002; REZENDE et al., 2015).

A visita técnica a que se refere este estudo ocorreu em 11 de fevereiro de 2016, na Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães<sup>3</sup>, popularmente conhecida como Usina de Lajeado, localizada no Rio Tocantins entre os municípios de Lajeado e Miracema do Tocantins. O público-alvo visitante foi composto por dezoito bombeiros militares das unidades tocantinenses de Palmas, Paraíso do Tocantins e Porto Nacional.

---

<sup>3</sup> <[http://www.engetec.eng.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17:uhe-luis-eduardo-magalhaes-municipios-de-lajeado-e-miracemato&catid=5:projetos](http://www.engetec.eng.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17:uhe-luis-eduardo-magalhaes-municipios-de-lajeado-e-miracemato&catid=5:projetos)>.

## **Material e métodos, resultados e discussão**

A visita técnica foi resultado de um projeto de qualificação profissional dos bombeiros militares do Tocantins, elaborado pelo comandante<sup>4</sup> do 1º Batalhão de Bombeiros Militar – 1º BBM, encaminhado ao comando do CBMTO<sup>5</sup> e seguido de posterior aprovação. Em seguida este projeto foi protocolado na empresa Investco S.A.<sup>6</sup>, juntamente com um ofício de solicitação para a execução da visita técnica, ao que culminou em aprovação e agendamento.

De posse desta aprovação foi disponibilizado pelo CBMTO uma viatura, modelo ônibus, para transporte dos bombeiros voluntários das unidades operacionais de Palmas, Paraíso do Tocantins e Porto Nacional, que resultou na participação do idealizador/organizador e mais dezessete participantes.

No dia 11 de fevereiro de 2016 os participantes se reuniram no quartel do 1º BBM e saíram às 11 horas em direção à Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, e ao chegarem foram encaminhados ao cadastramento e posteriormente à fase de orientações, que se trata de uma etapa obrigatória aos visitantes, composta por diretrizes de funcionamento, comportamento dos visitantes e abordagens socioambientais realizadas pela empresa Investco S.A.; esta foi a primeira fase da visita técnica.

A segunda fase iniciou após o grupo adentrar ao ambiente central de trabalho da usina, momento no qual foi oportunizado aos visitantes o acesso aos principais espaços estruturais internos e a observação dos equipamentos tecnológicos que estavam em funcionamento.

Nesta fase, os bombeiros verificaram os indicadores dos impactos socioambientais na conformidade do EIA/RIMA<sup>7</sup> elaborado pela empresa,

---

<sup>4</sup> O Autor 1 deste estudo era o comandante do 1º BBM na época da visita técnica (CBMTO, 2016).

<sup>5</sup> Refere-se ao Corpo de Bombeiros Militar do Tocantins.

<sup>6</sup> Investco, 2017.

<sup>7</sup> Refere-se ao Estudos de Impactos Ambientais e Relatório de Impactos ao Meio Ambiente, que são instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente na conformidade da Resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA <<http://www.matanativa.com.br/blog/o-que-e-eia-rima-estudo-e-relatorio-de-impacto-ambiental/>>.

por meio do qual foram apresentados 34 programas ambientais em funcionamento e as certificações dos programas ISO 9001 – sistema de gestão de qualidade, ISO 14001 – sistema de gestão ambiental, e OHSAS 18001 – sistema de gestão de segurança e saúde ocupacional.



Figura 1. Visita técnica dos bombeiros à Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães.

Fonte: do próprio autor.

A figura 1, acima, aponta para a terceira e última fase da visita técnica, que foi o passeio pelo deque da usina, local do qual se foi possível observar o reservatório, as comportas, as estruturas externas, a Serra do Lajeado e as cidades de Lajeado e Miracema do Tocantins. Ao término desta fase foi realizado um espaço para agradecimentos e em seguida os bombeiros embarcaram para o retorno.

Após findar a visita técnica, durante o deslocamento de retorno ao quartel do 1º BBM, foi aplicado um questionário de satisfação elaborado pelo próprio organizador da visita técnica, no qual continha quatro categorias de satisfação: Discordo, Concordo parcialmente, Concordo plenamente, e, Não tenho opinião sobre esse assunto; em associação a sete itens de observação: Deslocamento em viatura aconteceu de forma segura; Fui bem recepcionado na chegada à UHEL; Observei que os funcionários são qualificados em suas funções; Quando apresentei minhas dúvidas estas foram sanadas; Meus conhecimentos profissionais foram enriquecidos; Indico esta visita técnica a outros colegas profissionais; e Estou satisfeito por haver participado desta oportunidade.

Em resultado ao questionário (Quadro 1), foram alcançadas as seguintes participações:

Quadro 1. Resultado do questionário de satisfação.

QUESTIONAMENTOS	Discordo	Concordo parcialmente	Concordo plenamente	Não tenho opinião
Deslocamento em viatura aconteceu de forma segura.	-	-	17	-
Fui bem recepcionado na chegada à UHEL.	-	01	16	-
Observei que os funcionários são qualificados em suas funções.	-	04	13	-
Quando apresentei minhas dúvidas estas foram sanadas.	01	01	15	-
Meus conhecimentos profissionais foram enriquecidos.	-	02	15	-
Indico esta visita técnica a outros colegas profissionais.	-	02	15	-
Estou satisfeito por haver participado desta oportunidade.	-	-	17	-

Fonte: do próprio autor.

Nesta compreensão, os dezessete bombeiros respondentes foram unânimes quanto à segurança no deslocamento e à satisfação por terem participado da visita técnica; houve concordância quanto à boa receptividade na UHEL, ao enriquecimento dos conhecimentos profissionais, e indicação da visita técnica aos colegas de profissão; houve criticidade quanto à qualificação dos funcionários no desempenho das funções; e, houve um apontamento de que as dúvidas apresentadas não foram sanadas.

## Conclusões

A visita técnica discutida nesse estudo foi realizada por profissionais do Corpo de Bombeiros Militar do Tocantins na Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães, e, ocorreu no dia 11 de fevereiro de 2016 com o objetivo de contribuir com a profissionalização dos visitantes e verificar *in loco* os processos de funcionamento e as participações socioambientais da empresa.

Esta ação iniciou por meio de um projeto de qualificação profissional, que após aprovado em nível de comando institucional, foi apresentado em anexo a um ofício de solicitação para visita técnica, e após a aprovação do pedido, foi cedida uma viatura institucional para transporte dos interessados, grupo este composto por um organizador e dezessete voluntários.

A visita técnica foi dividida em três etapas, sendo que na primeira foram apresentadas as diretrizes de funcionamento da empresa, o comportamento dos visitantes e as abordagens socioambientais; a segunda fase marcou a atuação *in loco* diante do ambiente estrutural interno e dos equipamentos tecnológicos; e a última fase possibilitou o passeio pelo deque da usina.

Após o término da visita técnica, durante o retorno, foi aplicado um questionário de satisfação aos bombeiros visitantes composto por sete afirmativas que poderiam ser avaliadas em quatro níveis, cujo resultado transcreveu uma avaliação qualitativa (CRESWELL, 2010) de impacto positivo.

Nesta compreensão, se conclui que os resultados alcançados foram totais, uma vez que o objetivo proposto de contribuir com a profissionalização dos visitantes e verificar *in loco* os processos de funcionamento e as participações socioambientais da empresa para a profissionalização dos bombeiros militares visitantes foi alcançado.

### **Agradecimentos**

Universidade Federal do Tocantins - UFT. Corpo de Bombeiros Militar do Tocantins - CBMTO.

### **Referências**

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO TOCANTINS (CBMTO). Bombeiros realizam visita técnica à UHE de Lajeado. Palmas-TO: CBMTO, 2016. Disponível em: <<https://bombeiros.to.gov.br/noticia/2016/2/12/bombeiros-realizam-visita-tecnica-a-uhe-de-lajeado/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e mistos. Magda França Lopes (Tradução). 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

INVESTCO S.A. Demonstrações financeiras 2016. Palmas - TO, 2017. Disponível em: <[http://www.valor.com.br/sites/default/files/upload\\_element/10.03.2017investco.pdf](http://www.valor.com.br/sites/default/files/upload_element/10.03.2017investco.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2018.

REZENDE et al. Relatório de visita técnica na usina hidrelétrica de Itaipu. Data de visita em 28 ago. 2015. Cursos Superiores de Tecnologia em: Sistemas de Telecomunicações, Eletrônica Industrial, Redes de Computadores, de Administração - Faculdade de Tecnologia de Curitiba-FATECPR (Graduação). Curitiba-PR: FATECPR, 2015. Disponível em: <<http://fatecpr.com.br/RELATORIO%20DE%20VISITA%20TECNICA%20NA%20USINA%20HIDRELETRICA%20DE%20ITAIPU%20-%202019-08-2015.pdf>>. Acesso em: 29 de abr. 2018.

SANTOS, G. Sobreira dos. A reforma da educação profissional e o ensino médio integrado: tendências e riscos. Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação. São Paulo: ANPED, 2006.

SOUZA, C. F. et al. O PAPEL DA VISITA TÉCNICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: estudo de caso no Campus Araguatins do Instituto Federal do Tocantins. VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação - CONNEPI. Palmas - TO: CONNEPI, 2012.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. ISBN 85.326.2668-8. Petrópolis-RJ: Vozes, 2002.





## **Parte 4.3**

**Atividade pesqueira, peixes e pesca**

**Fishing, fish and fisheries**



## Capítulo 4.3.1

# Perfil da pesquisa acadêmica sobre pesca em reservatórios de hidrelétricas: uma análise global

*Ellen Sílvia Amaral Figueiredo*

*Elineide E. Marques*<sup>1</sup>

*Max P. Obeso*<sup>2</sup>

*Samuel da Silva Costa*

*Simone Athayde*<sup>3</sup>

### Resumo

O presente estudo analisa o perfil dos estudos acadêmicos sobre pesca artesanal no mundo, em ambientes de barragens hidrelétricas. De forma a entender o potencial de contribuição da academia para a mitigação dos efeitos das hidrelétricas, o presente estudo levantou e caracterizou o perfil dos estudos sobre pesca em ambientes de hidrelétricas, buscando padrões e lacunas do conhecimento. Por meio de revisão sistemática, foram selecionados 110 artigos em quatro bases de dados. Destes, 52% tratam sobre pesca, sendo o restante ligado a temas de conexão indireta como biologia e ecologia de peixes. Os métodos mais utilizados nas pesquisas foram *survey* (51%) e revisão (20%), sendo 71% deles com abordagem quantitativa. De modo geral, a revisão sistemática revelou estudos pontuais, de curto prazo, descontínuos, com enfoque disciplinar e voltados às ciências biofísicas. Recomenda-se a ampliação dos estudos socioeconômicos, assim como a utilização de abordagens interdisciplinares, que atendam a complexidade do tema.

**Palavras-chave:** Barragens hidrelétricas; Pesca artesanal; Revisão sistemática

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins; ellenfigueiredo@mail.uft.edu.br; emarques@mail.uft.edu.br

<sup>2</sup> Instituto Federal do Tocantins; samueldecristo2009@hotmail.com; maxobeso@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade da Flórida; simonea@ufl.edu

**Abstract**

The present study analyzes the main features of academic studies on artisanal fisheries impacted by hydroelectric dams across the world. To understand the potential contribution of the academy to mitigating of effects of hydroelectric dams, the present study reviews studies on fishing in hydroelectric environments, searching for patterns and gaps. Through a systematic review, we selected 110 articles from four databases. Approximately 52% of papers study fishing. The rest concern biology and fish ecology. The most used methods were survey (51%) and reviews (20%), totaling 71% with quantitative approach. In general, the systematic review shows short-term, discontinuous, disciplinary approaches focused on the biophysical sciences. We recommend expanding to socioeconomic studies, as well as using interdisciplinary approaches to capture the complexity of the subject.

**Keywords:** Hydroelectric dams; Artisanal fisheries; Systematic review

**Introdução**

O presente estudo analisa o perfil dos estudos acadêmicos sobre pesca artesanal em ambientes de barragens hidrelétricas, em âmbito global, com o intuito de contribuir para a discussão sobre medidas mitigatórias dos impactos de hidrelétricas. A instalação de barragens hidrelétricas tem provocado significativa perda da diversidade ictiofaunística, podendo comprometer o futuro da atividade pesqueira em várias partes do globo (BÉNÉ; NEILAND, 2005; WINEMILLER et al., 2016; CASTELLO; MACEDO, 2016). Em 2016, especialistas em ictiofauna de diversos países publicaram um artigo alertando sobre a eminente ameaça a um terço dos peixes de água doce do mundo devido a construção de barragens hidrelétricas (WINEMILLER et al., 2016).

Mesmo com os impactos socioambientais que ocasiona, a hidroeletricidade ainda é uma importante fonte de energia e dificilmente recuará em seus projetos de expansão. As barragens hidrelétricas são responsáveis por gerar 16% da eletricidade do mundo (BOSSHARD, 2014). No Brasil, no ano de 2016, 68% da energia elétrica veio das hidrelétricas (EPE, 2016). Conforme o Plano de Aceleração do Crescimento do país, estão previstas a instalação de pelo menos 20 barragens hidrelétricas até o ano de 2050, todas na bacia Amazônica (BRASIL - MME, 2011;

FEARNSIDE, 2014). Por essa razão, Winemiller et al. (2016), alertam para a necessidade de um planejamento mais sofisticado e holístico das hidrelétricas no sentido de mitigar seus impactos junto a população afetada.

Nesse contexto, a academia tem grande potencial de contribuição no sentido de disponibilizar o conhecimento produzido para embasar as tomadas de decisão rumo a conservação dos recursos pesqueiros, que são imprescindíveis na subsistência da população humana vulnerável (DORIA et al., 2018). Com esse foco e por meio de uma revisão sistemática foram levantados e analisados os artigos existentes sobre o tema, traçando o perfil dos mesmos e encontrando padrões e lacunas entre eles.

## **Material e métodos**

O método de pesquisa escolhido foi o de revisão sistemática, desenvolvido em sete etapas adaptadas da publicação do Cochrane Handbook (CLARKE, 2001), partindo do projeto de pesquisa e estabelecimento das perguntas de estudo para a busca e seleção dos artigos, avaliação crítica dos mesmos, coleta de dados, agrupamento e apresentação dos resultados, interpretação e ajustes ou aperfeiçoamento.

As bases de dados consultadas foram (1) ScienceDirect Elsevier <http://www.elsevier.com>; (2) ISI Web of Science - <http://www.isiknowledge.com>; (3) Scientific Electronic Library Online Scielo- [www.scielo.br](http://www.scielo.br) e (4) Scopus. O Mendeley foi utilizado como gerenciador dos artigos levantados. As palavras chave finais foram: fisher\* AND reservoir; fisher\* AND dam; fisher\* AND hydroelectric; fisher\* AND impoundment, fish harvest AND reservoir; fish harvest AND dam; fish harvest AND hydroelectric; fish harvest AND impoundment. Foram encontrados 5.524 artigos e após três triagens, foram selecionados 110 artigos.

Os critérios de classificação (inclusão) definidos para a seleção dos estudos foram: (a) estar relacionado ao tema “pesca em ambientes de

barragens hidrelétricas”; (b) tratar de atividade de pesca, seja ela de subsistência, comercial, artesanal ou não e/ou de pesquisa, que apresente informações que subsidie o manejo ou conservação dos recursos pesqueiros; (c) a área de estudo deve incluir obrigatoriamente, pelo menos um reservatório de usina hidrelétrica em qualquer local do mundo.

## **Resultados e discussão**

A partir dos 5.524 artigos gerados em nossa revisão, 110 foram selecionados como válidos para sistematização e análise, sendo 99 deles em inglês, 10 em português e apenas um, em espanhol. Estes artigos foram publicados em 56 revistas indexadas, sendo 40 delas com apenas um artigo, 4 com 2 artigos e as 12 revistas restantes, com os demais 62 artigos. As revistas *Brazilian Journal of Biology* e *Fisheries Research* foram as que mais publicaram, seguidas do *Boletim do Instituto de Pesca*.

Com relação ao ano de publicação dos artigos, apesar dos trabalhos terem sido publicados no período entre 1968 e maio de 2017, cerca de 46% das publicações concentraram-se em apenas 6 anos (2007, 2009, 2013, 2014, 2015 e 2016). Cerca de 50.000 grandes barragens foram construídas desde 1800, fragmentando dois terços dos grandes rios do mundo (BOSSHARD, 2014). Mas foi a partir da década de 1990 que as hidrelétricas, antes consideradas símbolo de progresso, de baixo impacto ambiental se comparadas a energia nuclear, passaram a ser questionadas por movimentos anti-barragens devido aos impactos socioambientais negativos que causavam localmente (ASMAL, 2000).

As cinco hidrelétricas mais estudadas nos artigos foram Tucuruí - Brasil (N=10), Barra Bonita - Brasil (N=9), Itaipu - Brasil/Paraguai (N=7), Sélingué - África (N=5) e Manantali - África (N=4). Dos 93 reservatórios de hidrelétricas abordados nos estudos, 79 deles foram citados por um ou dois artigos, apenas. A maior parte, cerca de 39% dos estudos, foi desenvolvida em 13 reservatórios. Os rios Paraná e Tocantins foram os mais estudados nos artigos, dentre os 9 mais citados e que abarcaram 47%

dos estudos. Do total de 59 rios citados, 51 deles aparece em um e dois artigos, apenas.

Com relação a distribuição geográfica, cerca de 50% dos estudos foram realizados na América do Sul. A região do rio Mekong (Ásia) e de alguns países africanos responderam por 29% e 11%, respectivamente. A América Central, América do Norte e Europa abarcaram 5%, 3% e 2% dos estudos, respectivamente. Na América do sul, o Brasil foi responsável por 46% dos estudos, sendo 40% destes em hidrelétricas na região norte, 30% na região sudeste, 20% na região sul, 4% na região Centro-Oeste e 6% na fronteira das regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Com relação ao espaço temporal das pesquisas, 65% foram desenvolvidas em até dois anos, período considerado muito curto para estudos que avaliem impactos de grandes obras. Cerca de 15% das pesquisas foram realizadas ao longo de 3 e 7 anos. Entre 8 e 13 anos e entre 14 e 20 anos foram desenvolvidas 7% e 6% das pesquisas, respectivamente. Cerca de 8% dos estudos foram desenvolvidos por uma série histórica acima de 21 anos de dados.

Com relação a fase do empreendimento dos artigos analisados, 5% dos estudos tratam de observações realizadas antes da barragem hidrelétrica ser implantada. Cerca de 11 % enfocaram antes e depois do barramento e a maior parte, 84%, enfocaram suas análises somente no período pós barragem. Além disso, 67% se deram a montante e 14%, a jusante. Assim como o curto espaço de duração das pesquisas, como comentado anteriormente, o fato de maior parte dos estudos desconsiderar as fases pré e pós barragem inviabiliza o dimensionamento do real impacto das hidrelétricas na pesca.

Os métodos de pesquisa mais utilizados nos estudos foram: levantamento ou *survey* (51%), revisão (20%) e estudo comparativo (18%). Cerca de 8% dos estudos contemplam modelos matemáticos e apenas 3% tratam de estudos de caso. A maioria dos estudos analisados foi empírico, sendo 63% dos estudos fizeram uso de dados primários, 26%, dados secundários e 10%, dados primários e secundários



conjuntamente. A abordagem quantitativa foi a mais utilizada dentre os estudos analisados (71%), seguido da qualitativa, em 19% dos estudos e uma combinação da quantitativa com a qualitativa (7%). Aliados ao fato de os estudos serem insuficientes para dimensionarem os impactos das hidrelétricas como mencionado anteriormente, a concentração nas análises em métodos quantitativos e dados empíricos mostra limitação no entendimento do objeto de estudo, que segundo Ostrom (2009) e Poteete et al. (2010) deveria fazer uso de métodos multidisciplinares, considerando a complexidade dos problemas socioambientais.

Cerca de 50 artigos trataram especificamente sobre pesca. Temas de conexão indireta com a pesca, como a biologia e ecologia foram recorrentes.

### **Considerações finais**

A partir da sistematização dos artigos analisados, esta revisão mostrou que a predominância de estudos descontínuos, de curta duração, com enfoque disciplinar e quantitativo, indicando que uma lacuna importante para a mitigação dos impactos e para uma sustentabilidade da pesca. Além do estabelecimento de monitoramento contínuo, com objetivos bem definidos, é interessante a ampliação dos estudos acadêmicos que considerem as bacias como um todo, buscando o envolvimento das comunidades e a compreensão das dimensões física, biótica, econômica, sociocultural e outras relacionados a pesca em ambientes áreas transformadas pela instalação de empreendimentos hidrelétricos.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - projeto PROAMAZÔNIA/CAPES (Projeto No 021/2012) e Projeto de Cooperação Internacional CAPES (Projeto no 038/2013); bem como ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - projeto Ciências sem Fronteira/SWE

(206503/2014-8); Departamento de Ciências do Ambiente – Universidade Federal do Tocantins; ao Programa Tropical de Conservação e Desenvolvimento (TCD) e ao Centro de Estudos Latino-Americanos da Universidade da Flórida (UF) pelo apoio e bolsa de estudos durante o doutorado da primeira autora.

## Referências

- ASMAL, K. et al. Dams and development: a new framework for decision-making. The report of the World Commission on dams. Dams and development: a new framework for decision-making. The report of the World Commission on dams., 2000.
- BÉNÉ, C.; NEILAND, A. E. From participation to governance: A critical review of governance, co-management and participation in natural resources management with particular reference to inland fisheries in developing countries. Report prepared for the Challenge Program on Water and Food, 2005.
- BOSSHARD, P. Dez coisas que você deveria saber sobre barragens. International Rivers. 2014. Disponível em <https://www.internationalrivers.org/problems-with-big-dams>. Acesso em 05/04/18.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Plano decenal de expansão de energia 2020. Brasília, DF, Brasil: Ministério das Minas e Energia (MME), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), v. 2, 2011.
- CASTELLO, L.; MACEDO, M. N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, v. 22, n. 3, p. 990-1007, 2016.
- CLARKE, M.; HORTON, R. Bringing it all together: Lancet-Cochrane collaborate on systematic reviews. *The Lancet*, v. 357, n. 9270, p. 1728, 2001.
- DORIA et al. The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *AMBIO*, v. 1, p. 1-10, 2018.
- EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2017. Disponível em <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf)> Acesso em: 25 abr. 2018.

FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy*, v. 38, p. 164-172, 2014.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, v. 325, n. 5939, p. 419-422, 2009

POTEETE, A. R.; JANSSEN, M. A.; OSTROM, E. Working together: collective action, the commons, and multiple methods in practice. Princeton University Press, 346 p., 2010.

WINEMILLER, K. O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, v. 351, n. 6269, p. 128-129, 2016.

## Capítulo 4.3.2

### **A pesca em ambientes com hidrelétricas: os impactos sobre as populações tradicionais na Usina de Belo Monte**

*Victoria Judith Isaac*<sup>1</sup>

*Morgana Carvalho de Almeida*<sup>1</sup>

*Esther Mirian Cardoso Mesquita*<sup>1</sup>

*Simone Athayde*<sup>2</sup>

#### **Resumo**

Os impactos dos empreendimentos hidrelétricos apresentam um alto custo ambiental, econômico e social para as populações locais. Indicadores quantitativos de abundância e rendimentos possuem ampla base na literatura científica que trata de avaliação de pescarias e estoques pesqueiros, no entanto seus resultados são a médio e longo prazo. Mudanças sociais e econômicas podem ser observadas ainda durante a construção da obra, o que se reflete na pesca realizada em Altamira e na terra indígena Paquiçamba. Observou-se que o aumento da distância entre as novas moradias dos pescadores e o rio tem onerado a atividade pesqueira, além de um maior custo com a reposição dos petrechos de captura. Enquanto entre os indígenas Juruna as mudanças no modo tradicional da pesca e nas espécies capturadas já sofrem alterações que não são facilmente percebidas com métodos científicos tradicionais. Os casos abordados denotam a necessidade de inclusão de indicadores econômicos da rentabilidade e fontes de renda dos pescadores, bem como estudos que indiquem as mudanças no cotidiano dos indígenas que devem ser considerados juntos aos métodos atuais tradicionais de monitoramento.

**Palavras-chave:** Pescarias; Economia; Mudanças; Monitoramento; Hidrelétricas

---

<sup>1</sup> Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, UFPA; [biologiapesqueira@hotmail.com](mailto:biologiapesqueira@hotmail.com); [morgana\\_bio@yahoo.com.br](mailto:morgana_bio@yahoo.com.br); [esthergnr@gmail.com](mailto:esthergnr@gmail.com)

<sup>2</sup> University of Florida, Gainesville, Florida; [simonea@ufl.edu](mailto:simonea@ufl.edu)

## Introdução

A construção de barragens para a obtenção de energia elétrica vem sendo um fenômeno recorrente no mundo e no Brasil. Contudo esses empreendimentos possuem um alto custo ambiental, causando transformações irreversíveis no ecossistema e, em particular, nas atividades de pesca associadas (CASTELLO; MACEDO, 2016; WINEMILLER et al., 2016).

Os represamentos causam alterações hidrológicas no fluxo natural dos rios (TIMPE; KAPLAN, 2017), afetando diretamente a biota local. Para a ictiofauna, as barragens causam diferentes impactos amplamente discutidos na literatura (HALL et al., 2011; POFF; ALLAN, 1995; McLAUGHLIN et al., 2006; AGOSTINHO et al., 2008). Estas mudanças se traduzem também em impactos sobre a pesca extrativa, seja pelas alterações nas técnicas de pesca, como pelas perdas na produção e nos rendimentos econômicos dos pescadores (JUNK; MELLO, 1990; AGOSTINHO et al., 2016; FOSBERG et al., 2017).

Apesar da existência de diversos estudos e monitoramentos sobre a pesca em ambientes de hidrelétricas nossa experiência na Usina de Belo Monte, no Estado do Pará, tem mostrado que esses empreendimentos trazem uma série de impactos sociais, muitos dos quais se refletem na atividade pesqueira. Os métodos clássicos de abordagem e acompanhamento da pesca não tem permitido detectar em tempo real alguns destes impactos. Por este motivo, o desenvolvimento destes projetos tem vindo acompanhado de muitos conflitos entre os empreendedores e os pescadores profissionais e/ou outros usuários dos recursos pesqueiros, principalmente comunidades tradicionais e indígenas.

Estudos em empreendimentos hidrelétricos têm mostrado que os efeitos sobre o meio físico e biótico somente são detectáveis vários anos após o barramento (AGOSTINHO et al., 2016). No entanto é provável que mudanças de ordem econômica e social possam ser observadas ainda

durante a construção da obra. Estes impactos estão relacionados com os elevados custos sociais nesse tipo de projeto, como: problemas de saúde pública, proliferação de vetores transmissores de doenças endêmicas pela formação dos remansos nos reservatórios (PETRERE, 1996; FEARNESIDE, 1999; BERMANN, 2007); a violência cultural e material, problemas de segurança, bem-estar e qualidade de vida (SIQUEIRA et al., 2017) e a desapropriação ou realocação forçada da população local (FEARNESIDE, 1999; LEES, 2016; ROQUETTI et al., 2017).

Isto nos remete ao fato de que há necessidade de idealizar novos componentes nos projetos de monitoramento que resolvam este impasse. O presente trabalho apresenta dois estudos de caso que demonstram nosso ponto de vista, a saber: 1) o caso dos pescadores de pequena escala da cidade de Altamira, a montante da barragem Pimental<sup>3</sup> e 2) o caso dos pescadores indígenas da Volta Grande do Xingu (VGX) a jusante da barragem Pimental.

### **O caso dos pescadores de Altamira**

A atividade pesqueira do rio Xingu, tem como seu principal porto de desembarque a cidade de Altamira, Estado do Pará. A frota pesqueira parte dos portos da cidade. A maior parte dela é formada por canoas de madeira, com média de sete metros (DP=1m) de comprimento e motor do tipo rabeta e potência que varia entre 5,5 e 7,5 Hp. As atividades de captura duram em média entre um ou dois dias, e os produtos desembarcados são vendidos por atravessadores no mercado local ou exportados para outras cidades da região ou do estado (ISAAC et al., 2015).

Antes da instalação da UHE de Belo Monte, as moradias dos pescadores estavam localizadas nas proximidades dos portos, na beira do rio Xingu ou de alguns dos igarapés que banhavam a cidade. As moradias de madeira, com infraestrutura relativamente precária, sanitários fora da casa e, em quase todos os casos, com falta de esgoto canalizado, esta

---

<sup>3</sup> Pimental é um dos eixos da Usina de Belo Monte

localização otimizava os esforços para a pesca, evitando maiores deslocamentos com os materiais de pesca e facilitando o acesso aos mercados de comercialização. Adicionalmente, pela sua posição próximo da água, as casas eram bem arejadas dispensando o uso de ventiladores, e facilitando a eventual conservação do pescado até a sua comercialização.

Com o enchimento do reservatório, no início de 2016, a maior parte das moradias dos pescadores ficou alagada e as suas famílias precisaram ser realocados compulsoriamente. Muitos deles foram instalados nos novos bairros de Altamira, construídos para esta finalidade, em locais muito distantes das suas moradias originais na beira do rio. Estas moradias são muito diferentes das moradias originais, sendo que além da distância do rio, mantêm características que não se adequam ao clima da região e nem as tradições culturais da comunidade.

A realocação das famílias causou importantes mudanças no modo de vida dos ribeirinhos, dentre as quais os impactos sobre a atividade pesqueira são notórios. O aumento da distância entre os novos reassentamentos e o porto de desembarque tem onerado a atividade pesqueira devido ao aumento dos custos com frete para transportar a produção e os equipamentos de pesca desde as novas moradias até o rio. No retorno das pescarias e após o desembarque, os pescadores devem transportar os motores dos barcos para suas residências, já que deixá-los na beira do rio implicaria em risco de furto. Este transporte pode ser realizado em táxis ou carroças que cobram, em média R\$ 60,00 (DP=26,00) a cada ida e volta ao porto.

Considerando que estes pescadores fazem, em média, quatro viagens por mês, o custo adicional mensal de R\$ 240,00, o que contrasta com os valores pagos anteriormente que eram de cerca de R\$ 40,00 por mês. Considerando um custo médio em insumos entre R\$ 150,00 e R\$ 200,00 e um lucro bruto médio entre R\$ 300 e R\$ 400 por viagem, antes do fechamento do rio, este custo em fretes representa um gasto adicional de mais de 100% dos custos estimados nas viagens de pesca no período entre 2012 e 2015 (ALMEIDA, 2018). Adicionalmente, alguns pescadores ainda

pagam pela vigilância das embarcações ou para guardar alguns materiais e equipamentos perto dos portos incluindo, portanto, novos custos.

Fora destas despesas, algumas das mudanças relacionadas com a criação do reservatório, implicaram no aumento do uso de redes de malhas, como arte preferencial e mais adequada para ambientes lacustres e lênticos, a diferença da maior diversidade de artes e, principalmente, do uso de linhas, como era constatado antes da formação do reservatório (ISAAC et al., 2015). Contudo, devido as mudanças hidrológicas e do grande número de blocos rochosos submersos no ambiente de reservatório, observa-se uma maior frequência de redes presas nos blocos rochosos e, portanto, parcialmente danificadas, o que tem implicado em maior tempo com a manutenção das redes para o seu conserto. É possível que esta situação seja solucionada com o tempo, a medida que os pescadores ganham experiência com a pesca no reservatório recentemente formado.

Parece óbvio, que em um cenário de inflação mais intensa, como tem se comprovado na cidade de Altamira, o aumento dos custos com insumos, tempo de manutenção e investimentos necessários para a permanência na atividade, pode comprometer uma parcela importante da receita gerada nas pescarias (NAVY; BHATTARAI, 2006). Talvez esta realidade possa explicar o declínio do esforço pesqueiro observado nos relatórios do PBA disponíveis no site do IBAMA na seção de Licenciamento Ambiental.

Apesar da pesca ser uma atividade muito importante na geração de emprego e renda (BÉNÉ et al., 2007), há uma grande carência de pesquisas sobre os aspectos econômicos da pesca artesanal na Amazônia. Em particular, este componente é pouco explorado nos projetos de monitoramento da pesca em hidrelétricas e desta forma os problemas econômicos decorrentes da implantação dos empreendimentos e do aumento dos custos, se tornam invisíveis para os tomadores de decisão. Isto compromete seriamente as medidas de mitigação e compensação planejadas



## O caso dos pescadores das aldeias de Paquiçamba

A Terra Indígena (TI) Paquiçamba situa-se na margem esquerda do rio Xingu e pertence ao município de Vitória do Xingu, no estado do Pará. Possui uma área de 4.348 hectares e faz parte da Área de Influência Direta – AID, e Área Diretamente Afetada – ADA, da UHE Belo Monte. Nessa TI vive o povo Juruna da Volta Grande do Xingu (VGX), com uma população de mais de 200 pessoas, distribuídas em três aldeias: Paquiçamba, Miratu e Furo Seco. Os indígenas Juruna da Terra Indígena Paquiçamba vivem principalmente da caça e da pesca, tanto de peixes ornamentais como de consumo humano.

A construção da UHE de Belo Monte trouxe importantes mudanças na vida dos moradores das aldeias, particularmente na atividade pesqueira, que faz parte do cotidiano dos indígenas. Neste caso, e apesar da boa qualidade dos dados coletados em etapas anteriores, houve uma carência absoluta de informações quantitativas sobre a pesca e o relatório de impacto descreve as atividades, sem dar uma noção clara da intensidade do esforço, níveis de produção e rendimentos econômicos da pesca, bem como a contribuição relativa do pescado para a dieta dos moradores das aldeias no cenário anterior à construção da hidrelétrica.

Apesar da complexidade do PBA, a sua formulação não contou com a opinião ou aprovação dos povos indígenas. Para compensar esta carência, foi implantado um plano emergencial, concebido como medida provisória pelo empreendedor, visando fornecer uma compensação material para cada uma das aldeias atingidas por Belo Monte, entre os anos de 2010 a 2012. O repasse era constituído de cestas básicas e/ou outros itens, conforme solicitação das aldeias, podendo chegar a um valor máximo de R\$30.000,00 mês/aldeia.

Contudo, o que foi concebido como uma ajuda teve algumas consequências negativas nas atividades cotidianas desses povos, dentre os quais uma diminuição na frequência das atividades de caça e pesca.

Após as pressões dos povos indígenas através do Ministério Público do Pará, elaborou-se um plano básico ambiental específico, denominado de PBA- CI, que visava suprir as principais necessidades destas comunidades. Lamentavelmente, mais uma vez, os povos em questão não foram considerados na elaboração dessa proposta, e o monitoramento da atividade pesqueira não foi inserido de forma obrigatória neste plano. Contudo, devido à grande importância dos recursos naturais na manutenção da segurança alimentar das aldeias, o monitoramento da caça e da pesca foi mantido como atividade do plano apenas pela empresa responsável pelo PBA-CI na VGX e estas são hoje praticamente as únicas informações quantitativas sobre a pesca nessa Terra Indígena.

Dos relatórios desse componente conclui-se que existe uma clara preferência dos indígenas no consumo do pacu branco (*Myloplus rubripinnis*), espécie diretamente dependente da floresta alagada para sua alimentação (CORREA; WINEMILLER, 2014) e dos picos de enchente para a desova (AGOSTINHO et al., 2007). Os relatórios alegam uma redução para mais da metade da captura total desta espécie nas aldeias, em relação aos valores observados nos anos pré-barramento. Além disso, o peso médio dos exemplares capturados de diversas espécies tem diminuído, o que concorda com a reclamação desse povo sobre o “peixe estar magro”.

O fechamento do reservatório pela barragem no sítio Pimental e o desvio do rio na VGX, para conduzir as águas para as turbinas geradoras em Belo Monte, determinaram uma diminuição importante do nível do rio na região, o que ocasiona também um aumento na temperatura da água. Dessa forma os ambientes de alimentação do pacu sofrem redução e sua migração reprodutiva provavelmente terá que tomar rotas alternativas com o fechamento do rio.

O rio mais seco, ao mesmo tempo, dificulta a navegação e o acesso aos locais de pesca antigos, levando os indígenas a explorar novos lugares, cada vez mais distantes da aldeia, o que incrementa os custos da captura.

Apesar dessas mudanças, na comparação dos valores da captura por unidade de esforço da pesca total nas aldeias não aparecem diferenças

entre anos, e ao contrário, a produção total parece ter aumentado no período, devido à captura de outras espécies que não eram consumidas pelos moradores (devido ao sabor ou a tabus) assim como captura de espécies voltadas em sua grande maioria para comercialização, como é o caso do tucunaré ou pescada. Por outro lado, a comercialização dos peixes da TI Paquiçamba é difícil em Altamira, devido à preconceitos do comércio com os indígenas e às dificuldades de navegação rio acima.

Nesse contexto, as ações mitigadoras do empreendedor não contribuíram para a conservação dos recursos, já que com o fornecimento de novas redes de malha, e subsídio de gasolina e lanchas de alumínio com motores de popa, incentiva-se a um aumento da exploração dos estoques pesqueiros, já minguados pelas condições hidrológicas desfavoráveis. Isto produziu uma alteração na forma de pescar dos Juruna, com o incremento do uso de malhadeira em detrimento da pesca mais tradicional realizada com caniço e anzol nos igapós, outrora, alagados.

A dificuldades na captura e comercialização do pescado de consumo leva os indígenas a investirem um esforço maior na captura de espécies ornamentais (acaris). Além de ser uma atividade de alto risco, essas espécies, muitas das quais endêmicas e consideradas muito vulneráveis, estão entre as espécies mais afetadas pela vazão reduzida, pela diminuição na quantidade de blocos rochosos submersos e aquecimento da água.

## **Conclusões**

O cenário da pesca no rio Xingu tem causado uma insegurança generalizada entre os moradores, tanto nas aldeias indígenas como nas comunidades tradicionais, os quais manifestam uma grande incerteza sobre o futuro na região e sobre a sustentabilidade econômica de suas atividades geradoras de renda, o que em longo prazo pode pôr em perigo a sua sobrevivência e a sua segurança alimentar. Isto se agrava considerado que a representatividade destas comunidades na tomada de decisões é limitada.

Muitos dos impactos relacionados com as mudanças no estilo de vida, costumes e comportamentos relacionados com a atividade pesqueira, não são monitorados e nem fazem parte dos indicadores exigidos pelos órgãos ambientais. Ainda mais grave é a falta de informações contínuas e permanentes sobre os custos de produção e os rendimentos econômicos das pescarias, fator primordial para a manutenção das comunidades na região.

Isto não significa que os métodos atuais de monitoramento não sejam válidos. Porém eles são confiáveis para séries temporais de médio e longo prazo, e, portanto, podem necessitar de complementações, principalmente nas primeiras fases do empreendimento.

Dessa forma acreditamos que métodos de monitoramento que considerem o bem-estar da população e que utilizem as percepções dos pescadores, a serem aplicados por uma equipe de assistentes e técnicos com um perfil de profissionais da área socioeconômica, devem ser agregados aos indicadores tradicionalmente utilizados.

### **Agradecimentos**

Agradecemos aos pescadores e indígenas por fornecer as informações apresentadas neste estudo. À CAPES e CNPq pelas bolsas de estudo concedidas à M.C.A. e E.M.C.M e à Norte Energia SA pelo apoio ao projeto de pesquisa "Incentivo à Pesca Sustentável".

### **Referências**

- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., PELICICE, F. M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. *Eduem*, Maringá, 2007, p. 501.
- AGOSTINHO A. A., Pelicice, F. M., Gomes L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, v. 68, p.1119 – 1132, 2008.
- AGOSTINHO, A. A., GOMES, L. C., SANTOS, N. C. L., ORTEGA, J. C. G., PELICICE, F. M. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management, v. 176, p.26 – 36, 2016.

- ALMEIDA, M. C. Pesca, consumo de proteínas e economia no rio Xingu, Amazônia brasileira. 2018, 156. Tese (Doutorado em Ecologia Aquática e Pesca), Curso de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, 2018, 156p.
- BERMANN, C. Impasses e controvérsias da hidroeletricidade. *Estudos Avançados*, v. 21, n. 59, p. 139 – 153, 2007.
- CASTELLO, L., MACEDO, M. N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, v. 22, p. 990 – 1007, 2016.
- CORREA, S.B., WINEMILLER, K.O. Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. *Ecology*, v. 95, p. 210 – 224, 2014.
- FEARNSIDE, P. M. Social impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management*, v. 24, p. 483 – 495, 1999.
- FORSBERG, B. R. et al. The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems. *PLoS ONE*, v. 12, n. 8, 2017: e0182254.
- HALL, C. J., JORDAN, A., FRISK, M. G. The historic influence of dams on diadromous fish habitat with a focus on river herring and hydrologic longitudinal connectivity. *Landscape Ecology*, v. 26, p. 95 – 107, 2011.
- ISAAC, V. J.; ALMEIDA, M. C.; CRUZ, R. E. A.; NUNES, L. G. 2015. Artisanal fisheries of the Xingu River basin in the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Biology*, v. 75, n. 3(supple.), p. S125-S137, 2015.
- JUNK, W. J., MELLO, J. A. S. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, v. 4, p. 126 –143, , 1990.
- LEES, A. C. et al. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, v. 25, p. 451 – 466, 2016.
- MCLAUGHLIN, R. L. et al. Effects of low-head barriers on stream fishes: Taxonomic affiliations and morphological correlates of sensitive species. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 63, p. 766 – 779, 2006.

- NAVY, H., BHATTARAI, M. Economic assessment of small-scale inland fisheries and wetland livelihoods in Camboja. Proceeding of the International River Symposium, Brisbane, Australia, 4-7, Sep. 2006.
- PETRETERE JR, M. Fisheries in large tropical reservoirs in South America. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, v. 2, p. 111 - 133, 1996.
- POFF, N. L., ALLAN, J. D. Functional Organization of Stream Fish Assemblages in Relation to Hydrological Variability. *Ecology*, v. 76, p. 606 - 627, 1995.
- ROQUETTI, D. R., MORETTO, E. M., PULICE, S. M. P. Deslocamento populacional forçado por Grandes Barragens e resiliência socioecológica: O caso da Usina Hidrelétrica de Barra Grande no Sul do Brasil. *Ambiente e Sociedade*, v. 20, p. 115 - 134, 2017.
- SIQUEIRA, J. et al. Médio e Baixo Xingu: o reflexo da cristalização de diferentes temporalidades na produção do espaço regional. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v.19, p.148 - 163, 2017.
- TIMPE, K., KAPLAN, D. The changing hydrology of a dammed Amazon. *Science Advances*, v. 3, p.1-13, 2017.
- WINEMILLER, K. O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, v. 351, p. 128 -129, 2016.

## Capítulo 4.3.3

### **Barragens do Brasil e conservação de peixes migradores: o que aprendemos com a experiência do Alto Rio Paraná**

*Leandro Fernandes Celestino*<sup>1</sup>

*Sergio Makrakis*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

A construção de barragens é uma das mais drásticas alterações ambientais realizadas pelo homem, onde transformam ambientes lóticos em lênticos e ambientes terrestres em aquáticos. No Brasil, nos últimos 10 anos houve um salto de 33,7% na quantidade de PCHs e 38,4% na quantidade de UHEs. Esse cenário é preocupante para a conservação das espécies migradoras. A bacia do rio Paraná é mais afetada por barramentos no Brasil e essa também será uma realidade dos rios amazônicos. Desta forma, o objetivo deste trabalho é compartilhar as experiências no manejo e conservação das espécies de peixes migradoras do rio Paraná, por meio de sistemas de transposição para peixes, a fim de contribuir para futuras ações de manejo nos rios amazônicos que estão passando ou passarão por distúrbios ambientais semelhantes. A experiência do rio Paraná com elevadores para peixes nos diz que esses sistemas unidirecionais devem ser evitados. Por outro lado, escadas para peixes, quando devidamente projetadas, podem fornecer conectividade entre os habitats de crescimento e reprodução das espécies migradoras.

**Palavras-chave:** Hidrelétricas; Escada para peixes; Manejo de peixes

#### **Abstract**

The construction of dams is one of the most drastic anthropogenic environmental changes, transforming lotic environments into lentic and terrestrial environments into aquatic. In the last decade in Brazil, the number of small hydropower plants (SHPs) increased by 33.7% and the number of large hydropower plants (HPPs) increased by 38.4%. This

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Grupo de Pesquisa em Tecnologia em Ecohidráulica e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos - GETECH; le\_celestino@hotmail.com; sergio.makrakis@unioeste.br

scenario is of concern for the conservation of migratory species. The Paraná River basin is already dammed, a reality facing other Amazonian rivers. The objective of this study is to determine the effectiveness of fish transportation systems for the management and conservation of migratory fish species of the Paraná River to inform future management actions in Amazonian rivers set to undergo similar environmental disturbances. The unsuccessful fish lifts of the Paraná River demonstrate that such unidirectional systems should be avoided. On the other hand, fish ladders, when properly designed, can provide connectivity between breeding and growing habitats of migratory species.

**Keywords:** Hydroelectric power plant; Fish ladder; Fish management

## 1 Introdução

A América do Sul, possui o maior recurso hídrico do planeta. No entanto, séries de barragens construídas para atender às demandas de transporte hidroviário, irrigação, abastecimento humano e, principalmente, de geração de energia elétrica têm impactado esses recursos (ZARFL et al., 2015). A construção de barragens é uma das mais drásticas alterações ambientais realizadas pelo homem, onde transformam ambientes lóticos em lênticos e ambientes terrestres em aquáticos. Um dos últimos ambientes em que as grandes barragens chegaram foram nos caudalosos rios tropicais, provavelmente, devido à complexidade da construção de barragens nesses rios que possuem amplas áreas de drenagem e presença de enorme ictiodiversidade (WINEMILLER et al., 2016), vários povos indígenas e comunidades ribeirinhas que possuem íntima ligação os rios (FEARNSIDE, 2014; QUEIROZ; MOTTA-VEIGA, 2012).

Dentre os impactos ambientais, destaca-se a interrupção das rotas migratórias dos peixes portamódromos (FEARNSIDE, 2014; GODINHO; KYNARD, 2008). Essas espécies necessitam migrar ao longo dos rios para se reproduzir (LUCAS; BARAS, 2001). Na bacia do rio Paraná, uma das migrações mais emblemáticas é do curimba (*Prochilodus lineatus*), onde sua migração reprodutiva pode superar os 1.000 km (AGOSTINHO et al., 1993; BAYLEY, 1973; MAKRAKIS et al., 2012). Por outro lado, a maior migração potamódromas do mundo são dos grandes bagres amazônicos



(*Brachyplatystoma rousseauxii* e *Brachyplatystoma filamentosum*) onde um ciclo migratório pode superar os 11.000 km (DUPONCHELLE et al., 2016; HERMANN et al., 2016).

Desta forma, o objetivo deste trabalho é compartilhar as experiências no manejo e conservação das espécies de peixes migradoras do rio Paraná, por meio de sistemas de transposição para peixes, a fim de contribuir para futuras ações nos rios amazônicos que estão passando ou passarão por distúrbios ambientais semelhantes.

## **2 Cenário hidrelétrico brasileiro**

De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG), da Aneel, o Brasil em 2008 contava com 320 PCHs e 159 UHEs (ANEEL, 2008). Nos últimos 10 anos houve um salto de 33,7% (n = 428) na quantidade de PCHs e 38,4% (n = 220) em UHEs. Apesar do significativo aumento em números de empreendimentos hidrelétricos em operação, a matriz hidrelétrica representava em 2008 83,6% da energia produzida no Brasil e em 2018 representa 60,8% (ANEEL, 2018). Essa redução, em percentual, da participação hidrelétrica sobre a matriz energética, se deve a diversificação da matriz enérgica e ao esgotamento dos potenciais hidrelétricos dos rios brasileiros. A região Sul e Sudeste do Brasil, que é drenada principalmente pelo rio Paraná, possui 67% (ANEEL, 2018) de todas as pequenas centrais hidrelétrica (PCH potência entre 1,1 e 30 MW) e usinas hidrelétricas (UHE potência maior que 30 MW) (ANEEL, 2008).

## **3 Sistemas de transposição para peixes**

Para mitigar o impacto das barragens sobre as espécies migradoras, uma das principais estratégias é a implantação de passagens para peixes, como: elevador, eclusas, canais seminaturais e escadas para peixes (CLAY, 1995; DVWK, 2002). Em uma definição clássica, passagens para peixes são essencialmente uma passagem de água ao redor ou através de uma

obstrução, projetada para dissipar a energia da água de tal maneira que permita que os peixes subam sem indevido estresse (CLAY, 1995). Na América do Sul até o final da década de 80 existiam mais de 50 sistemas de transposição para peixes (QUIRÓS, 1988). No entanto, poucos (aproximadamente 25) foram efetivamente avaliados e as informações disponibilizadas em forma de artigos científicos (LIRA et al., 2017). Em alguns casos, uma passagem para peixes realmente efetiva, deve possibilitar que os peixes se movimentem em ambos os sentidos: ascendente e descendente (CELESTINO et al., 2019; GODINHO; KYNARD, 2008; MAKRAKIS et al., 2007b, 2011), permitindo que os peixes encontrem áreas propícias para reprodução (DA SILVA et al., 2015) e consequentemente viabilizando o fluxo genético (FERREIRA et al., 2017).

### **3.1 Elevador para peixes**

Na América do Sul se tem registro de quatro elevadores para peixes, sendo dois na UHE Yacyretá (Argentina – Paraguai), e os demais na UHE Funil (Brasil), UHE Santa Clara (Brasil) e UHE Porto Primavera (Brasil) (LIRA et al., 2017).

Para atração dos peixes reofilicos, o elevador conta com um fluxo laminar dentro do canal, geralmente proveniente por gravidade de montante ou por meio de bombeamento. Após serem atraídos, os peixes são adensados e içados por uma caçamba até uma altura suficiente para serem transpostos por gravidade pelo interior de um duto até o reservatório ou transportados de caminhão tanque (MAKRAKIS; MAKRAKIS, 2012).

### **3.2 Escadas para peixes**

A utilização de escadas para peixes como medida mitigadora é antiga, com registro de construção no início do século XVIII na Europa (KATOPODIS; WILLIAMS, 2012). Desde então, novos designs foram

desenvolvidos objetivando melhorar a eficiência das escadas para peixes (BUNT; CASTRO-SANTOS; HARO, 2016). No entanto, apesar do grande avanço tecnológico na construção, avaliação hidráulica e avaliação dos requerimentos biológicos, como comportamento e capacidade natatória (MAKRAKIS et al., 2007a; SANZ-RONDA et al., 2015), é evidente que problemas de atração, entrada e passagem ainda são comuns (FONTES JR et al., 2012; FOULDS; LUCAS, 2013). Um dos grandes gargalos dos sistemas de transposição é a atração. Quando um rio é muito largo, os peixes podem demorar em encontrar a entrada da passagem o que poderá acarretar na não reprodução no referido período. Uma solução para esse problema é fornecer uma passagem com duas entradas (BRAVO-CÓRDOBA et al., 2018) ou duas passagens (LARINIER, 2002; OLDANI; BAIGÚN, 2002).

Desta forma, o insucesso de escadas para peixes é devido à falta de planejamento, precariedade de estudos prévios e ausência de objetivos claros para a construção do projeto (CLAY, 1995; DVWK, 2002). Por isso, a deliberação de escadas tem sido amplamente discutida, principalmente para a região Neotropical, a fim de instalar escadas onde elas forem fundamentais à conservação das espécies migradoras (MAKRAKIS et al., 2015a).

#### **4 O caso de Porto Primavera**

A Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta, também conhecida como Porto Primavera, foi construída sobre a planície de inundação do alto rio Paraná, entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul e, entrou em operação no ano de 1998. Devido à barragem, o reservatório inundou a porção superior da planície e separou importantes áreas de reprodução e crescimento das espécies migradoras. Objetivando conectar essas áreas, em 1999 entrou em operação o elevador para peixes, localizado na porção central da barragem e em 30 de outubro de 2001, passou a operar a escada

para peixes, localizada na margem esquerda, próximo a jusante da casa de força.

#### 4.1 Migração através da escada para peixes de Porto Primavera

A escada para peixes da UHE Porto Primavera foi monitorada durante os períodos reprodutivo de 2001 – 2002 a 2008 – 2009 com a metodologia de captura e contagem manual que registrou a utilização de 61 espécies, das quais 17 migradoras. Essa metodologia impossibilita avaliar os movimentos bidirecionais (ascendentes e/ou descendentes), além de que impossibilitar o monitoramento contínuo (24 horas por dia durante 365 dias por ano), bem como influencia no comportamento natural dos peixes na escada, resultando em dados tendenciosos e demanda elevados recursos humanos para executá-la (MAKRAKIS et al., 2007b).

Com advento de um projeto de P&D ANEEL, em 2009 foi instalado um sistema automatizado de monitoramento, denominado RFID (*Radio Frequency Identification*). Essa metodologia identifica a passagem dos peixes marcados com PIT-tags (*Passive integrated transponder*) pelas antenas instaladas na escada para peixes. Dessa forma, foi possível avaliar ascendentemente, a taxa de entrada, a eficiência e os tempos de passagem de quatro espécies migradoras: *Brycon orbignyanus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* e *Rhinelepis aspera* (WAGNER et al., 2012). Posteriormente, a escada para peixes de Porto Primavera foi continuamente monitorada com o sistema RFID no período de 2012 – 2017, buscando avaliar a migração ascendente, bem como descendente. Os resultados dessas pesquisas revelaram que a taxa de entrada na escada reduz com a ampla largura do reservatório. No entanto, foram registrados movimentos voluntários de descida pela escada para peixe de *P. lineatus* (CELESTINO et al., 2019) e *Megaleporinus obtusidens* (GUTFREUND et al., 2018). Além disso, foram identificados peixes da espécie *P. lineatus* que

migraram até seis vezes em direções ascendente e descendente durante os quatro anos de estudo (CELESTINO et al., 2019)

#### **4.2 Elevador para peixes de Porto Primavera**

O elevador para peixes de Porto Primavera entrou em operação no dia 5 de novembro de 1999 (CESP, 2000) e até o presente momento estima-se que já tenha transposto para o reservatório uma biomassa superior a 26.700 kg de peixes de 65 espécies, das quais 18 eram migradoras. No entanto, vários problemas de concepção tornam os elevadores para peixes extremamente ineficientes, como: baixa atração, pode gerar injúrias com elevado adensamento de peixes, o sistema não permite retorno para jusante, elevado custo de instalação/manutenção.

No caso de porto primavera, o elevador permaneceu inoperativo durante todo período reprodutivo dos anos 2002 – 2003 devido ao nível de jusante estar abaixo do mínimo necessário para acionar as bombas que geram o fluxo de atração (CESP, 2003). Além disso, vários problemas eletromecânicos inviabilizam sua operação durante os períodos reprodutivos. Durante o período reprodutivo 2013 – 2014, por exemplo, o elevador permaneceu inoperante 19,6% do período, devido falhas eletromecânicas (MAKRAKIS et al., 2015b). Também no rio Paraná, os elevadores da UHE Yacyretá apresentam problemas eletromecânicos que inviabilizam o funcionamento em até 38% do período esperado de funcionamento (OLDANI; BAIGÚN, 2002).

#### **4.3 Sistema de transposição para peixes – Canal da Piracema**

O Canal da Piracema entrou em operação em 2002 e é o maior sistema de transposição para peixes no mundo. O canal liga o rio Paraná ao reservatório de Itaipu, com extensão aproximada de 10 km, para vencer 120 m de desnível. O Canal apresenta elevada heterogeneidade ambiental com lagos artificiais, escadas para peixes e canais seminaturais, com

diversos biótopos, como litoral não estruturado e estruturado, lântico e corredeiras (MAKRAKIS et al., 2007a). A construção foi controversa, pois viabilizou a conexão de duas províncias ictiofaunísticas distintas, antes separada pelas Sete Quedas e depois pela barragem de Itaipu Binacional (MAKRAKIS et al., 2007a).

Esta passagem é importante para as espécies migradoras, pois possibilita o acesso ao reservatório de Itaipu e a planície de inundação, onde há locais adequados para crescimento e reprodução. No entanto, uma acentuada redução da eficiência ascendente, inclusive das migradoras, indicou que o Canal da Piracema era seletivo. Estudos avaliaram quais covariáveis reduzem a eficiência na transposição ascendente. A velocidade máxima do fluxo foi a principal responsável. Dessa forma, a redução das velocidades da água no Canal, por meio adequações no projeto de engenharia, podem melhorar sua eficiência (MAKRASKIS et al., 2007a).

Considerando a heterogeneidade ambiental ao longo do Canal da Piracema, é fundamental avaliar gargalos que possam dificultar ou até impedir a livre movimentação dos peixes. Neste sentido, o Canal da Piracema se apresenta como um inestimável laboratório, que poderia contribuir com o entendimento das passagens para peixes, não somente neotropicais, como também para os atuais e futuros projetos em grandes rios de outras regiões do planeta. Assim, é necessária a ampliação de estudos de avaliação da sua eficiência, no contexto da biocenose e os possíveis impactos, buscando utilizá-lo como um dos instrumentos de manejo racional dos estoques pesqueiros na bacia do rio Paraná.

## **Conclusões**

O cenário ideal para conservação dos peixes, em especial as migradoras de longa distância seria o fluxo do rio livre de barragens. No entanto, dada a realidade pela demanda energética brasileira, os projetos de hidrelétricas vêm pressionando o uso dos rios para esta finalidade.

Desta forma, devemos buscar soluções que minimizem os efeitos das barragens sobre as espécies migradoras.

A experiência do rio Paraná com elevadores para peixes nos diz que esses tipos de sistemas unidirecionais devem ser evitados. Por outro lado, escadas para peixes ou canais seminaturais, quando devidamente projetados, podem fornecer conectividade entre os habitats de reprodução e crescimento, promovendo o fluxo genético das espécies migradoras. Estudos comportamentais e de capacidades natatórias das espécies de peixes migradoras deverão ser realizados, com objetivo de desenvolver desenhos de passagens para peixes adequados as espécies neotropicais. Futuros projetos de passagem para peixes deverão buscar a melhor posição no eixo da barragem e identificar a necessidade de passagens em ambas as margens para maximizar o fluxo genético em rios muito largos. Além disso, as passagens deverão considerar vazões que possibilitem as espécies de grande porte encontrar e se mover por toda a passagem. Para os grandes bagres potamódromos, geralmente nadadores de fundo, a passagem deve dispor de entradas junto ao leito do rio, bem como de elevada vazão. Essas características, são desafios para os projetos de passagens para peixes nos grandes rios tropicais.

### **Agradecimentos**

Agradecemos à Companhia Energética de São Paulo – Cesp pelo apoio financeiro e logístico para realização dessas pesquisas ao longo de 15 anos de parceria. Agradecemos também à CAPES pelo bolsa de estudos de Mestrado e Doutorado concedida ao Leandro Fernandes Celestino.

### **Referências**

AGOSTINHO, A. A. et al. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, v. 26, n. 1, p. 79–90, 1993.

- ANEEL. Atlas de energia elétrica do Brasil. 3ed. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2008.
- ANEEL. BIG - Banco de Informações de Geração. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 23 jul. 2018.
- BAYLEY, P. B. Studies on the migratory characin, *Prochilodus platensis* Holmberg, 1889, (Pisces, Characoidei) in the River Pilcomayo, South America. *Journal of Fish Biology*, v. 5, p. 25-40, 1973.
- BRAVO-CÓRDOBA, F. J. et al. Fishway with two entrance branches: Understanding its performance for potamodromous Mediterranean barbels. *Fisheries Management and Ecology*, v. 25, n. 1, p. 12-21, 2018.
- BUNT, C. M.; CASTRO-SANTOS, T.; HARO, A. Reinforcement and validation of the analyses and conclusions related to fishway evaluation data from Bunt et al.: 'Performance of fish passage structures at upstream barriers to migration'. *River Research and Applications*, v. 32, p. 2125-2137, 2016.
- CELESTINO, F. C. et al. Bidirectional connectivity via fish ladders in a large Neotropical river. *River Research and Applications*, v. 35, n. 3, p. 236-246, 2019.
- CESP. Programa de manejo pesqueiro: plano de trabalho 2000-2001. São Paulo: [s.n.].
- CESP. Programa de manejo pesqueiro: plano de trabalho 2003-2004. São Paulo: [s.n.].
- CLAY, C. H. Design of Fishways and Other Fish Facilities. 2nd ed ed. Boca Raton, Florida: Press, CRC, 1995.
- DA SILVA, P. S. et al. Importance of reservoir tributaries to spawning of migratory fish in the upper Paraná River. *River Research and Applications*, v. 31, n. 3, p. 313-322, 2015.
- DUPONCHELLE, F. et al. Trans-Amazonian natal homing in giant catfish. *Journal of Applied Ecology*, p. 1-10, 2016.
- DVWK. Fish Passages; Design, dimension and monitoring. Rome: DVWK, 2002.



- FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environmental Science & Policy*, v. 38, p. 164–172, abr. 2014.
- FERREIRA, D. G. et al. Genetic structure and diversity of migratory freshwater fish in a fragmented Neotropical river system. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 27, n. 1, p. 209–231, 2017.
- FONTES JR, H. M. et al. A barrier to upstream migration in the fish passage of Itaipu Dam (Canal da Piracema), Paraná River basin. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 4, p. 697–704, 2012.
- FOULDS, W. L.; LUCAS, M. C. Extreme inefficiency of two conventional, technical fishways used by European river lamprey (*Lampetra fluviatilis*). *Ecological Engineering*, v. 58, p. 423–433, 2013.
- GODINHO, A. L.; KYNARD, B. Migratory fishes of Brazil: Life history and fish passage needs. *River Research and Applications*, v. 25, n. 6, p. 702–712, 2008.
- GUTFREUND, C. et al. Effectiveness of a fish ladder for two Neotropical migratory species in the Paraná River. *Marine and Freshwater Research*, v. 69, n. 12, p. 1848–1856, 2018.
- HERMANN, T. W. et al. Unravelling the life history of Amazonian fishes through otolith microchemistry. *Royal society Open science*, v. 3, p. 1–16, 2016.
- KATOPODIS, C.; WILLIAMS, J. G. The development of fish passage research in a historical context. *Ecological Engineering*, v. 48, p. 8–18, 2012.
- LARINIER, M. Location of Fishways. *Bulletin français de la pêche et de la pisciculture*, n. 364 suppl., p. 39–53, 2002.
- LIRA, N. A. et al. Fish passages in South America: an overview of studied facilities and research effort. *Neotropical Ichthyology*, v. 15, n. July, p. 1–14, 2017.
- LUCAS, M. C.; BARAS, E. *Migration of freshwater fishes*. Oxford, UK: Wiley Online Library, 2001.

- MAKRAKIS, M. C. et al. Diversity in migratory patterns among Neotropical fishes. *Journal of Fish Biology*, v. 81, p. 866–881, 2012.
- MAKRAKIS, S. et al. Utilization of the fish ladder at the Engenheiro Sergio Motta Dam, Brazil, by long distance migrating potamodromous species. *Neotropical Ichthyology*, v. 5, n. 2, p. 197–204, 2007b.
- MAKRAKIS, S. et al. The Canal da Piracema at Itaipu Dam as a fish pass system. *Neotropical Ichthyology*, v. 5, n. 2, p. 185–195, 2007a.
- MAKRAKIS, S. et al. Ascent of neotropical fish in the Itaipu reservoir fish pass. *River Research and Applications*, v. 27, p. 511–519, 2011.
- MAKRAKIS, S. et al. Premissas e Critérios Mínimos para Implantação, Avaliação e Monitoramento de Sistemas de Transposição para Peixes. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, v. 114, 2015a.
- MAKRAKIS, S. et al. Monitoramento do ictioplâncton em tributários do Reservatório de Porto Primavera e monitoramento da transposição. Toledo: [s.n.].
- MAKRAKIS, S.; MAKRAKIS, M. C. Fish lifts in South America. In: GOUGH, P. et al. (Eds.). . From sea to source: International guidance for the restoration of fish migration highwat. 1. ed. Netherlands: [s.n.]. p. 174–175.
- OLDANI, N. O.; BAIGÚN, C. R. M. Performance of a fishway system in a major South American dam on the Parana River (Argentina-Paraguay). *River Research and Applications*, v. 18, n. 2, p. 171–183, mar. 2002.
- QUEIROZ, A. R. S. DE; MOTTA-VEIGA, M. Analysis of the social and health impacts of large hydroelectric projects: lessons for sustainable energy management. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 6, p. 1387–1398, 2012.
- QUIRÓS, R. Structures Assisting Migrations of Fish Other Than Salmonids: Latin America. Rome: [s.n.].
- SANZ-RONDA, F. J. et al. Sprinting performance of two Iberian fish: *Luciobarbus bocagei* and *Pseudochondrostoma duriense* in an open channel flume. *Ecological Engineering*, v. 83, p. 61–70, out. 2015.

WAGNER, R. L. et al. Passage performance of long-distance upstream migrants at a large dam on the Paraná River and the compounding effects of entry and ascent. *Neotropical Ichthyology*, v. 10, n. 4, p. 785–795, 2012.

WINEMILLER, K. O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, v. 351, n. 6269, p. 128–129, 2016.

ZARFL, C. et al. A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*, v. 77, n. 1, p. 161–170, 2015.

## Capítulo 4.3.4

### Perfil dos pescadores a jusante da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães

*Mariza Fernandes Souza*<sup>1</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>2</sup>

*Alice Ferreira Araujo*<sup>3</sup>

*Eva Barros Miranda*<sup>4</sup>

#### **Resumo**

Construções de usinas hidrelétricas têm intensificado nos últimos anos, com isso as principais bacias hidrográficas se encontram alteradas. Esses tipos de empreendimentos causam impactos na fauna aquática e na pesca local. Diante disto a presente pesquisa tem como objetivo caracterizar o perfil dos pescadores à jusante da Usina Hidrelétrica de Luís Eduardo Magalhães (Lajeado), na cidade de Lajeado, Miracema e Pedro Afonso. Para obtenção dos dados foi utilizado entrevista através da metodologia de bola de neve. Observou-se que a grande parte dos pescadores são representados pelo sexo masculino, com idade média de 49 anos, variando entre 16 a 82 anos, 52% dos pescadores possuem vínculo com a colônia local, obtendo em média 8 anos de filiação. Conclui-se que o perfil dos pescadores das três cidades apresenta pequenas variações quando comparadas, mas que de modo geral os pescadores a jusante da usina de Lajeado, começaram a desenvolver a atividade da pesca desde a infância e praticam a pesca como meio de subsistência.

**Palavras-chave:** Pesca; Jusante; rio Tocantins

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins; mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente; marizafds@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins; professora do Curso de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente; emarques@mail.uft.edu.br

<sup>3</sup> Núcleo de Estudos Ambientais (Neamb); mestre em Ecologia de Ecótonos; alicefpjc@hotmail.com

<sup>4</sup> Universidade Federal do Tocantins; mestre em Ciências do Ambiente; evabarroos2007@gmail.com

## **Abstract**

Construction of hydroelectric plants has intensified in recent years, with the result that the main hydrographic basins have been altered. These types of ventures have impacts on aquatic fauna and local fisheries. In view of this, the objective of the present research is to characterize the profile of the fishermen downstream of the Luís Eduardo Magalhães Hydroelectric Plant (Lajeado) in the cities of Lajeado, Miracema and Pedro Afonso. We used the snowball methodology to conduct interviews with fishermen. The majority of the fishermen are males averaging 49 years of age (with a range of 16-82 years). 52% of fishermen are members of the local colony with an average of 8 years of membership. We conclude that there are small variations in the profiles of fishermen in these three cities, but generally, the fishermen downstream of the Lajeado dam started fishing in childhood and practice fishing as a means of subsistence

**Keywords:** Fishing; Downstream; Tocantins river

## **Introdução**

Construção de usinas hidrelétricas têm se intensificado nos últimos anos. Apesar de causar inúmeros efeitos negativos é a alternativa mais utilizada para produzir energia elétrica no Brasil (BORTONE; LUDWIG; XAVIER, 2016). As principais bacias hidrográficas brasileiras se encontram alteradas por construções de barragens, nesse sentido o rio Tocantins, por apresentar grande potencial hídrico, abriga atualmente sete usinas hidrelétricas, entre elas, a Usina Luís Eduardo Magalhães (Usina de Lajeado), localizada entre o médio e o alto rio Tocantins (AGOSTINHO et al., 2007).

Esses tipos de empreendimentos causam impactos ambientais e sociais, trazendo mudanças tanto a jusante quanto a montante. Dentre os diversos impactos causados, as regiões a jusante de represamentos sofrem com efeitos diretos e indiretos na atividade pesqueira (AGOSTINHO et al., 2007) e na estrutura do ambiente aquático (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

Paleta e Silva (2011) afirmam que a pesca é caracterizada por envolver uma diversidade de pessoas, com um papel importante para a manutenção do sustento e a garantia da segurança alimentar de muitas comunidades pesqueiras. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo caracterizar o perfil dos pescadores à jusante da barragem da

Usina Hidrelétrica de Luís Eduardo Magalhães (Lajeado), nas cidades de Lajeado, Miracema e Pedro Afonso.

### **Material, métodos, resultados e discussão**

A presente pesquisa abrange áreas de influência do reservatório Luís Eduardo Magalhães (Lajeado). O Reservatório está localizado entre os trechos alto e médio do rio Tocantins, seu enchimento foi iniciado em outubro de 2001 e concluído em setembro de 2002, ocupa uma área de 630 km e tem cerca de 172 km de comprimento, sua profundidade média é de 8,8 m, atingindo 35 metros perto da barragem (AGOSTINHO et al., 2007). Foram realizadas entrevistas nos anos de 2015 a 2018, em Lajeado, Miracema e Pedro Afonso, pelos quais está localizada a jusante da UHE Lajeado, na região central do Estado do Tocantins, às margens do rio Tocantins.

Inicialmente foi feito o primeiro contato, para reconhecimento de campo nas três cidades, a fim de obter informações preliminares e criar um vínculo com os pescadores das cidades. Após o primeiro contato e reconhecimento da área, passou-se a identificação de pessoas que seriam “informante chave”, foram procurados líderes de colônias e pescadores antigos.

A partir disso foram iniciadas as entrevistas, no final de cada entrevista realizada era pedido uma ou mais indicações de pescadores locais para realizar entrevistas com eles, esse método é conhecido como metodologia “bola de neve” (BAILEY, 1982). No início de cada entrevista, foram expostos os objetivos da pesquisa, logo em seguida era solicitado o consentimento livre do entrevistado, para gravar e tirar algumas fotos, assim como recomenda Goldin et al. (2012). Os dados obtidos foram sistematizados, as entrevistas foram tabeladas e transcritas, para serem analisadas. Para análise das entrevistas, utilizou - se análise de falas e estatística descritiva, para cálculo de frequência de ocorrências.

Foram realizadas 124 entrevistas com pescadores, nas três cidades de estudo, a maioria dos pescadores foi representada pelo sexo masculino (72%), de modo geral o sexo feminino obteve baixa representatividade com de apenas 28 %, mas ao ser comparado os dados dos entrevistados por cidade, esse cenário se modifica, a cidade de Miracema se destaca por apresentar uma porcentagem de 41% de pescadores do sexo feminino e 59% masculino, em Lajeado 29% são do sexo feminino e 71% do sexo masculino, em Pedro Afonso, apenas 14% é do sexo masculino e 86% do sexo masculino. Em Miracema a colônia de pescadores tem como presidente uma mulher, que não é pescadora, mas possui um papel central em organizar a colônia, e como resultado o que pode ser observado foi a quantidade de mulheres filiadas ser semelhante ao número de pescadores do sexo masculino.

O pequeno número de mulheres na atividade pesqueira não as torna menos importante, pois a pesca realizada por elas contribui para o consumo de pescado domiciliar (GOMES, 2007). Oliveira (2013) destaca que, o grande número do gênero masculino na pesca, está relacionado ao aspecto cultural, em que o chefe da família é responsável pelo sustento familiar.

De modo geral os pescadores apresentam idade média de 49 anos, variando entre 16 a 82 anos, com intervalo de idade mais frequentes entre 49 – 59 anos. O pescador mais novo e o mais velho foram entrevistados em Pedro Afonso.

Em relação à idade, a pesca em Miracema é representada por pescadores com idade mediana, diferente das outras cidades, sendo dessa forma escasso de jovens pescadores.

Zacardi (2017) afirma que pescadores mesmo com idade avançada, ainda são ativos no exercício da atividade de pescador artesanal, e a escassez de pescadores mais jovens podem ter relação com priorização dos estudos ou outras atividades.

Tabela 1. Perfil dos pescadores entrevistados em Lajeado, Miracema e Pedro Afonso.

	Lajeado	Miracema	Pedro Afonso
Pescadores entrevistados (N)	31	49	44
Sexo (Masculino)	22	29	38
Sexo (Feminino)	9	20	6
Idade média	46	54	48
Idade mínima	21	30	16
Idade máxima	79	80	82
Tempo médio na pesca (anos)	34	39	37
Tempo mín. na pesca (anos)	3	3	10
Tempo máx. na pesca (anos)	63	70	72
Filiados a colônia	12	33	19
Tempo médio filiação na colônia	12	6	8
Tempo mín. filiação na colônia	3	1	3
Tempo máx. filiação na colônia	26	13	11

Grande parte dos pescadores possui muitos anos na pesca, alguns iniciaram a atividade ainda quando criança. O tempo (anos) médio de pesca varia de 34 a 37 anos, o mínimo de 3 anos em Lajeado e Miracema e de 10 anos em Pedro Afonso. O Tempo (anos) máximo de pesca é 72 anos de um pescador de Pedro Afonso.

Nesse sentido Ceregato e Petrere Júnior (2002) afirmam que a pesca é uma atividade que não estabelece limites de idade para começar ou parar de praticar, desde um jovem até o idoso, podem praticar a atividade.

A respeito ao vínculo com a colônia, 52 % dos entrevistados são associados às colônias locais e 48% não possuem vínculo. No geral a média total é de 8 anos de filiação. A colônia que apresentou o maior número de entrevistados associados é a de Miracema, e a que apresenta um menor número é a de Lajeado. Quanto ao anos de filiação na colônia, o pescador que apresentou o maior tempo (anos) de filiação é de Lajeado, contendo 26 anos de associado, e o menor tempo (anos) é de Pedro Afonso.

Souza et al (2016) afirmam que os pescadores da região da UHE Peixe Angical mencionam que um dos pontos positivo da construção da usina,



foi a organização da pesca local, com a criação da colônia, dando a eles a oportunidade de pescar como pescador profissional ou artesanal e ter o direito ao seguro defeso. Neste mesmo sentido Mérona et al. (2010) destaca que após a construção da UHE de Tucuruí, muitos pescadores se filiaram na atividade da pesca, devido à alta produção de pescados.

### **Considerações finais**

Conclui-se que o perfil do pescador a jusante da Usina Luís Eduardo Magalhães nas três cidades de estudo, apresentam pequenas variações quando comparadas. O pescador em sua maioria é representado pelo sexo masculino, prática a pesca desde a infância, possuindo dessa forma muitos anos de experiência na atividade pesqueira. A pesca nas três cidades, é organizada por colônia de pescadores e possuem pescadores com muitos anos de filiação. A pesca é uma atividade possui importância econômica sendo um meio de subsistência dos pescadores a jusante da usina de Lajeado.

### **Agradecimentos**

Ao Neamb/UFT – Núcleo de Estudos Ambientais da Universidade Federal do Tocantins, a Fapto (Fundação de Apoio Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro, e aos pescadores entrevistados, pela colaboração para a realização desta pesquisa.

### **Referências**

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, C. L.; PELICICE, F.M. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. Maringá: Eduem, 2007. 501p.
- BAILEY, K. D. Methods of social research. New York: The Free Press, 1982.
- BORTONE, F. A. S.; LUDWIG, M. P.; XAVIER, K. D. Contradições da modernidade no processo de des / re / territorialização do lugar : o caso dos atingidos pela construção da Hidrelétrica Candonga. Revista Elo. v.6, n.2 , p. 1-12, 2016.

- CEREGATO, S. A.; PETRERE-JÚNIOR, M. Aspectos sócio-econômicos das pescarias artesanais realizadas no complexo Urubupungá e a sua jusante no rio Paraná. *Holos Environment*, p. 1-24, 2002.
- GOLDIM, J. R.; PITHAN, C. F.; OLIVEIRA, J. G.; RAYMUNDO, M. M. O processo de consentimento livre e esclarecido em pesquisa : uma nova abordagem. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 49, n. 1, p. 372-374, 2012.
- GOMES, K. D. No caracterização socioeconômica da pesca e percepção dos pescadores do rio Tocantins sobre as mudanças ambientais imediatamente a jusante da barragem da UHE Lajeado - To. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente)- Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2007.
- MÉRONA, B., et al. Os peixes e a pesca no baixo rio Tocantins:vinte anos depois da UHE Tucuruí. [s.l]: Eletrobrás Eletronorte, 2010, 208p.
- OLIVEIRA, J. C., et al. Caracterização da pesca no Reservatório e áreas adjacentes da UHE Coaracy. *Biota Amazonia*, p. 83-96, 2013.
- PALHETA, J. M.; SILVA, C. N. Pesca e territorialidades: contribuições para análise espacial da atividade pesqueira. Belém: GAPTA/UFPA, 2011. 308p.
- SOUZA, M. F., et al. Do rio Tocantins a Hidrelétrica de Peixe Angical: os peixes e as pescarias na memória dos pescadores. *Revista Interface*, p. 119-134, 2016.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. *Limnologia*. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.
- ZACARDI, D. M.; SARAIVA, M. L.; VAZ, E. M. A caracterização da pesca artesanal praticada nos lagos Mapiri e Papucu às margens do rio Tapajós, Santarém, Pará. *Rev. Bras. Eng. Pesca*, p. 31-43, 2017.

## Capítulo 4.3.5

### Varição sexual na peçonha da arraia de água doce *Potamotrygon rex*

*Juliane Monteiro dos Santos*<sup>1</sup>

*Mônica Lopes Ferreira*<sup>2</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>1</sup>

*Carla Simone Seibert*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

Acidentes com arraias são frequentes nos rios da Amazônia Legal, estes deixam sequelas graves que podem levar o acidentado a se afastar do trabalho, por períodos de dias ou até meses. Os principais sintomas do envenenamento são dor, edema e necrose, mas estes precisam ser estudados em relação a fatores que podem influenciar na toxicidade do acidente, como o sexo, por exemplo. Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar se a toxicidade da peçonha de arraias jovens da espécie *Potamotrygon rex*, sofre alteração em relação ao sexo. A peçonha foi obtida do epitélio que reveste o ferrão de arraias jovens, de ambos os sexos. Para os ensaios foi utilizado peçonha de arraias fêmeas, machos e um pool obtido com peçonha de ambos os sexos, e como controle PBS. Foram realizados testes de nocicepção e edema, em camundongos Swiss machos. Houve aumento significativo da atividade nociceptiva, dos grupos tratados em relação ao grupo controle e, também, para as fêmeas quando comparado com os machos. Contudo, apesar dos grupos tratados diferirem do controle para a atividade edematogênica, não houve diferenças significativas em relação ao sexo. Assim, foi possível concluir que a atividade nociceptiva é mais intensa nas fêmeas, o que indica variabilidade sexual na toxicidade da peçonha da arraia de água doce *Potamotrygon rex*, para um dos sintomas mais severo do pós-acidente.

**Palavras-chave:** Arraias; Peçonha; Acidentes

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins-TO; Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente; jumonteiro@uft.edu.com.br; emarques@uft.edu.br; seibertcs@uft.edu.br

<sup>2</sup> Instituto Butantan - SP; Centro de Toxinologia Aplicada, Instituto Butantan; monica.lopesferreira@butantan.gov.br

## Abstract

Stingray encounters causing injuries that prevent a person from working for days or months are frequent in the rivers of the Legal Amazon. The main symptoms of stingray poisoning are pain, edema and necrosis. These factors need to be studied in relation to factors that may influence the toxicity of the accident, such as sex of the stingray. The objective of this study was to determine whether venom toxicity of young stingrays of the species *Potamotrygon rex* changes in relation to the sex of the stingray. We obtained venom from the epithelial cells of the stinger of young stingrays of both sexes. We used venom from female and male stingrays, pooled venom from both sexes, and a PBS control. We performed nociception and edema tests in male Swiss mice. Nociceptive activity increased significantly in the treatment groups compared to the control group, as well as for groups exposed to female venom when compared to male venom. However, although the treatment groups differed from the control for edematogenic activity, there was no significant difference when it came to sex of the venom producer. Thus, we concluded that nociceptive activity is more intense in those individuals stung by females, which indicates sexual variability in *Potamotrygon rex* venom toxicity for one of the most severe symptoms.

**Keywords:** Stingrays; Venom; Accidents

## Introdução

No Brasil, a maior diversidade de espécies de Potamotrigonídeos pode ser encontrada na região Amazônica (ROSA; LASSO, 2013). Estes peixes peçonhentos estão distribuídos entre quatro gêneros, reconhecidos atualmente como *Potamotrygon*, *Paratrygon*, *Plesiotrygon* e *Heliotrygon*, sendo este último descrito por Carvalho e Lovejoy (2011).

Na bacia do Araguaia-Tocantins, região norte e centro-oeste do Brasil - principalmente nos estados de Tocantins, Mato-Grosso e Pará, os acidentes com arraias são mais frequentes (HADDAD JR. et al., 2013, SANTOS et al., 2014). As manifestações mais comuns no envenenamento humano são dor intensa, edema na região da ferroadada e necrose, e ocorrem com maior incidência no período de estiagem (GARRONE-NETO; HADDAD JR., 2010).

Os registros elevados de acidentes com arraias e os poucos relatos epidemiológicos, acrescidos de falta de informação sobre as possíveis variações na toxicidade da peçonha, afetam de forma negativa o

tratamento dos pacientes acidentados. Assim, para melhorar a compreensão destes acidentes, o presente trabalho objetivou verificar se a toxicidade da peçonha de arraias jovens da espécie *Potamotrygon rex*, sofre alteração em relação ao sexo.

## Material e métodos

Os estudos foram realizados na área do reservatório da Usina de Lajeado (Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães), localizado no Médio-Alto Rio Tocantins (PAIVA, 1982), Estado do Tocantins-Brasil. Com um espelho d' água de 630 km<sup>2</sup> e 172 km de extensão, o reservatório foi concluído em 2002.

Para este estudo foram utilizadas arraias jovens, com 21 a 180 mm de disco; comprimento total de 251 a 350 mm e peso total variando de 201 a 450g (ARAÚJO, 1998). O sexo (machos e fêmeas) foi determinado pela observação macroscópica do aparelho reprodutor de cada animal. A peçonha foi obtida do epitélio que reveste o ferrão de arraias jovens, de ambos os sexos. Para os ensaios foi utilizado peçonha de arraias fêmeas, machos e um pool obtido com peçonha de ambos os sexos, e como controle PBS. O conteúdo proteico foi quantificado pelo método de Bradford (1976), usando soro de albumina bovina (Sigma Chemical Co., St Louis, MO) como padrão.

Foram realizados os testes nociceptivo e edematogênico. O teste edematogênico foi desenvolvido segundo Hunskaar et al. (1985). Para esse teste cada um dos camundongos ( $n=05$ ), foi mantido em uma câmara (box de acrílico, 12 cm x 12 cm x 12cm), montada sobre um espelho, formando um ângulo de 45°. Depois de 10 minutos de adaptação a pata posterior direita dos animais foram injetadas com 30 µL da peçonha na concentração de 100 µg de proteína, na região intraplantar (i.pl). No grupo-controle foi injetado 30 µL de PBS. Durante 30 minutos o comportamento dos animais foi avaliado, sendo cronometrado o tempo que cada animal ficou lambendo ou mordendo a pata experimental.

A atividade edematogênica foi baseada no protocolo descrito por Lima et al. (2003). Grupos de camundongos ( $n=05$ ), com duplicata, foram injetados com 30  $\mu\text{L}$  da peçonha da arraia de água doce *Potamotrygon rex* na concentração de 100  $\mu\text{g}$  de proteína na região intraplantar da pata posterior direita (pata experimental). Como controle, um grupo de camundongos recebeu injeção de PBS estéril, nas mesmas condições. O resultado foi expresso pelo aumento de espessura entre a pata experimental em relação à pata controle, com o emprego de um paquímetro (Mytutoyo Sul Americana, SP, Brasil) no tempo de 30 minutos após a injeção. Foi utilizado o teste de variância (ANOVA), com o teste de Dunnet's para determinar as diferenças entre os grupos.

## Resultados e discussão

Os camundongos tratados com peçonha apresentaram maior sensibilidade à dor em comparação com o grupo controle, tratado com PBS (Fig. 1A). Contudo, foi a peçonha das fêmeas jovens que foi responsável por desencadear maior sensibilidade dolorosa, apresentando valores mais próximos ao obtido para o pool total.

É notável em todos os níveis da escala filogenética que as peçonhas têm evoluído como poderosos arsenais químicos constituídos de substâncias capazes de atordoar, paralisar ou matar outros organismos (LEWIS; GARCIA, 2003). Nossos resultados mostraram que a peçonha das arraias fêmeas é mais eficiente em induzir atividade local relacionada com a sensibilidade dolorosa. Para Araújo (1998) o dimorfismo sexual pode ser uma adaptação à viviparidade.

Contudo, explicar as razões dessas diferenças não é algo fácil, embora alguns benefícios, especialmente para as fêmeas, estejam um pouco mais claros e possam estar vinculados ao desenvolvimento sexual destes peixes, mais especificamente com as mudanças relacionadas ao modo de reprodução e tipos de hormônios (SOUTO, 1986).

O edema induzido, em todos os tratamentos, foi significativamente diferente do controle com PBS, no entanto, não houve diferença sexual significativa (Fig. 1B). Assim, neste trabalho a peçonha da arraia de água doce não apresentou diferença significativa para o edema local, em relação ao sexo.

Para Gutiérrez e Lomonte (1983), o edema pode ser resultado de ação simultânea do veneno na microvasculatura, aumentando a permeabilidade de capilares e veias ou da ação indireta de mediadores endógenos, liberados por componentes do veneno, como histamina, prostaglandinas e cininas. Diante disso é razoável pensar que cada substância, presente na composição do veneno deva estar envolvida em alguma atividade essencial do processo de envenenamento.

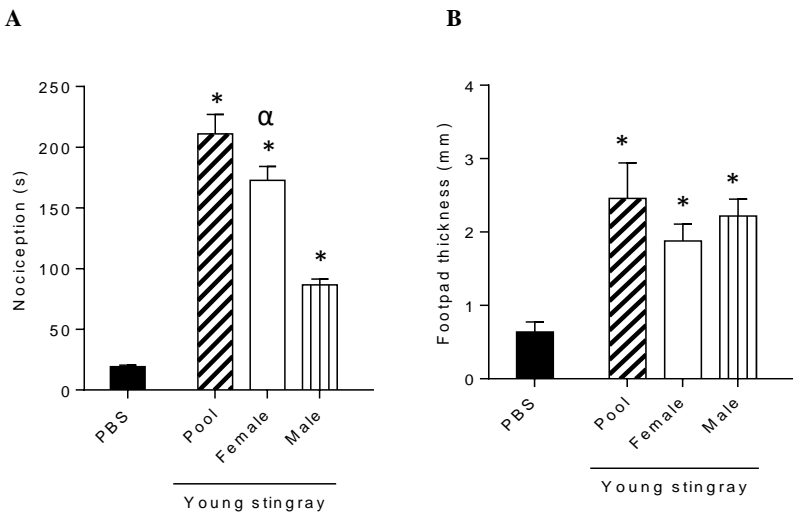


Figura 1. Estimativa da atividade nociceção-induzida (A) e edematogênica (B). Cada barra representa a média  $\pm$  desvio padrão. \*  $p < 0,05$  em relação ao grupo controle;  $\alpha$   $p < 0,05$  em relação ao sexo.

## Conclusões

A peçonha das arraias de água doce *Potamotrygon rex* apresentou variação sexual na toxicidade para atividade nociceptiva, sendo esta atividade bastante intensa no pós-acidente com peçonha das arraias fêmeas. As diferenças nestes resultados indicam fatores que devem ser considerados em experimentos laboratoriais, sendo indicativos importantes dos processos relacionados à biodiversidade dos ambientes naturais.

## Referências

- ARAÚJO, M. L. G. Biologia Reprodutiva e pesca de *Potamotrygon* sp. (Chondrichthyes-Potamotrygonidae) no médio Rio Negro, Amazonas. 1998. 164f. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, Amazonas. 1998.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, v.72, p. 248-254, 1976.
- CARVALHO, M. R.; LOVEJOY, N. R. Morphology and phylogenetic relationships of a remarkable new genus and two new species of Neotropical freshwater stingrays from the Amazon basin (Chondrichthyes: Potamotrygonidae). *Zootaxa*, v. 2776, p. 13-48, 2011.
- GARRONE-NETO, D.; HADDAD Jr., V. Arraias em rios da região Sudeste do Brasil: locais de ocorrência e impactos sobre a população. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v.43, n.1, p. 82-88, 2010.
- HADDAD JUNIOR, V. et al. Envenenamientos causados por rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) en Brasil, con notas sobre los países vecinos (Colombia, Venezuela y Ecuador): implicaciones en la salud pública. *In: Lasso, C. A. et al. (eds). Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte I. Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana, Surinam y Guayana Francesa: diversidad, bioecología, uso y conservación. Serie Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia, IX. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2013, p. 343- 360*



HUNSKAAR, S.; FASMER, O. B.; HOLE, K. Formalin test in mice, auseful technique for evaluating mild analgesics. *J. Neurosci. Methods*, v. 14, p. 69–76, 1985.

LEWIS, R. J.; GARCIA, M. X. Therapeutic potential of venom peptides. *Nature Review*, v.2, n.10, p. 790-802, 2003.

LIMA C. et al. Characterization of local inflammatory response induced by *Thalassophryne nattereri* fish venom in a mouse model of tissue injury. *Toxicon*, v. 42, n. 5, p. 499–507, 2003.

PAIVA, M. P. *Grandes Represas do Brasil*. Brasília: Terra, 1982. 292p.

SANTOS, Juliane Monteiro et al. Habitat de arraias em rios e o perigo de acidentes valorado pelo acidentado na Bacia Tocantins Araguaia. *Revista Scientia Amazonia*, v.3, n.2, p. 24-38, 2014.

SOUTO, C. F. M. Estudo comparativo da reprodução nos cações *Mustelus schimitti*, Springer 1939 e *Mustelus canis*, Mitchill 1815 (Pisces: squaliformes), na plataforma continental do Rio Grande do Sul – Brasil. 1986. 121 f. Dissertação (Mestrado), Universidade do Rio Grande, RS – Brasil. 1986.

## **Parte 4.4**

### **Hidrologia e geomorfologia**

### **Hydrology and geomorphology**



## Capítulo 4.4.1

### **A formação de voçorocas na Amazônia: o uso intenso do solo amazônico em atividades agropecuárias na agrovila Princesa do Xingu, Brasil Novo - PA**

*Nathany Melo Machado Arcanjo*<sup>1</sup>

*Danyelly Feitosa da Costa*<sup>2</sup>

*José Antônio Herrera*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

A pesquisa foi realizada com intuito de reconhecer as especificidades da voçoroca localizada em uma fazenda na zona rural, no travessão da seis na princesa do Xingu, em Brasil Novo - PA., em loco buscou-se compreender a paisagem como uma conexão, em uma morfologia particular, utilizando como método o geossistema, para uma possível leitura da dinâmica na paisagem. O processo de formação de voçorocas ocorre devido as intempéries e a intensa antropização do solo e o mal-uso do entorno da microbacia do Jarauau. Selecionamos variáveis que explicam a formação de processos erosivos, como a hipsometria, declividade, pedologia e o mal-uso do solo na região da Amazônia. Dentro de um Geossistema todos os componentes naturais encontram-se em relação de interdependência e múltipla influência, onde a paisagem é a síntese das trocas energéticas. A degradação da paisagem amazônica é algo recorrente desde os princípios de sua ocupação, onde há uma exploração dos seus recursos naturais para o capital. Todos esses processos da formação da voçoroca levam, em conjunto o soterramento de nascentes existentes na área analisada, prejudicando o curso fluvial de uma das bacias afluente do rio Amazonas.

**Palavras-chaves:** Geossistema; Amazônia; Voçorocas

---

<sup>1</sup> UFPA Graduanda Em Licenciatura Em Geografia; Pesquisadora Do Grupo De Estudos Desenvolvimento e Dinâmicas Territoriais Na Amazônia GEDTAM; nathanymelo22@Gmail.Com

<sup>2</sup> UFPA Graduanda Em Licenciatura Em Geografia; Pesquisadora Do Grupo De Estudo Desenvolvimento E Dinâmicas Territoriais Na Amazônia GEDTAM; danyellyfeitosa@gmail.com

<sup>3</sup> UNIR Pós-Doutorado Em Geografia; Líder Do Grupo De Estudos Desenvolvimento E Dinâmicas Territoriais Na Amazônia - GEDTAM; herreraXingu@Gmail.com

## Introdução

O conceito Geossistema foi introduzido pelo geógrafo soviético Victor Borisovich Sochava, o mesmo, abordou a proposta sistêmica no estudo das paisagens como unidades espaciais, entidades totais. A análise da paisagem para Sochava, deve ser feita de forma total, por meio do foco sistêmico, mais precisamente no Geossistema onde cada componente é abordado como um subsistema do geossistema natural, corroborando com aquilo que Bertalanffy (2003), aborda como um subsistema do geossistema natural propriamente aberto.

A partir do Geossistema é possível analisar a paisagem, bem como compreender o desenvolvimento das vertentes como eventos relacionados a trocas energéticas naturais ou potencializados pela ação humana. As vertentes vão se desenvolver através de processos morfogenéticos e são catalisados pelos vários tipos de intemperismo, sendo responsáveis pela esculturação das formas de relevo.

Segundo Christofolletti (1980) as vertentes podem se desenvolver de maneira natural, bem como ser contribuído pela antropização. A declividade e os cursos fluviais são fatores que influenciam no desenvolver-se das vertentes, portanto, as bacias hidrográficas que possuem declividade elevada e são de uso intensos, são grandes variáveis desestabilizadoras do geossistema, os processos erosivos como as voçorocas se tornam evidentes. Outro fator importante para a formação de voçorocas é a altimetria do terreno - hipsometria - juntamente com o mal-uso do solo e com o desmatamento da vegetação original aquela que seria a protetora do solo. A vegetação é um meio estabilizador, possui a função de anteparo aos fluxos de radiação eletromagnética (REM), permitindo uma maior porosidade do solo, e infiltração das águas no aquífero superficial além do efeito frenador sobre o vento (TRICART, 1977). A substituição da vegetação primária por pastagem modifica o fluxo energético e a interação entre os componentes da paisagem, pois as

pastagens possuem um papel hidrológico diferente das vegetações arbóreas, há alto recebimento de REM o que ocasiona um ressecamento do solo, pouca interceptação das chuvas, promovendo um escoamento superficial rápido, facilitando a formação de processos erosivos nas áreas mais íngremes, como em bordas de cursos fluviais ou mesmo de nascentes.

As voçorocas são processos erosivos que podem ser provocados por relações energéticas de determinado Geossistema, ocorrendo de forma natural, mas sendo potencializado pela ação do homem. A degradação antrópica junto com os fatores naturais, como é o caso do uso do solo para a produção agropecuária em áreas naturalmente instáveis pela pedologia local e declivosa, provocou a gênese das voçorocas ou ampliação do seu desenvolvimento, essa manifestação de desestabilidade, representa uma alta susceptibilidade erosiva das áreas onde ocorre, podendo ocasionar o soterramento das nascentes, prejudicando o fluxo da bacia hidrográfica como acontece na microbacia do Jarauau.

## **Material e métodos**

A voçoroca encontrada próxima a bacia do rio Jarauau está localizada entre o município de Altamira e Brasil Novo, ambos no Estado do Pará. O modelo digital de elevação (DEM) utilizado na pesquisa fora produzido pelo satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*), sendo produto do sensor de micro-ondas PALSAR (*Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar*) para obter imagens sem interferência de nebulosidade. O DEM fora corrido para assumir resolução espacial de 12,5 metros, sendo possível o download no site <http://vertex.daac.asf.alaska.edu>. Para realizar classificação do uso do solo fora feito download da cena 226/62 do satélite Landsat 8 no site Sistema Geológico Americanos - USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Para modelagem hidrológica fora utilizada o soft Terrahidro da plataforma terralib disponível pelo INPE, no mesmo fora corrigido o DEM,

com a ferramenta DEM FIL para preencher espaços vazios nos pixel, logo em seguida extraiu-se o *flow extration*, depois a *contribuing area*, em seguida *Drainage extraction com linear de 517, suficiente para obter maior quantidade de canais nas mais diversas ordem* (CRISTOFOLLETE, 1980), e pôr fim a *wastershed delineation com objetivo de extrair e delimitar a bacia hidrográfica da pesquisa*. Para a compreender a morfologia da bacia, foi utilizado o software Qgis 1.8 onde foi possível processar o DEM com a ferramenta análise do terreno produziu a declividade classificada conforme a Embrapa (1979), com o mesmo soft fora feita a hipsometria da bacia.

O mapeamento do uso do solo nas proximidades bacia foi realizado por meio de classificação supervisionada, a partir de uma imagem de Landsat 8 da cena 226/62, do dia 27 de julho de 2017. Foi feita composição RGB com a banda 6, 5 e 4, e após a composição utilizamos a ferramenta extrair e recorte no Qgis 1.8 para cortar a área da bacia e poder utilizá-la para classificar. Para fazer a classificação supervisionada, utilizamos *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP). Neste fora coletado amostras de áreas associadas a cores de acordo com as áreas homogêneas e criando as classes, depois da coleta criamos um arquivo de saída, processamos geramos as 4 classes que escolhemos (Floresta, Vegetação Secundária, Pastagens e Rios). Na perspectiva pedológica o solo presente na bacia é predominantemente o Latossolo amarelo distrófico, ou seja, um solo de evolução avançada, com horizonte A profundo e incipiente desenvolvimento de B textural (EMBRAPA, 2006), em que se destaca baixa ou inexistente camada arável e com baixíssimos valores de soma de bases. Deste modo não é adequado à supressão vegetal, devido a possível exposição excessiva a REM, bem como, a criação extensiva de gado na compactação do solo argiloso e fragmentação de solos arenosos.

## Resultados e discussão

As voçorocas são processos erosivos que ocorrem de maneira natural, porém sua gênese e desenvolvimento são potencializados pelo uso intenso e irracional dos recursos presente na paisagem. A paisagem demonstra através dos sentidos, a manifestação do fluxo de energia, que pode expressar de maneira visual algum processo de perturbação na paisagem, denunciando, alterações no fluxo de energia no geossistema. A paisagem na Amazônia é alvo de ações de exploração e controle do capital, com a apropriação dos recursos naturais, onde o capital acumulado está em forma de “exploração da madeira, pecuária, especulação da terra como reserva de valor e até a dinâmica que os pequenos agricultores têm reproduzido, agricultura itinerante” (HERRERA; MOREIRA; BEZERRA; p. 220, 2016). Essa exploração da paisagem realizada pela leitura equivocada do potencial paisagístico (AB’SABER, 2003) promoveu na Amazônia, em particular na microbacia Jarauau alterações significativas do fluxo energético, tornando a área desestabilizada. Na área encontra-se uma intensa supressão vegetal, o que torna os solos bem ressecados, quebradiços, suscetível ao carregamento pelas enxurradas, o que possibilita o aumento da voçoroca, soterramento das nascentes e a diminuição do curso fluvial.

A hipsômetria da bacia apresenta-se faixas de 62m a mais de 200m (Fig. 1), onde grande parte encontra-se em faixas inferiores a 200m de altitude, porém é acima que está a localização dos divisores de água, importante para o fluxo da bacia. A obtenção desses dados facilita a compreensão das declividades do terreno e o encaixamento da bacia, contribuindo para a fluidez hídrica e a demarcação de nascentes.

A declividade da bacia do Jarauau é bastante ondulada, sendo mais da metade de sua área com o relevo plano ou plano suave-ondulado, porém é possível notar a presença de declividades que vão de montanhoso a fortemente montanhoso (Fig. 1). A declividade é um fator primordial para destacar as vertentes das bacias, pois é um dos elementos principais para



processos erosivos, como a formação de sulcos erosivos, ravinas e voçorocas. Além da declividade, outro fator que potencializa o surgimento de voçorocas é o tipo de solo presente na área. O solo predominante é o Latossolo Amarelo Distrófico, apresentando translocamento de óxidos de ferro para horizontes mais profundos, tendo como marca profundidade superior a 1m. O solo em análise é bastante intemperizado e bastante antropizado devido à supressão vegetal, queima e formação de pastagens para a pecuária extensiva.

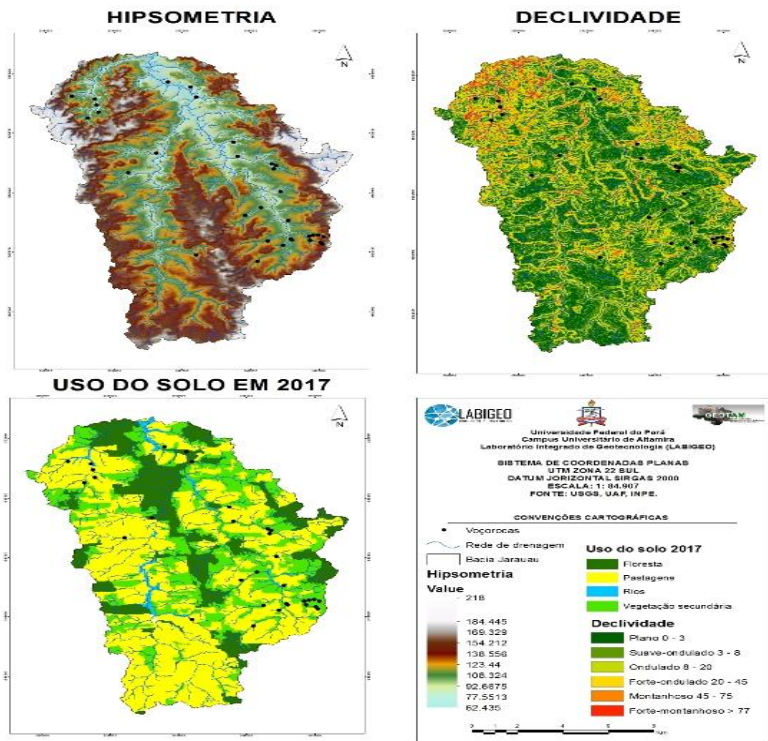


Figura 1. Morfologia e uso do solo na Bacia Jarauau. Fonte: GEDTAM e LABGEO

Conforme é mostrado na figura 1, o uso predominante na bacia está voltado para criação de gado de corte especializado em pastagem. O modo como apropriação da natureza amazônica a partir da década de setenta se

dá segundo Gonçalves (2001) por disputas, com uma valorização seletiva de um ou outro elemento isolado da natureza:

O minerador está interessado no subsolo, pouco se importando com o solo, com o rio ou com a floresta que, para ele, são obstáculos; o pecuarista vê a floresta como mato a ser derrubado para se transformar em pasto; o madeireiro, com a abertura das estradas, pode explorar além das cercanias dos rios, ao ter acesso à terra firme e, com o combustível para a sua serra elétrica e a energia, que se torna disponível para a instalação de serrarias... (GONÇALVES, p. 104, 2001)

Essa supressão da vegetação para a exploração madeireira, bem como para a formação de áreas de plantio e pastagens, expõe o solo a variadas intempéries, como o pisoteio do gado, a compactação do horizonte de texturas argilosas, a fragmentação de texturas arenosas, e a lixiviação. Portanto, o solo não absorve facilmente a água da chuva, e o primeiro impacto erosivo é propiciado pela ação mecânica das gotas de chuva, promove o arrancamento e deslocamento das partículas terrosas (CHRISTOFOLETTI, 1980), facilitando a formação de sulcos erosivos, ravinas e finalmente as voçorocas, sendo nesta última onde ocorrem os maiores desmoronamentos de terra, que em grande parte soterram as nascentes e assoreiam canais fluviais, como no caso da bacia Jarauau que apresenta-se extremamente antropizada, e é economicamente utilizada para atividades ligadas a pecuária ostensiva, acrescido da intensa exploração pedológica, geomorfológica e vegetacional o que tornar a área suscetível ao desequilíbrio da paisagem. As voçorocas presentes na bacia estão localizadas em áreas com declividade forte ondulada, estando todas em áreas de pastagem e em encostas com canal fluvial perene. A relação e a interdependência entre os componentes da paisagem, demonstram a desestabilidade por meio da gênese e desenvolvimento das voçorocas.

## **Considerações finais**

Esse processo de exploração paisagística na Amazônia é um processo recorrente na região da transamazônica. A região desde suas primeiras colonizações estava voltada para a exploração dos recursos naturais, como a madeira, e a expansão da fronteira agrícola e pecuária. São explorações como essas que se manifestam na paisagem e prejudicam o solo. O surgimento de voçorocas dentro da bacia do Jarauau decorre por diversos fatores naturais e antrópicos, relacionados a desestabilização do geossistema manifestado na paisagem. As voçorocas evidenciam o mal-uso do solo, causados por processos erosivos de grande escala e ligados a morfologia do terreno, o que contribui para o soterramento de nascentes, prejudicando o curso fluvial e a bacia como um todo.

## **Referências**

- AB'SABER, A. Domínios de natureza no Brasil: potenciais paisagísticos. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- BERTALANFFY, L.V. Teoria Geral dos Sistemas: Fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Edgard Blücher, 2ª edição, 1980.
- GONÇALVES, C. W. P. Amazônia, Amazônias. São Paulo: Contexto, 2001.
- HERRERA, J., A.; MOREIRA, R. P.; BEZERRA, T. S. L. A Amazônia: expansão do capital e apropriação dos recursos naturais. G&DR, v. 12, n. 2, p. 208-227, mai-ago/2016.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.
- TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

## Capítulo 4.4.2

### **Hidrodinâmica de formação de ilhas e planícies de inundação na represa da Usina Estreito, Filadélfia (TO)**

*Carlos Augusto Machado*<sup>1</sup>

*Daniel Araújo Ramos dos Santos*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

As usinas hidrelétricas são o modelo dominante na produção de energia elétrica no Brasil, resultante de decisões políticas e em detrimento de outras matrizes energéticas mais eficazes e de menor custo. Neste estudo foram analisados os fatores e processos da formação de novas ilhas e planícies de inundação atuantes na represa da Usina Estreito situada no rio Tocantins, no município de Filadélfia. A metodologia consistiu na revisão de trabalhos técnicos de hidrogeomorfologia, na análise temporal das imagens de satélite e trabalhos de campo. A avaliação das informações permite inferir que o rio ainda ocupa o antigo canal com maior fluxo de água. As antigas formações fluviais reestruturaram-se com a nova dinâmica hidrogeomorfológica, apresentando novas configurações de planícies de inundação, ilhas, barras de sedimentação residual e espaços alagados que atualmente abrigam animais, peixes e plantas.

**Palavras-chave:** Usinas hidrelétricas; Hidrogeomorfologia; Planícies de inundação

#### **Abstract**

Hydroelectric plants are the dominant mode of electric energy production in Brazil, resulting of political decisions that detriment modes of energy generation that are more effective and have lower costs. In this study we analyzed the factors and processes of new island and floodplains formed by the Estreito hydroelectric dam situated on Tocantins river in Filadélfia county. We reviewed technical documents on hydrogeomorphology, performed longitudinal analyses on satellite imagery and conducted fieldwork. The construction of the dam resulted in new hydrogeomorphologic dynamics, presenting new

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins (UFT); Curso de Geografia; delagnesne@mail.uft.edu.br; daniel.a.saints@hotmail.com

configurations of floodplains, islands, residual sediment bars and flooded spaces that currently shelter animal, fishes and plants.

**Keywords:** Hydroelectric plants; Hydrogeomorphology; Floodplains

## Introdução

A necessidade de ampliação da capacidade de produção de energia elétrica no Brasil nas últimas décadas tem se tornado um problema devido a concentração do setor em uma única matriz como as das usinas hidrelétricas em função de decisões políticas favorecendo grandes empreiteiras.

A construção de usinas hidrelétricas pauta-se em modelos atrasados baseados em lagos gigantescos, capacidade de produção ampliada não totalmente utilizada, locais inadequados, não uso de sistemas de menor impacto como de represamento de fio de água e turbinas bulbo, além de pouca preocupação com os impactos ambientais, sociais e econômicos.

A análise da dinâmica hidrogeomorfológica dos rios represados é destacada em trabalhos clássicos como o de Suguio (2003), Suguio e Bigarella (1990), Christofolletti (1981), de monitoramento erosão, transporte e deposição de sedimentos como de Cunha (2001), de estudos técnicos de órgão governamentais como da Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2006).

Conforme Cunha (2001), os barramentos podem apresentar impactos como mudanças no perfil de equilíbrio do rio e de seus afluentes. Com a elevação do nível de base, o sistema fluvial a montante do empreendimento passa a ajustar-se pelas condições de menor gradiente hidráulico, que reflete diretamente na redução da competência de transporte e no acúmulo de carga de fundo. Esse tipo de mudança pode ainda apresentar a formação de ambientes lênticos nos exultórios dos tributários do canal afetado, com acúmulo de sedimentação e formação de áreas pantanosas e lacustres.

Neste trabalho avaliam-se os fatores e processos da nova dinâmica de formação de novas ilhas, planícies de inundação e barras de sedimentação em um trecho do rio Tocantins.

A área de estudo encontra-se entre as coordenadas de 07° 24' 38" e 07° 13' 51" de latitude Sul e 47° 24' 38" e 47° 26' 29" de longitude Oeste. Este quadrante envolve um trecho afetado pelo barramento da Usina Hidrelétrica de Estreito, que iniciou sua operação em 2010, tendo 35 km de comprimento e uma largura que varia de 0,9 a 3,4 km.

## Material e métodos

Para a caracterização da área em estudo utilizou-se dados bibliográficos, mapas e bases vetoriais geológicos, geomorfológicos, pedológicos e climatológicos, disponibilizados pela Secretaria de Planejamento do Tocantins (TOCANTINS, 2004) na escala de 1:250.000; mapa geológico da folha Teresina (SB.23) disponível por CPRM (2004), na escala de 1:1.000.000 e o estudo de Tocantins (2004).

Foram coletadas imagens orbitais multitemporais com média resolução espacial (10 metros) para auxiliar a identificação e o mapeamento das feições hidrogeomorfológicas. Foram utilizadas imagens do satélite Alos, sensor AVNIR 2 de 6 de agosto de 2010 e 24 de setembro 2010, acessíveis gratuitamente no sítio online do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Modelo Digital do Terreno (MDE) gerado a partir de dados do ALOS pelo sensor PALSAR, com resolução espacial de 12 metros, coletados no site da *Alaska Satellite Facility* (ASF); imagens do SENTINEL 2B, sensor MSI (*multi-spectral instrument*) de 5 setembro de 2017, adquiridas gratuitamente portal eletrônico LANDVIEW, controlado pela *European Space Agency* (ESA). Para identificação de feições com maior grau de detalhamento, utilizou-se de imagens do satélite SPOT de 2009 e 2018, que estão disponíveis no programa Google Earth®.

Os dados raster foram processados no programa gratuito SNAP 5.0 (disponibilizado pelo ESA), com o ajuste radiométrico das imagens de 16

para 8 bits e a calibração de histograma. Os dados raster ajustados foram armazenados no programa de Geoprocessamento SPRING, 5.1.8, aonde foram feitos ajustes, composições de bandas, delimitação vetorial e recortes da área de estudo.

Nos trabalhos de campo analisaram-se os aspectos geológicos e geomorfológicos da área de estudo aliado com a caracterização dos processos de formação de ilhas, locais com maior incidência de sedimentação e, também, o detalhamento de informações obtidas pela análise das imagens de satélite.

## **Resultados e discussão**

As observações das imagens ALOS e cartas geológicas indicam uma grande ilha de sedimentação no centro do canal, denominada de ilha do Boto, com gênese relacionada a processos fluviais. Essa feição típica do rio Tocantins apresenta um padrão tridimensional com extensão longitudinal de 4,6 km e latitudinal de 1,9 km, com topografia de 148 metros e uma parte frontal estabilizada em virtude da vegetação. Nas imagens de satélite selecionadas e em destaque na Figura 1C. Na imagem (Fig. 1C) foi possível identificar ainda paleocanais no centro desta ilha. A disposição de orientação e aspectos úmidos indicam que se tratavam dois conjuntos rebaixados no contexto da ilha, orientados no eixo SE-NW, preenchidos rapidamente pela carga de fundo do rio e abandonados pela bifurcação lateral do canal.

As observações do MDE e as imagens da área de estudo permitem apontar que ocorreu pouca ocupação lateral das áreas adjacentes ao canal na porção sul pelo enchimento da UHE, onde o canal está encaixado nas rochas sedimentares do grupo Balsas com forte desnível da planície de inundação (CPRM, 2004) (Fig. 1). Na parte superior do canal sinuoso nota-se que a cota de enchimento do reservatório ocupou parte das planícies fluviais que eram formadas por áreas rebaixadas na planície de inundação

(paleocanais) que acumulavam água no período de cheia e gerou áreas residuais ocupadas por uma densa vegetação.

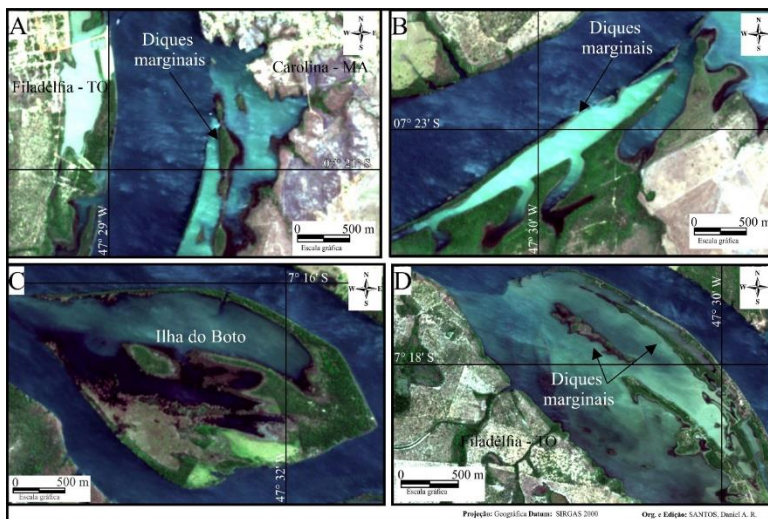


Figura 1. Composições em R(4) G(3) B(2) de imagens do satélite Sentinel 2 (05/09/2017) de trechos do rio Tocantins, indicando a formação de ilhas e sedimentação de planícies de sedimentação.

As porções não ocupadas pelas águas do reservatório correspondiam os diques marginais, vide Figura 1A 1B e 1C que margeavam o antigo leito do rio Tocantins, que agora corresponde a barras residuais, delimitando todo o antigo leito do rio. A composição colorida de bandas da faixa do visível (2B;3G;4R) permitiu identificar zonas com maior profundidade (tons em azul escuro) que marcam o talvegue do antigo canal, que e apresentam trechos com maiores velocidades de deslocamento do fluxo de água.

Nas imagens de satélite, as cores onde predominam tons azuis marinhos o leito apresenta menor profundidade e menor intensidade dos fluxos hídricos. Os exultórios de boa parte dos canais que existiam no baixo curso dos tributários foram submersos. Nota-se que resquícios dos antigos diques do rio Tocantins permanecem delimitando uma zona de contato do antigo canal do rio Tocantins, aonde a conexão dos rios com o reservatório ocorre por trechos estreitos e baixa movimentação fluvial.



As novas barras de sedimentação derivadas dos diques marginais próximas a cidade de Filadélfia, vide Figura 1D, possuem formas alongadas em arco no sentido SE-NW com extensão superior à 7 Km, apresentando cotas altimétricas situando-se entre 158 e 160 metros de altitude intercaladas por canais com profundidade máxima de 4 à 9 metros de acordo com os dados topográficos.

Nos ambientes de baixa energia, observou-se em campo que ocorre uma grande proliferação de algas verdes resultantes da decomposição da antiga vegetação e macrófitas características de intensa eutrofização, vide Figura 1D. A vegetação existente nas novas planícies de sedimentação e ilhas fluviais alterna-se com manchas de mata ciliar e áreas de antigas pastagens degradadas.

As observações dos dados de imagens de satélite do período de 2013 - 2016 permitem inferir que existe uma tendência de estabilização de planície de inundação próxima a cidade de Filadélfia, pois o rio Tocantins não conseguiu romper os antigos diques marginais que se desenvolveram sobre as coberturas detrítico-lateríticas.

Na margem esquerda do rio Tocantins os diques também isolaram as drenagens existentes que se conectavam diretamente ao rio Tocantins, estas drenagens provenientes das topografias mais elevadas de oeste, assentadas na Formação Sambaíba, e os solos do tipo Latossolo amarelo e Neossolo quartzarênico (TOCANTINS, 2004), são desprovidos de vegetação e fornecerão uma grande carga de sedimentos a serem depositados e estabilizados na nova planície.

Com o surgimento de novas ilhas fluviais, dunas subaquáticas, planícies de inundação e o trabalho de erosão das margens, deve-se ser ressaltado que o rio Tocantins teve um aumento da carga de sedimentos em função dos desmatamentos e de abertura de novas áreas agrícolas, fato este que foi detectado na análise temporal das imagens de satélite, principalmente entre a década de 2010-2020, potencializando a sedimentação destas áreas nos próximos anos.

## Considerações finais

A avaliação das feições hidrogeomorfológicas neste trabalho possui caráter preliminar, pois necessita posteriormente da análise de carga sedimentar depositada nas feições fluviais, fundamentadas apenas em aspectos observados em alguns trabalhos de campo na região e análise de produtos de imagens de satélite.

O surgimento de uma grande planície de inundação e um mosaico de novas ilhas nas cotas altimétricas mais elevadas da área ao norte da cidade de Filadélfia, que pode ser visualizada nas Figuras 1C e 1D, as quais podem se tornar novos espaços para a adaptação de espécies de plantas, animais e aves, em específico na área logo após a cidade de Filadélfia, devido à baixa declividade do relevo formou-se uma região de intensa sedimentação e eutrofização. Conforme Suguio e Bigarella (1990) a estabilização dos sedimentos nas planícies dependerá do tipo de material, carga de efluentes domésticos (proximidade com sítios urbanos), tipos de leito, velocidade do transporte da carga e o tipo de vegetação que se adaptará a este novo ambiente. Como exemplo, destacam-se alguns tipos de plantas exóticas que adaptaram aos rios e represas da região como a Taboa (*Tabebuia spp*) e Braquiária d'água (*Brachiaria humidicola cv. Llanero*) que proliferam rapidamente, diminuem a água existente e fixam os sedimentos ricos em material orgânico.

## Referências

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica Atlas da energia elétrica do Brasil. Brasília: ANEEL, 2005. 243 p.

ANA – Agência Nacional de Águas Bacia do Tocantins. Disponível em: <<http://.ana.gov.br/Bacias/Tocantins/caracgeral/osrecursos/>>. Acesso em 18 set. 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Edgar Blucher Ltda, 1981. 313 p.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Teresina: folha SB. 23. Brasília: CPRM, 2004. Escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil.

CUNHA, S. B. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 211-252.

SUGUIO K.; BIGARELLA, J. J. Ambientes fluviais. 2. ed. Curitiba: UFPR, 1990.

SUGUIO, K. Geologia Sedimentar. São Paulo: Blücher, 2003.

TOCANTINS (ESTADO) Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. Projeto de Gestão Ambiental Integrada da Região do Bico do Papagaio. Zoneamento Ecológico-Econômico. Análise Ambiental e Socioeconômica: Norte do Estado do Tocantins. Palmas: 2004.

## Capítulo 4.4.3

### Influência da construção de reservatórios no uso e ocupação do solo

*Fernanda Brito de Abreu*<sup>1</sup>

*Juliane Nancy Lima Porto*<sup>1</sup>

*Vanessa Ribeiro de Sousa Santos*<sup>1</sup>

*Fabian Serejo Santana*<sup>1</sup>

*José Lamadrid Marón*<sup>1</sup>

*Elisandra Scapin*<sup>1</sup>

*Aparecido Osdimir Bertolin*<sup>1</sup>

#### Resumo

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de recursos hídricos. A construção de uma hidrelétrica suscita, entre outras, duas questões básicas: quanta energia vai ser gerada e quanto representará em termos de crescimento econômico para a região. Sabe-se, porém, que o processo de represamento de um rio produz efeitos muitas vezes irreversíveis a todo ecossistema, além da necessidade de reordenamento do uso e ocupação do solo das regiões diretamente afetadas. Dessa forma, percebeu-se a importância de avaliar como a construção de um reservatório de água promove transformações no ambiente. Objetivou-se, analisar a influência da formação do reservatório de água nas transformações do uso e ocupação do solo. Escolheu-se o Luzimangues, distrito do município de Porto Nacional como estudo de caso representativo das transformações ocorridas a partir da influência do reservatório da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE-LEM). Foram gerados quatro mapas dentro de um recorte temporal nos anos 2001, 2004, 2010 e 2017, compreendendo o período que antecede e sucede o enchimento do reservatório, início de 2001, até os dias atuais. Concluiu-se que o Distrito experimenta um crescimento territorial

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente. E-mails: farquiteta@gmail.com; jnlp@mail.uft.edu.br; vanessarss@mail.uft.edu.br; fabianserejo@gmail.com; lamadrid@uft.edu.br; scapin@uft.edu.br; drbertolin@mail.uft.edu.br.

urbano, fomentado, dentre outros fatores, pela especulação imobiliária, e enfrenta problemas como o surgimento de vazios urbanos.

**Palavras-chave:** Hidrelétrica; Reservatório; Expansão urbana; Vazio urbano

### **Abstract**

Brazil is one of the countries with the greatest availability of water resources. The construction of a hydroelectric plant raises two basic questions: how much energy will be generated and how much economic growth will this represent for the region. However, damming a river produces often irreversible effects across the entire ecosystem and also changes land use and occupation in directly affected regions. Therefore, it is important to assess how construction of a water reservoir promotes changes in the environment. The objective of this study was to analyze how the formation of a water reservoir influenced transformations in land use and occupation. We chose the Luzimangues district of the Porto Nacional municipality as a representative case study of the transformations that took place under the influence of the Luís Eduardo Magalhães Hydroelectric Plant reservoir (UHE-LEM). Four maps were generated for years 2001, 2004, 2010 and 2017, comprising the period before and after filling the reservoir, beginning in 2001, until the present. We concluded that the district is experiencing urban territorial growth, fueled by real estate speculation, among other factors and facing problems such as the emergence of urban voids.

**Keywords:** Hydroelectric power; Reservoirs; Urban Expansion; Urban voids

### **Introdução**

A Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia é a segunda maior região brasileira em termos de disponibilidade hídrica (BRASIL, 2006). Em potencial hidrelétrico instalado, a Região Tocantins/Araguaia conta com 11.573 MW (16% do país) com 5 grandes usinas em operação, todas no Rio Tocantins (BRASIL, 2009). Do total da potência hidráulica instalada no país, cerca de 10% está na região Hidrográfica Tocantins-Araguaia.

Sabe-se que o processo de represamento de um rio produz efeitos muitas vezes irreversíveis a todo ecossistema, tanto a montante quanto à jusante do rio. Esses efeitos são múltiplos, atingindo a fauna, a flora, o microclima da região e as populações humanas que vivem no entorno desse rio (JACOBI; GRANDISOLI, 2017). Inserido neste contexto, a Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães (UHE-LEM), considerando a atual

configuração do Sistema Interligado Nacional (SIN), é uma usina individualizada, a fio d'água, do Tipo I, com potência autorizada de 902,5 MW, cuja energia produzida destina-se a utilização sob o regime de Produção Independente.

Conforme dados do EIA/RIMA (THEMAG, 1996) a formação do reservatório da UHE-LEM inundaria 75.000 ha de áreas rurais, o que demonstra a necessidade de ampliar a avaliação sobre impactos decorrentes da construção de uma hidrelétrica, pois os efeitos do enchimento do reservatório se estendem muito além da produtividade de energia elétrica.

Essa perspectiva da água do reservatório como agente transformador do ambiente e sua capacidade de reordenar o uso e ocupação do solo, bem como estabelecer novos espaços urbanos é confirmada por Pinto (2012), o qual verificou que após o enchimento do reservatório da UHE-LEM e a construção da Ponte Fernando Henrique Cardoso, ligando os municípios de Palmas-TO a Porto Nacional-TO, e daí interligando com o município de Paraíso do Tocantins e com a BR-153, surge um crescente interesse dos proprietários de terras e do mercado imobiliário em novos loteamentos na região chamada de Luzimangues, distrito do município de Porto Nacional.

Neste sentido, percebeu-se a importância de avaliar como os efeitos da formação de um reservatório de água, que se estende muito além da produção de energia elétrica, promove transformações que interferem em todo o ambiente, mudando paisagens, criando novos cenários, desfazendo e refazendo relações bióticas e abióticas, desestruturando e criando novas estruturas humanas. Sendo assim, objetivou-se analisar as alterações no uso e ocupação do solo em Luzimangues, distrito de município de Porto Nacional decorrentes da formação do reservatório de água para produção de energia elétrica.

## Material e métodos

Escolheu-se o distrito do município de Porto Nacional, Luzimangues, como estudo de caso representativo das transformações ocorridas a partir da influência do reservatório de água da UHE-LEM. Este distrito está localizado a 70 km da sede do município de Porto Nacional-TO, com uma população estimada em 2.310 habitantes (IBGE, 2010).

Para entender a dinâmica do uso e ocupação solo foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto sendo gerados quatro mapas a partir de análises feitas dentro de um recorte temporal nos anos 2001, 2004, 2010 e 2017, compreendendo o período que antecede e sucede o enchimento do reservatório, até os dias atuais.

Os mapas foram produzidos a partir de imagens georreferenciadas, usando como base a área censitária estabelecida pelo IBGE (95.061 ha, 9643), na escala 1:250.000 em formato digital. Os dados foram processados no software QGIS 2.18, bandas 3, 4 e 5 e tratadas no software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Faz-se necessário pontuar que as áreas de cerrado e áreas agrícolas possuem resposta espectral semelhantes, que podem ser acentuadas devido ao período do ano em que as imagens foram capturadas.

## Resultados e discussão

Analisando-se os mapas de 2001 (Fig. 1A) e 2004 (Fig. 1B), percebeu-se a predominância de área agrícola em 2001, representando 69,77% da área total do Distrito, que aparentemente foi substituída por vegetação em 2004, mostrando uma redução de mais de 23% de área agrícola. Vale salientar que a imagem de 2001 foi capturada no mês de setembro, após um longo período de estiagem característico do clima da região – este é um período em que o cerrado, bioma predominante no distrito, sofre alterações na sua composição, o que pode influenciar na resposta espectral

esperada para vegetação. Isso é reforçado por Mesquita Júnior (1998), que ressalta a importância de se considerar as variações climáticas ao analisar a cobertura vegetal de uma determinada região.

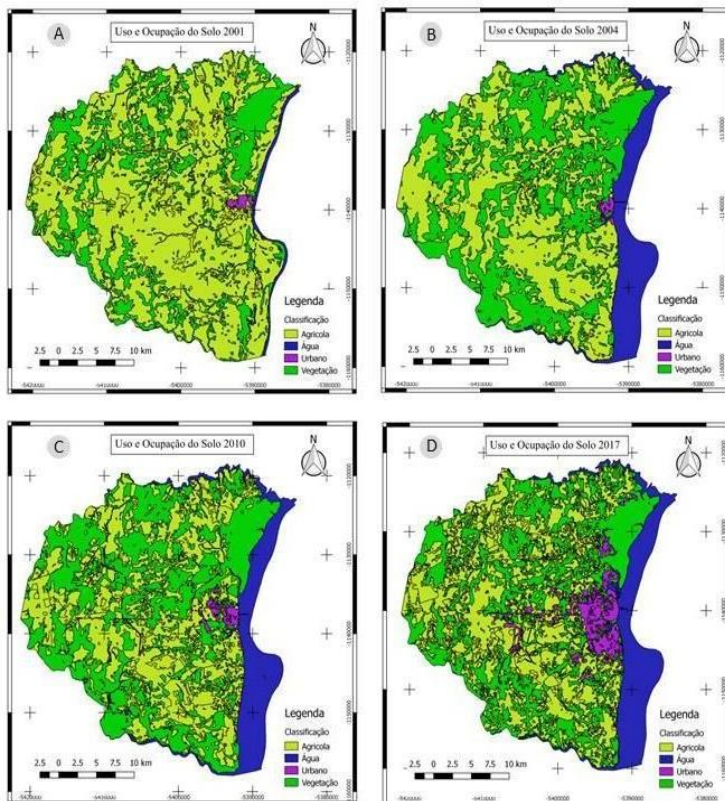


Figura 1. Mapa de uso e ocupação do solo do distrito de Luzimangues, Porto Nacional - TO, nos anos de: A) 2001; B) 2004; C) 2010; D) 2017. Mapa elaborado por Denilson Kulman (2017).

Ainda, é possível que as gramíneas do cerrado *stricto sensu* possuam resposta espectral semelhante às áreas de pasto, que neste trabalho foram incluídas como agricultura. Na área analisada, foi registrada a predominância da presença da gramínea *Brachyaria*, com áreas verdes no entorno da região, características do cerrado *stricto sensu* e campo sujo (MOREIRA, 2017).



No que tange à expansão urbana, percebeu-se um crescimento urbano inicialmente incipiente entre os anos de 2001 e 2004, assumindo proporções acentuadas após esse período, observado nos mapas dos anos de 2010 e 2017, ilustrado na figura 1.

Percebeu-se que parte da área urbana do Distrito, que é evidenciada no mapa do ano de 2001 (Fig. 1A), foi alagada, dando a impressão de uma diminuição da área urbana. Porém, notou-se que a área urbana em 2004 era maior (Fig. 1B), compreendendo 0,47% do Distrito, enquanto que no ano de 2001, a área urbana ocupava 0,41%. Apesar do alagamento de parte da área urbana, provocado pelo enchimento do reservatório de água, é provável que loteamentos tenham sido inaugurados, com a expectativa de aumento das vendas, diante das transformações naturais que ocorreriam no distrito após o enchimento do reservatório, evidenciando o início da expansão urbana nesse local.

Após esse período, no ano de 2010 (Fig. 1C) observou-se uma operacionalização mais intensa da expansão urbana através de um crescimento territorial urbano. Assim, foi destacado o aumento da urbanização, a partir de novos loteamentos que foram surgindo, no intuito de suprir a procura por lotes “próximos do lago” ou “com custo mais acessível”. É possível que esses itens, associados ao fator “proximidade com a capital”, tenham tornado Luzimangues uma área de grande interesse para muitos empreendedores.

Percebeu-se que no ano de 2017 (Fig. 1D) houve uma demarcação de área urbana mais expressiva, compreendendo 6,39% da área total do Distrito, ilustrada por uma área central preenchida predominantemente por lotes urbanos, em torno da principal via de circulação, a TO-080, expandindo-se para o interior do local. Foi possível observar que grande parte da área do Distrito ainda permanece com muita vegetação, porém mais desmatado quando comparado ao ano de 2010 (Fig. 1C).

Nesse contexto, uma problemática observada, possivelmente decorrente da especulação imobiliária que produziu loteamentos em grande quantidade, foi o surgimento de vazios urbanos. A somatória dos

terrenos vagos resulta na quantificação dos espaços vazios, sendo estes uma modalidade de uso do solo, quantificáveis e elementos comensuráveis da paisagem, identificando o vazio urbano como terreno, lote e gleba sem construção (BAZOLLI, 2009).

O destaque dado a este item não se restringe aos aspectos quantitativos apenas, pois sua amplitude e complexidade estão inseridas na dinâmica da produção e da reprodução dos espaços na cidade (BAZOLLI, 2009). Seguindo esse viés, Teixeira et al. (2013) verificaram que quadras menos habitadas e com maior quantidade de lotes desocupados, por efeito de especulação imobiliária, são vistas pelos moradores como áreas propícias para o descarte de materiais indesejados. Isso, por sua vez, favorece o acúmulo de água e de matéria orgânica em decomposição, levando à proliferação de doenças causadas por vetores, como a dengue e a leishmaniose visceral (calazar), ambas recorrentes na região (SILVA JR, 2005).

### **Considerações finais**

No que tange ao uso e ocupação do solo, o distrito de Luzimangues experimenta um crescimento territorial urbano a partir de uma operacionalização da expansão urbana, atingindo 6,39% da sua área total em 2017. Essa expansão foi fomentada, dentre outros fatores, pela especulação imobiliária, o que ocasionou, por outro lado, problemáticas como o surgimento de vazios urbanos. Arelados a estes estão os maus hábitos da população quanto ao descarte de materiais indesejados e a omissão do poder público na fiscalização da manutenção e a limpeza de terrenos desocupados, pondo em risco o meio ambiente e a qualidade de vida da população ali inserida.

### **Referências**

BAZOLLI, J. A. Os efeitos dos vazios urbanos no custo de urbanização da cidade de Palmas. *Estudos Geográficos*, v. 7, n.1, p. 103-23, 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da bacia do Tocantins/Araguaia, 2006. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/161/publicacao/161\\_publicacao02032011035943.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/publicacao/161_publicacao02032011035943.pdf)> Acesso em: 15 nov. 2017.

COMPANHIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DO TOCANTINS - CELTINS. Usina Hidrelétrica Lajeado - Estudo de Impacto Ambiental - EIA: Caracterização do empreendimento. v.1. 1996.

IBGE. Censo Demográfico. 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3497#resultado>> Acesso em 25 nov. 2017.

JACOBI, P. R; GRANDISOLI, E. Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções. São Paulo: IEE-USP e Reconnecta, 2017.

MESQUITA JÚNIOR, H.N. Análise temporal com sensor orbital de unidades fisionômicas de cerrado na Gleba Pé-de-Gigante (Parque Estadual de Vassununga – SP). 118f. 1998. Dissertação (Mestrado em Ecologia dos Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) - Depto. de Ecologia Geral do Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

MOREIRA, R. S. Análise temporal do uso e cobertura da terra e diversidade de aves como subsídios para a conservação da biodiversidade na Área de Proteção Ambiental do Lago de Palmas, Tocantins. 2017.155f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos) - Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional. 2017.

PINTO, L. M. C. Luzimangues: processos sociais e política urbana na gênese de uma “nova cidade”. 2012. 188f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2012. Porto Nacional.

SILVA JR, J. M. Reassentamentos rurais da Usina Hidrelétrica Luís Eduardo Magalhães – Tocantins: a efetividade do programa de remanejamento populacional quanto à sua sustentabilidade socioambiental. 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Meio Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas. 2005.

TEIXEIRA, M. P. Vazios urbanos no contexto do ambiente promotor de saúde com foco no planejamento por microbacias hidrográficas para cidades brasileiras: proposta de roteiro de análise e classificação. 2013. 779f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil - Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas. 2013.

THEMAG. Usina Hidrelétrica de Lajeado. Rima - Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente. Celtins.1996, 167p.

## Capítulo 4.4.4

# Uso de técnicas de geoprocessamento na caracterização ambiental da Bacia Hidrográfica Córrego Água Franca, Gurupi, TO

*Jacinto Pereira Santos<sup>1</sup>*

*Guibson Souto da Silva<sup>1</sup>*

*Lucas Alencar Maranhão<sup>1</sup>*

### **Resumo**

Para o planejamento e desenvolvimento de planos de uso e manejo na bacia hidrográfica, o conhecimento de suas características morfométricas é essencial para a compreensão dos processos neste meio. O presente estudo teve por objetivo realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Água Franca no município de Gurupi, TO. Para isso foram utilizadas imagens do satélite Sentinel 2 e MDE ALOS PALSAR, para cálculo dos parâmetros morfométricos e para o estudo do comportamento hidrológico da bacia. A área de drenagem encontrada foi de 47,37 km<sup>2</sup> e o perímetro 60,73 km. A bacia hidrográfica do córrego Água Franca apresenta perfil alongado, coeficiente de compacidade de 2,47, fator de forma de 0,25 e índice de circularidade de 0,16, indicando que a precipitação pluviométrica sobre ela se concentra em diferentes pontos. A densidade de drenagem obtida foi de 0,73 km<sup>2</sup>. A altitude média encontrada foi de 282 m e o relevo do terreno foi classificado como plano (2,07%). A análise dos dados morfométricos mostrou que a bacia hidrográfica do córrego Água Franca é pouco susceptível a picos de enchentes.

**Palavras-chave:** ALOS PALSAR; Morfometria; Uso e ocupação do solo

### **Abstract**

Knowledge of morphometric characteristics of river basins is essential for understanding environmental processes and for developing use and management plans for the basin. In

---

<sup>1</sup> Fundação Universidade Federal do Tocantins; Campus de Gurupi; Curso Agronomia; santosjp@uft.edu.br; guibson.souto@gmail.com; lucas.alencar.maranhao@gmail.com

this study, we characterize the morphometry of the Água Franca stream water catchment area in the municipality of Gurupi, TO. We used Sentinel 2 satellite and MDE ALOS PALSAR imagery to calculate the morphometric parameters to study of the hydrological behavior of the basin. The drainage area was 47.37 km<sup>2</sup> with a perimeter of 60.73 km. The Água Franca stream water catchment area has an elongated profile, a compactness coefficient of 2.47, a shape factor of 0.25, and a circularity index of 0.16, indicating that rainfall in the area concentrated at different points. The drainage density was 0.73 km<sup>2</sup>. Mean altitude was 282 m and the terrain relief was planar (2.07%). Morphometric data analysis showed that the water catchment area of the Água Franca Stream is not very susceptible to flood peaks.

**Keywords:** ALOS PALSAR; Morphometry; Land use and occupation

## Introdução

No Brasil, a Lei Federal nº 9.433/97 estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Estas unidades facilitam a aplicação dos instrumentos da PNRH, por exemplo: enquadramento dos corpos d'água, outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos.

A análise morfométrica é uma importante metodologia para assinalar e identificar a dinâmica de um sistema fluvial, sendo utilizada principalmente para a elaboração de planejamentos ambientais.

Os parâmetros utilizados na análise morfométrica de bacias hidrográficas podem ser estimados, a partir de um MDE (Modelo Digital de Elevação), através de técnicas de sensoriamento remoto e SIG – Sistemas de Informações Geográficas (MOORE et al., 1991). A análise morfométrica e a delimitação da bacia podem ser executadas através do uso dos SIG's, que na concepção de Johnson (2009) oferece um leque de funções que auxiliam na análise, com uso de características espaciais. A importância de estudos relacionados à análise morfométrica e a delimitação de bacias hidrográficas motivou a realização desse estudo, cujo objetivo é caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Água Franca no município de Gurupi, TO.

## Material e métodos

A área de estudo deste trabalho compreende a bacia hidrográfica do córrego Água Franca, situada no município de Gurupi, TO, a 220 km Palmas, capital do Estado do Tocantins, conforme pode-se observar na figura 1. Grande parte da área da bacia está localizada na área urbana do município e, está inserida na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, afluente direto do Rio Tocantins.

Para delimitação e obtenção das características físicas da bacia hidrográfica do córrego Água Franca, utilizou-se o modelo digital de elevação MDE ALOS/PALSAR, cena ALPSRP271026940 adquiridas em 25/02/2011 e Imagens do satélite Sentinell2 cena T22LGN\_A004297 de 25/09/2017 para estudo do uso e ocupação da área da bacia.

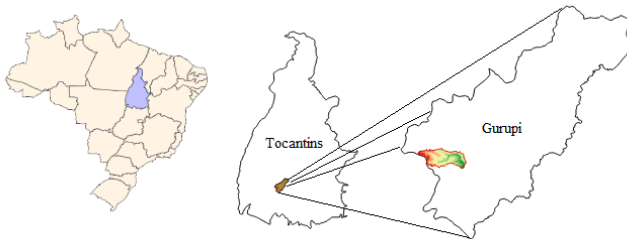


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do córrego Água Franca no município de Gurupi, Tocantins.

O mapa de elevação do terreno contém informações para o cálculo da declividade entre células adjacentes, e esta determinará o percurso da água e qual a área drenada por cada rio. O mapa de elevação do terreno é um produto a partir dos modelos digitais de elevação – MDE, que são representações matriciais do terreno, contendo cotas altimétricas para cada elemento de área (LIMA, 2011). Para delimitação e caracterização da bacia hidrográfica do córrego Água Franca, utilizou-se os seguintes softwares: SPRING 5.5.1 Qgis 3.01, e GRASS GIS 7.0.4.

## Mapa de uso e ocupação da bacia

Para confecção do mapa de uso e ocupação da bacia os materiais e software utilizados foram: imagem digital satélite Sentinell2 de 25/09/2017 (Fig. 2), e software SPRING versão 5.5.1 produzido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A metodologia empregada dividiu-se em pré-processamento dos dados orbitais (fusão de bandas, contraste). Após essa etapa, deu-se início a classificação digital não supervisionada, com a definição dos valores de similaridade (100) e de área limite (25), visando-se obter os melhores resultados no processo de segmentação das imagens utilizadas (bandas 3, 4 e 8). Concluído o processo de segmentação, deu-se início a etapa de classificação, através da definição do melhor classificador (Isoseg), este implementado no SPRING v.5.5.1. Após realizado a classificação, foi realizado o mapeamento dos diversos temas obtidos na classificação digital, originando o mapa temático das diferentes classes de uso e ocupação da bacia, como pode-se observar na Figura 3.

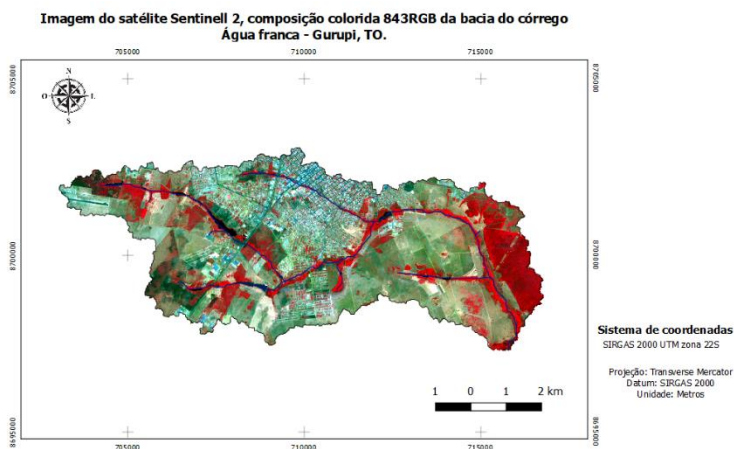


Figura 2. Bacia hidrográfica do córrego Água Franca no município de Gurupi, TO, Composição colorida 843RGB do satélite Sentinell2 de 25 de setembro de 2017.



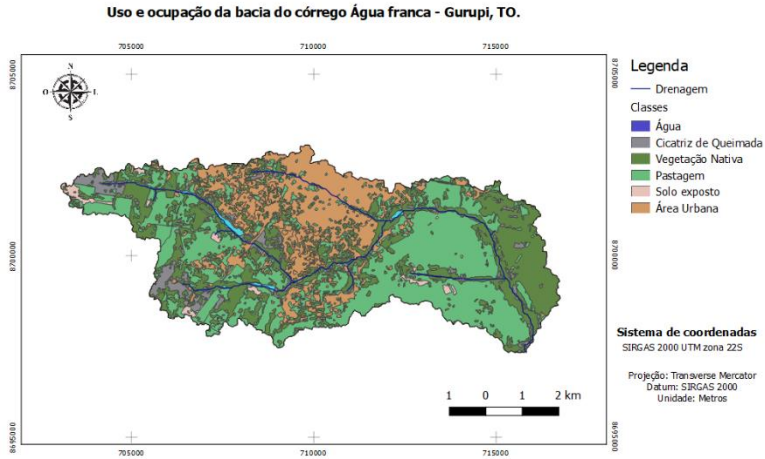


Figura 3. Mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do córrego Água Franca no município de Gurupi, TO.

Os valores encontrados para as diferentes classes de uso e ocupação dos solos da bacia hidrográfica são apresentados na Tabela 1. Nela pode-se observar que as classes pastagens, vegetação nativa e área urbana são predominantes na área da bacia, representando 40,31%, 29,90% e 22,56%, respectivamente. Deve-se reforçar que a porcentagem de área de ocupada por vegetação nativa está abaixo do valor 35% de exigido para a região da bacia, no código florestal brasileiro.

Tabela 1. Distribuição das classes de uso e ocupação dos solos na bacia hidrográfica do córrego Água Franca.

Classe de uso e ocupação	Área (ha)	Área (%)
Água	31,13	0,66
Cicatriz de Queimadas	253,50	5,34
Vegetação Nativa	1419,81	29,90
Pastagens	1914,30	40,31
Solos	58,74	1,24
Área urbana	1071,49	22,56
Total	4748,97	100,00

## Morfometria da Bacia Hidrográfica

Para caracterização morfométrica da bacia foi utilizado o software Grass, o módulo r.watershed desenvolvido por Ehlschlaeger (1991), visto que mesmo permite que sejam obtidas variáveis para análise da Bacia

Hidrográfica. Dessa forma, e tendo como dados de entrada o MDE ALOS-PALSAR 12,5 m, (input) neste módulo foram gerados diversos resultados como arquivos de saída (output). Neste trabalho serão apresentados: Altimetria; Bacias (basin) e Fluxo de Escoamento (stream) (Fig. 4). Os termos entre parênteses representam a terminologia utilizada no SIG GRASS para cada resultado obtido.

A partir dos dados obtidos no processamento do MDE ALOS-PALSAR no o módulo r.watershed pode-se iniciar a análise morfométrica da bacia hidrográfica (Tabela 2).

Tabela 2. Valores morfométricos da bacia hidrográfica do córrego Água Franca.

Características Físicas	Resultados
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	47,37
Perímetro (km)	60,73
Coefficiente de compacidade (Kc)	2,47
Fator de forma (Kf)	0,25
Índice de circularidade (Ic)	0,16
Altitude máxima (m)	330
Altitude média (m)	284
Altitude mínima (m)	242
Ordem da bacia	2 <sup>a</sup>
Declividade média da bacia (%)	2,07
Densidade de drenagem (km km-2)	0,73

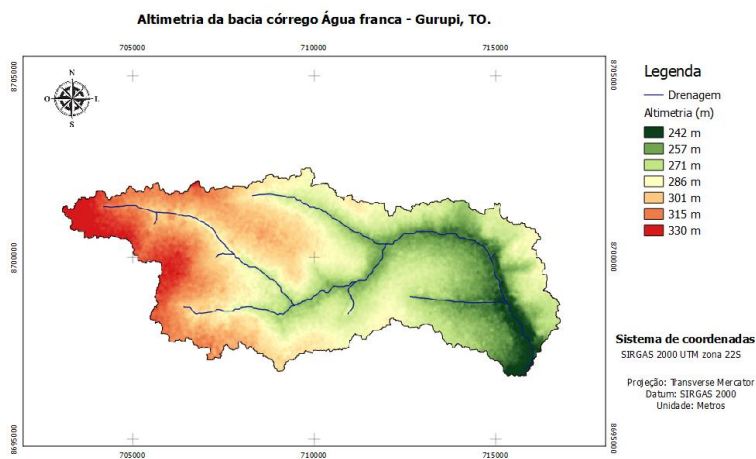


Figura 4. Carta Hipsométrica da Bacia hidrográficado córrego Água Franca no município de Gurupi, TO.

## **Considerações finais**

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Água Franca mostra que a essa possui forte controle estrutural da drenagem, isto pode ser observado através da análise do índice de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma, que a descrevem como uma bacia de forma mais alongada.

Os resultados obtidos demonstram a praticidade e eficiência do uso de técnicas de sensoriamento remoto e SIG para caracterização morfométrica de bacias hidrográficas.

## **Referências**

- JOHNSON, L. E. Geographic information systems in water resources engineering. Ed. Ilustrada. New York: IWA Pub. 2009. 298 p.
- MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrological Processes*, v. 5, p. 3-30, 1991.
- EHLSCHLAEGER, C. The GRASS/Mathematical: Developing hydrologic models in geographic information systems interfaced with computer algebra systems. USA: U.S. Army construction engineering research Lab, 1991.

**Parte 4.5**

**Mudanças climáticas**

**Climate change**



## Capítulo 4.5.1

### **Mudanças Climáticas: a percepção cidadã no município de Palmas -TO**

*Maria Antônia Valadares de Souza*<sup>1</sup>

*Juliane Farinelli Panontin*<sup>1</sup>

*Héber R. Gracio*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

A cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins foi umas das primeiras cidades brasileiras a implementar uma política de mudanças climáticas, com a finalidade de promover desenvolvimento urbano sustentável. O objetivo deste trabalho foi verificar a percepção cidadã no município de Palmas-TO em relação às mudanças climáticas. Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico, com enfoque nas respostas às perguntas relacionadas ao eixo temático de mudanças climáticas do relatório de resultados da Pesquisa de Opinião Pública, realizado no ano de 2017 na capital tocantinense, que relaciona as mudanças climáticas com a mudança no clima da cidade, a mudança sobre a vida da família, a frequência da ocorrência de eventos climáticos e capacidade de atendimento da população em caso de desastre natural. A pesquisa permitiu perceber que as mudanças climáticas, bem como suas consequências, são percebidas pela maioria das pessoas de Palmas e que estudos mais aprofundados devem ser realizados para monitorar o desenvolvimento da Política Pública instalada, bem como seus desdobramentos.

**Palavras-Chave:** Mudanças climáticas; Percepção cidadã; Cidades sustentáveis

#### **Abstract**

Palmas, the state capital of Tocantins, was one of the first Brazilian cities to implement a climate change policy to promote sustainable urban development. This study aimed to determine perceptions of Palmas citizens related to climate change. We carried out a bibliographical survey based on the answers provided to questions about climatic changes

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins; Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente UFT/PPG Ciamb; mariaantoniauft@gmail.com; panontin.juliane@mail.uft.edu.br; hgracio@uft.edu.br

in the Survey of Public Opinion, held in Palmas in 2017. This survey related climate change to changes in weather in the city, changes in the family life, the frequency of occurrence of climatic events and the capacity of attending to the population in a natural disaster. This study shows that most of the people noticed climate change and its consequences and that further studies must be carried out to monitor the development of this public policy and its results.

**Keywords:** Climate change; Citizen Perception; Sustainable Cities

## Introdução

A edição da Lei Municipal nº 1.182, de 13 de maio de 2003, fez com que a cidade de Palmas se torna-se um dos primeiros municípios brasileiros a instituir uma política de mudanças climáticas. Essa medida do poder legislativo municipal colocou a capital tocantinense na vanguarda da política ambiental nacional ao evidenciar uma preocupação mais comum em grandes centros urbanos de países desenvolvidos. O caráter inovador da medida é notório quando se considera que o Protocolo de Quioto, tratado internacional referente às mudanças climáticas, data de 1997 e que o governo brasileiro o ratificou em agosto de 2002, ou seja, menos de um ano após a adesão do Brasil ao tratado internacional, Palmas, a mais nova das capitais do país, já contava com a lei municipal tratando do tema.

A problemática da emissão de gás remonta ao início da Revolução Industrial, marco histórico que define um grande avanço tecnológico para as sociedades modernas ocidentais, mas também o momento onde os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente se tornaram ainda mais intensos em âmbito global. Desde então, intensos processos deflagrados pelas sociedades modernas vêm alterando os meios físicos e bióticos. Entre os fatores que catalisam essas mudanças estão o desmatamento, emissão de gases do efeito estufa, queima de combustíveis fósseis, uso inadvertido na terra na agricultura, entre outros (SOUZA et al., 2008), causando aumento no lançamento de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Várias pesquisas científicas estão em andamento e investigam como os seres vivos respondem a este aumento da concentração atmosférica de

CO<sub>2</sub>, bem como a elevação da temperatura no planeta Terra, prevista entre 1,8 e 5°C em algumas regiões do globo (IPCC, 2013). Paralelamente, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, órgão nacional que avalia informações científicas sobre os aspectos relevantes das mudanças climáticas no Brasil, ressalta que é esperado um aumento da temperatura de até 6°C na região amazônica, além da diminuição do volume de chuvas em 45% até o final do século XXI.

Para entender como a ação do homem é responsável pelo aumento de CO<sub>2</sub>, basta analisar a razão entre os isótopos de carbono, <sup>12</sup>C e <sup>13</sup>C. O CO<sub>2</sub> emitido por queimadas de combustíveis fósseis tem menor proporção de <sup>13</sup>C que o CO<sub>2</sub> presente naturalmente na atmosfera, logo, as queimadas emitem grande quantidade de CO<sub>2</sub> com menor proporção de <sup>13</sup>C. Este fato pode ser observado nas análises realizadas que apontam para um decréscimo cada vez maior de <sup>13</sup>C na atmosfera (NOBRE, REID, SOARES VEIGA, 2012).

Baseado nos fatos apresentados, a sustentabilidade urbana está na agenda das cidades e inclui entre as principais discussões a questão das mudanças climáticas e as atividades antrópicas a elas relacionadas. Embora várias oportunidades sejam criadas com o crescimento urbano e a concentração das atividades econômicas, estas mudanças relacionadas ao desenvolvimento urbano trazem vários desafios para a governança local, que vão desde a garantia de níveis adequados de qualidade de vida às políticas de proteção dos recursos naturais.

A cidade de Palmas, no Estado do Tocantins, participa do Programa Cidades Emergentes e Sustentáveis - CES do Banco Interamericano de Desenvolvimento-BID que conta com uma metodologia que abrange 23 temas e 120 indicadores, considerando 3 Dimensões de estudo: (i) desenvolvimento ambiental e mudanças do clima: incide sobre a gestão ambiental e o controle da poluição local (incluindo poluição da água e do ar, gestão de resíduos sólidos e prevenção de desastres naturais); mitigação das mudanças do clima (por meio da eficiência energética, redução de emissão de gases de efeito estufa, entre outras medidas) e



medidas de adaptação; (ii) desenvolvimento urbano: dedicada ao desenho da cidade e a capacidade de controlar seu formato, a desigualdade social e distribuição equilibrada de serviços públicos, a eficiência do transporte urbano, a competitividade econômica, e o nível de segurança pública e (iii) fiscal e governança: relacionada com a capacidade do governo local de priorizar e financiar os investimentos necessários, custeando os serviços adequadamente, com ampla cobertura e controle, tomando decisões de maneira transparente, planejada e eficaz. Este relatório é uma ferramenta importante para entender a compreensão de como a sociedade percebe os impactos negativos das mudanças climáticas, se torna imprescindível para a contribuição na elaboração de políticas públicas capazes de ampliar a percepção e a participação cidadã nas discussões sobre atividades locais que podem contribuir com impactos negativos globais.

Frente ao exposto, o objetivo desse trabalho é analisar a Política Pública do município de Palmas referente às mudanças climáticas e a percepção cidadã sobre o tema.

## **Material e métodos**

Este trabalho apresentou caráter exploratório com uma abordagem qualitativa a partir de levantamento bibliográfico sobre o tema, utilizando como base o relatório de resultados da Pesquisa de Opinião Pública (PROJETO REDE DE MONITORAMENTO CIDADÃO, 2017). Deste relatório, foram selecionadas 4 perguntas referentes a uma das dimensões representada pelo eixo temático de mudanças climáticas relacionados com i: mudança no clima da cidade; ii: mudança sobre a vida da família; iii: frequência da ocorrência de eventos climáticos e iv: capacidade de atendimento da população em caso de desastre natural. A partir das informações coletadas, foi analisado a percepção da sociedade em relação as mudanças climáticas. A metodologia adotada foi a amostragem aleatória simples com 1088 entrevistados, nos meses de outubro e novembro de 2017.

## Resultados e discussão

Conforme já exposto, Palmas sancionou uma das primeiras leis municipais no Brasil sobre mudanças climáticas – Lei n. 1.182 de 13 de maio de 2003, objetivando a implementação de atividades que contribuíssem com a redução da emissão de CO<sub>2</sub> : (i) - a conservação e o fomento de áreas verdes especiais; (ii) - a captação de recursos para a elaboração dos estudos necessários à criação de unidades de conservação, bem como sua implantação e manutenção; (iii) - o reflorestamento de áreas verdes degradadas; (iv) - a regulamentação a respeito do tema mudanças climáticas no âmbito municipal; (v) - a redução da pobreza e melhoria da qualidade de vida da população; (vi) - a geração de renda para a comunidade; (vii) - a prevenção e o combate às queimadas; (viii) - a promoção da pesquisa científica e a difusão tecnológica, mediante o aprofundamento de temas relacionados com as mudanças climáticas, suas causas, seus efeitos e formas de mitigar o seu impacto e (ix) - a absorção pela economia local dos benefícios provenientes dos Certificados de Emissões Reduzidas.

Não obstante a importância política e social da iniciativa, não existe um único documento municipal que mostre os avanços na institucionalização da citada lei. No entanto, pesquisas de opinião pública realizadas no âmbito do Programa Cidades Emergentes e Sustentáveis do BID, em 2017, que trazem os seguintes resultados em relação à percepção cidadã: a) quando questionados sobre a relação das mudanças climáticas globais e sua influência sobre o clima de seu município, 83,5% (oitenta e três, vírgula cinco por cento) dos entrevistados relataram que essa mudança afeta “Muito” ou “Bastante”. Apenas 11% (onze por cento) consideram que a mudança global afeta pouco e 2% (dois por cento) acreditam que as mudanças não afetam em nada o clima do município; b) 77% (setenta e sete por cento) dos entrevistados apresentam nível de percepção sobre a influência da mudança climática global sobre a vida da família; c) 64% (sessenta e quatro por cento) afirmam acreditar que os

eventos climáticos (inundações, ondas de calor e temporais) ocorrem com mais frequência do que antes, enquanto 27% (vinte e sete por cento) acreditam que a frequência dos eventos é mais ou menos a mesma de antes e para 6% (seis por cento) os eventos climáticos extremos atualmente ocorrem com menos frequência; d) 86% (oitenta e seis por cento) acreditam que os hospitais não têm condições adequadas para atender a população em uma situação de desastre natural; e) 84% (oitenta e quatro por cento) não acreditam na capacidade do Governo Estadual; f) 81% (oitenta e um por cento) não acreditam na sua própria capacidade ou de sua família e g) 80% (oitenta por cento) responderam que o poder público municipal não tem condições de apoiar a população em caso de desastre. Na questão sobre a confiança da população nas instituições bombeiros e exército, houve um relativo equilíbrio nas respostas. Os entrevistados consideram o exército 51% (cinquenta e um por cento) a instituição mais preparada entre todas as opções.

### **Considerações finais**

Com base nos dados analisados, a pesquisa permitiu perceber que as mudanças climáticas, bem como suas consequências, são percebidas pela população de Palmas. No entanto, não foi possível afirmar que o nível de preocupação constitui como resultado da Política Pública municipal sobre o tema. Outras pesquisas serão necessárias para o devido acompanhamento, tanto do desenvolvimento da Política Pública, bem como a resposta da sociedade à sua implementação, considerando que há falta de confiança por parte da população na sua própria capacidade e do poder público municipal e estadual em atender adequadamente a um desastre natural.

### **Referências**

BRASIL. PALMAS. Lei Municipal nº 1.182 (de 13 de maio de 2003). Política Municipal de Mudanças Climáticas. Palmas, 2003. 4 p.

NOBRE, C. A.; REID, J.; SOARES VEIGA, A. P. Fundamentos científicos das mudanças climáticas. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012. Disponível em: [http://www.inct.provisorio.ws/files/media/originals/fundamentos\\_\\_científicos\\_\\_mc\\_\\_web.pdf](http://www.inct.provisorio.ws/files/media/originals/fundamentos__científicos__mc__web.pdf) Acesso em 20 de abril de 2018.

PROJETO REDE DE MONITORAMENTO CIDADÃO (FSA/CAIXA/BID). Agência Executora Baobá Práticas Sustentáveis. Relatório Pesquisa de Opinião Pública. Palmas, 2017. Relatório Mimiografado.

SOUZA, P. J. O. P. et al. Impactos no albedo em consequência do avanço da fronteira agrícola na Amazônia. Revista Brasileira de Agrometeorologia, n. 16, p. 87-95, 2008. Disponível em: <http://www.sbagro.org.br/rbagro/ojs/index.php/rbagro/article/viewFile/90/33>. Acesso em 20 de abril de 2018



## **Parte 4.6**

### **Temáticas asociadas - Transversais**

#### **Cross-cutting themes**



## Capítulo 4.6.1

### Facilitação gráfica e povos indígenas afetados por barragens na Amazônia

*Renata Utsunomiya*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

A Facilitação Gráfica, ferramenta de Pensamento Visual, foi aplicada para a produção de painéis visuais durante o evento organizado pela Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/*Amazon Dams International Research Network* (RBA/ADN). As percepções de indígenas Apinajé, Kayabi, Juruna e Xerente sobre as consequências da implementação de hidrelétricas que os afetam foram retratadas durante a Oficina Xingu. O evento ocorreu como parte do projeto “Gestão Participativa da Biodiversidade em Terras Indígenas Afetadas por Barragens da Amazônia Brasileira” realizado via parceria entre a Universidade Federal do Tocantins e a Universidade da Flórida, com apoio da CAPES. As imagens dos painéis visuais foram organizadas no Pannel FOFA da Oficina Xingu, onde é possível observar diferentes percepções dos indígenas sobre impactos socioambientais e o processo de licenciamento ambiental das barragens Amazônicas. Assim, a Facilitação Gráfica apresenta-se como ferramenta de grande potencial para aplicação em espaços de diálogos entre diferentes atores sociais, como pesquisadores, povos indígenas e comunidades tradicionais, organizações da sociedade civil, entre outros.

**Palavras Chave:** Gestão participativa; Comunicação visual; Pensamento visual; Hidrelétricas

#### **Introdução**

Povos indígenas localizados na Bacia Amazônica estão constantemente sob ameaça de grandes projetos de infraestrutura, como

---

<sup>1</sup> Analista Socioambiental, Facilitadora Gráfica e Pesquisadora na área de Avaliação de Impacto; renata.uts@gmail.com



as hidrelétricas, que geralmente são parte de planos que visam o crescimento econômico, característica de países tardiamente industrializados como o Brasil. A opção do governo brasileiro nos últimos anos pela matriz energética aponta para o território Amazônico como atual fronteira hidrelétrica, em uma região repleta de sensibilidades socioambientais, povos indígenas e comunidades tradicionais. Nesse contexto, históricos e discussões sobre a desestruturação de territórios e modos de vida de populações locais e violação de direitos humanos são narrados por diferentes pesquisadores, organizações e movimentos sociais (FEARNSIDE, 2017; MORETTO et al, 2007; MORAN, 2016). Pesquisas sobre a participação em audiências públicas do processo de licenciamento de barragens na Amazônia apontam para um mero jogo de cenas, apenas com aparência democrática e participativa, que visam somente a legitimação do projeto, de forma autoritária e causando a desmobilização da organização política de povos e comunidades impactadas (BARAUNA; MARIN, 2011; ZHOURI 2008).

Frente a esse cenário de silenciamento dos atingidos, há a demanda de iniciativas que desenvolvam espaços de diálogo e articulação entre diversos atores sociais. No âmbito acadêmico, destaca-se a Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/*Amazon Dams International Research Network* (RBA/ADN<sup>2</sup>), uma rede de pesquisa internacional transdisciplinar sobre impactos socioecológicos de hidrelétricas na Amazônia que visa sintetizar e compartilhar experiências aprendidas. Para isso, realiza encontros que envolvem grupos diversos como pesquisadores, povos indígenas, organizações da sociedade civil, entre outros, que resultam em uma rica troca de conhecimentos. Porém, espaços como estes também exigem um desafio maior para a facilitação do diálogo intercultural, concomitantemente, ferramentas inovadoras de comunicação visual vêm sendo cada vez mais utilizadas em diferentes campos de conhecimento.

---

<sup>2</sup> <http://amazondamsnetwork.org/>

O Pensamento Visual tem suas origens nas décadas de 60 e 70, com a prerrogativa de que todo pensamento pode ser expresso visualmente. Derivados de áreas como psicologia da forma, arquitetura e design, o Pensamento Visual e suas ferramentas como Facilitação Gráfica e Mapas Mentais, são atualmente muito utilizadas no campo de gestão de projetos e de negócios. A prática de realizar anotações visuais aumenta o foco e auxilia a retenção das informações em até 29%, por isso a utilização dessas técnicas como ferramentas educacionais vem crescendo nos tempos atuais (ARNHEIM, 1969; MACHADO et al, 2015; SIBBET, 2006). A Facilitação Gráfica “usa imaginação e metáfora como forma de extrair e retratar a profunda reflexão sobre os padrões de organização e processo de grupo, ajudando as pessoas literalmente a ver o que eles significam” (SIBBET, 2006), resultando em painéis com textos, formas e ícones.

## **Materiais e métodos**

Foi utilizada a Facilitação Gráfica durante a Oficina Xingu, evento organizado pela Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/*Amazon Dams International Research Network* (RBA/ADN), no âmbito do projeto internacional “Gestão Participativa da Biodiversidade em Terras Indígenas Afetadas por Barragens da Amazônia Brasileira”, realizado via parceria entre a Universidade Federal do Tocantins e a Universidade da Flórida, com apoio da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. A Oficina ocorreu na aldeia Paquiçamba, Terra Indígena Paquiçamba, no município de Vitória do Xingu, Pará, com apoio do Fundo Casa e da AIKOJUPA – Associação Indígena Korina Juruna da Aldeia Pakissamba – em junho de 2017. Durante o evento, indígenas Apinajé, Juruna/Yudjá, Kayabi e Xerente dialogaram e trocaram experiências. Após a discussão em grupos com base na matriz FOFA – Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaça – também chamada de Análise SWOT, representantes de cada povo apresentaram as suas experiências que foram retratadas visualmente em

painéis. Os materiais utilizados foram canetas coloridas, lápis, borracha, pincéis, aquarela e papel de *flip-chart*. Posteriormente, os painéis foram digitalizados e as imagens foram processadas nos softwares livres Gimp e Inkscape, para gerar o Painel FOFA da Oficina Xingu, no qual as ilustrações foram separadas por povo e por aspectos positivos (Forças e Oportunidades) e negativos (Fraquezas e Ameaças) das experiências narradas pelos indígenas.

## **Resultados e discussões**

Cada povo indígena representado na oficina encontrava-se em um tempo diferente de implementação das barragens que os afetam, portanto, as imagens refletiram percepções dos representantes indígenas presentes naquele momento. No Painel FOFA da Oficina Xingu, é possível observar a diversidade de impactos socioambientais percebidos pelos indígenas, assim como percepções sobre o processo de licenciamento ambiental e da relação com o empreendedor, somados às imagens que descrevem consequências do cenário político atual e do sistema capitalista sobre os indígenas. Por outro lado, há também as diferentes formas de lidar com esses desafios e nota-se a cultura e a busca por conhecimento e parcerias como forças e oportunidades descritas por esses povos.



## **Considerações finais**

A reflexão dos indígenas presentes no encontro foi retratada pela Facilitação Gráfica, posteriormente sintetizada no Painel FOFA da Oficina Xingu, facilitando a visualização das reflexões e percepções destes. É importante ressaltar que, como uma ferramenta visual para facilitação de diálogos, esta deve ser aplicada conjuntamente com métodos qualitativos que observem critérios científicos adequados. A ferramenta apresenta-se com grande potencial de aplicação, aliando recursos visuais e textuais e, com isso, pode auxiliar diálogos interculturais e fortalecer a troca de experiências e saberes entre diferentes atores sociais como pesquisadores, povos indígenas e comunidades tradicionais, organizações da sociedade civil, entre outros.

## **Agradecimentos**

Agradeço aos povos Apinajé, Juruna/Yudjá, Kayabi e Xerente, às organizadoras da Oficina Xingu Simone Athayde, Elineide Marques, Sylvia Setúbal e Juliana Laufer e à Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas.

## **Referências**

ARNHEIM, R. *Visual thinking*. Berkeley: University of California Press, 1969.

BARAÚNA, G. M.; MARIN, R. O "fator participativo" nas audiências públicas das hidrelétricas de Jirau, Santo Antônio e Belo Monte. In: Zhouri, A. (Org.) *As tensões do lugar: hidrelétricas, sujeitos e licenciamento ambiental*. UFMG, Belo Horizonte, p. 93-125, 2011.

FEARNSIDE, P. M. Belo Monte: Actors and arguments in the struggle over Brazil's most controversial Amazonian dam. *Die Erde*, v. 148, n.1, p. 14-26, 2017.

MORETTO, E. M. et al. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. *Ambiente & Sociedade (Online)*, v. 15, p. 141-164, 2012.

MORAN, E. F. *Roads and dams: Infrastructure-driven transformations in the Brazilian Amazon*. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 2, p. 207-220, 2016.

SIBBET, D. *Graphic facilitation: transforming group process with the power of visual listening*. San Francisco: The Grove Consultants International, 2006

ZHOURI, A. Justiça ambiental, diversidade cultural e accountability: desafios para a governança ambiental. *Revista Brasileira de Ciências Sociais* (online). v.23, n. 68, p.97-107, 2008.

## Capítulo 4.6.2

# Aspectos de fragilidade físico-ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande, Palmas – Tocantins

*Marcelo Divino Ribeiro Pereira*<sup>1</sup>

*Sandro Sidnei Vargas de Cristo*<sup>2</sup>

### Resumo

Apresente pesquisa aborda os aspectos de fragilidade físico-ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande, localizada no município de Palmas, capital do Estado do Tocantins, Brasil. Pesquisa realizada na perspectiva de estudo integrado do meio físico-ambiental. Quanto à abordagem metodológica, fez-se uso de modelos empíricos e técnicas de geoprocessamento no que tange ao processo de cruzamento dos mapas temáticos de declividade, geologia e pedologia da área de estudo. A análise integrada desses elementos permitiu a elaboração do mapa de fragilidade ambiental com o apontamento das principais áreas suscetíveis aos processos morfo-genéticos. Foram definidas cinco classes de fragilidade físico-ambiental, sendo elas: (I) Muito fraca, (II) Fraca, (III) Média, (IV) Forte e (V) Muito Forte. Desta maneira, as áreas da bacia hidrográfica que apresentam as maiores fragilidades ambientais estão localizadas ao longo das encostas escarpadas dos relevos elevados da porção sul da área de pesquisa, com presença marcante de rochas areníticas e dos tipos de solos Neossolo, Plintossolo e Cambissolo.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica; Análise integrada; Fragilidade ambiental; Geoprocessamento

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins - UFT; Programa de Pós-graduação em Geografia - mestrado; mdrpereira10@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins - UFT; Programa de Pós-graduação em Geografia - mestrado; sidneicristo@uft.edu.br

## **Abstract**

This research addresses the physical and environmental fragility of the Ribeirão Taquaruçu Grande watershed located in the municipality of Palmas, which is the state capital of Tocantins, Brazil. We carried out this research from the perspective of an integrated study of the physical-environmental environment. We used empirical models and geoprocessing techniques to join the thematic maps of slope, geology and pedology of the study area. The integrated analysis of these elements of the physical framework allowed us to elaborate on the map of environmental fragility of the hydrographic basin identifying main areas that are more susceptible to the morphogenetic processes. Five physical-environmental fragility classes were defined: (I) Very weak, (II) Weak, (III) Average, (IV) Strong and (V) Very strong. The watershed areas that present the greatest environmental fragility are located along the southern and northern slopes of the Serra do Lajeado, with a marked presence of sandstone and neosols, plintosols, and cambisols.

**Keywords:** Watershed; Integrated analysis; Environmental fragility; Geoprocessing

## **Introdução**

A abordagem sistêmica da paisagem, no que diz respeito aos aspectos do meio físico, tais como, geologia, pedologia e morfologia têm se configurado num instrumento de suma importância para o processo de análise e gestão-ambiental do território. As bacias hidrográficas, neste contexto, têm se tornado prioridades para os estudos que buscam desenvolver uma percepção mais integrada do funcionamento dinâmico da paisagem.

Desta forma, as bacias hidrográficas, principalmente as de mananciais para captação de água potável, responsáveis pelo abastecimento de um grande contingente de indivíduos das zonas rural e urbana, têm sido cada vez mais analisadas por diferentes profissionais como unidades integradoras de gestão e planejamento ambiental. Conforme Botelho e Silva,

“Entendida como célula básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental” (2004, p.153).

Nessa perspectiva, os componentes do quadro físico das bacias hidrográficas, conectados através de dinâmicas e leis naturais, funcionam



conjuntamente como se fossem subsistemas, conforme Christofolletti (1980), cuja capacidade de resiliência aos impactos sofridos depende da relação harmônica ou não entre as partes que o constituem.

Diante do exposto, o objetivo principal da presente pesquisa foi analisar a fragilidade físico-ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande através da integração dos aspectos geológicos, pedológicos e de declividade da área de estudo. Na operacionalização, fez-se uso de técnicas de geoprocessamento e do software ARCGIS 10.5.1 do Laboratório de Geoprocessamento do curso de Geografia da UFT, Campus de Porto Nacional.

## Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande fica localizada na porção centro-sul do município de Palmas, capital do Estado do Tocantins (Fig. 1). Possui uma área com cerca de 45,582 ha, o equivalente a 18,49% do território do município, onde o bioma presente é o Cerrado (MEDEIROS, 2013).

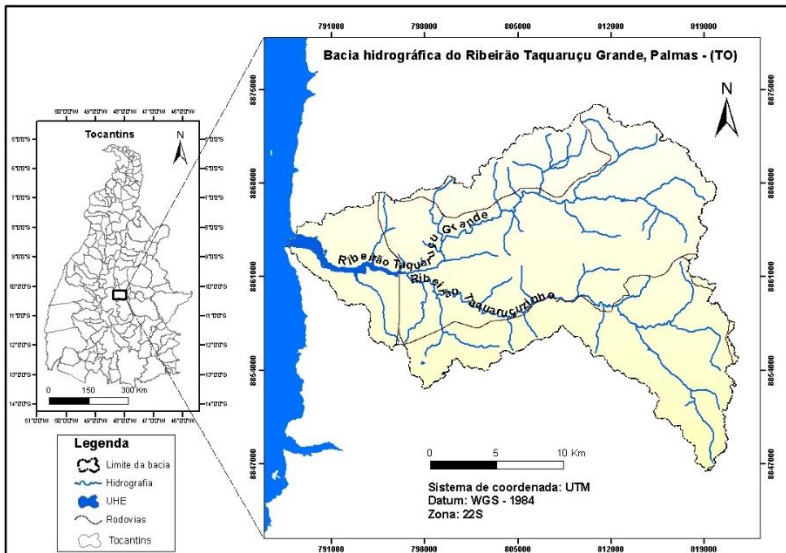


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande Fonte: Autores, 2018

Com suas principais nascentes localizadas na Área de Preservação Ambiental – APA Serra do Lajeado, local onde se situam as maiores altitudes da área de pesquisa, a bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande responde por 66% do suprimento de água da cidade de Palmas (SILVA NETO, 2011).

## Discussão

O mapeamento dos aspectos de fragilidade físico-ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande se respaldou num tipo de adaptação do modelo empírico desenvolvido por Ross (1994), o qual consistiu numa análise integrada dos mapas de declividade, geologia e pedologia da bacia em análise. Tal procedimento metodológico permitiu a elaboração de um mapa de fragilidade físico-ambiental da bacia hidrográfica investigada (Fig. 2).

Conforme Ross (1994) e Crepani (2001), os modelos empíricos têm como princípio metodológico a proposta da Ecodinâmica desenvolvida por Tricart (1977), os quais possibilitam a realização de pesquisas com base na integração ponderada dos elementos que caracterizam o meio físico.

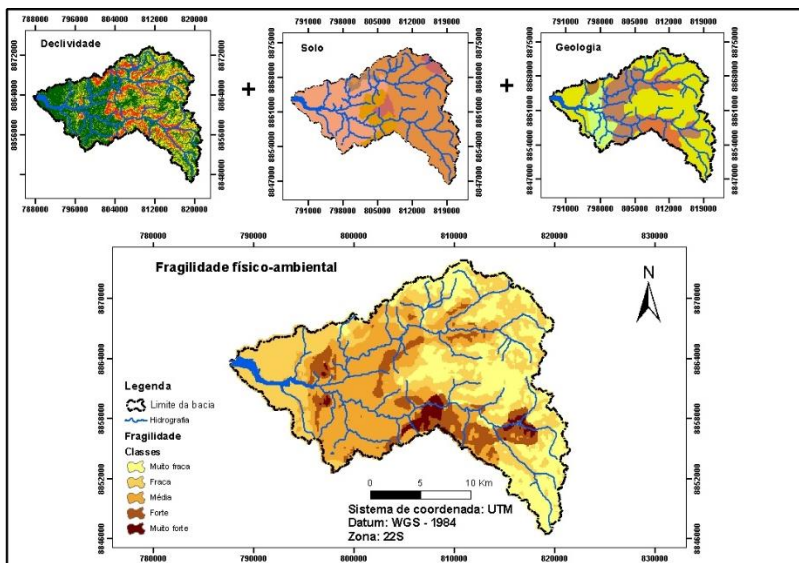


Figura 2. Mapa de fragilidade físico-ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande Fonte: Autores, 2018

Com a intersecção dos mapas temáticos de declividade, solo e geologia da bacia hidrográfica, elaborou-se o mapa de fragilidade físico-ambiental. Neste contexto, observa-se que as áreas mais vulneráveis estão situadas ao longo das escarpas da Serra do Lajeado onde se percebe as maiores altitudes, rochas areníticas do ambiente da bacia sedimentar do Parnaíba, e solos dos tipos Neossolo, Cambissolo e Plintossolo.

Observa-se também no médio-baixo curso da bacia hidrográfica, nas proximidades da confluência dos Ribeirões Taquaruçu Grande e Taquaruçuzinho, numa região formada pelos Latossolos e morros de topo plano, que o fator declividade foi o principal elemento do quadro natural responsável pela alta vulnerabilidade desse trecho da bacia.

O Quadro 1 sintetiza os elementos do meio físico analisados na pesquisa e as fragilidades apresentadas pelas classes dos mapas temáticos.

Quadro 1. Síntese da fragilidade físico-ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande.

Parâmetros de FRAGILIDADE Físico-ambiental		
Declividade (%)	Atributos	Classes de fragilidade
0 - 6	1	Muito fraca
6 - 12	2	Fraca
12 - 20	3	Média
20 - 30	4	Alta
> - 30	5	Muito alta
<b>Solos</b>	-	-
Cambissolo	4	Alta
Plintossolo	5	Muito alta
Latossolo Vermelho	1	Muito fraca
Latossolo Vermelho-Amarelo	1	Muito fraca
Neossolo	5	Muito alta
<b>Geologia</b>	-	-
Complexo Goiano	1	Muito fraca
Complexo Porto Nacional	1	Muito fraca
Formação pimenteira	4	Muito alta
Granito intrusivo	3	Alta
Suíte Ipueira	2	Média

Fonte: Autores, 2018

Conforme observado no Quadro 1, as áreas da bacia hidrográfica que apresentam as maiores fragilidades físico-ambiental são àquelas situadas entre as declividades (12-29), (20-30) e (>-30); a esse tipo de

comportamento do meio físico, associam-se os solos (Cambissolo, Plintossolo e Neossolo) e, também, os aspectos litológicos relacionados à formação Pimenteira, Granito Intrusivo e Suíte Ipueiras.

De acordo com a classificação do grau de risco ambiental desenvolvida por Ross (1994), definidas entre os valores de 1, 2, 3, 4 e 5, as regiões da área de estudo que apresentam as maiores fragilidades naturais são aquelas ponderadas entre os valores 3, 4 e 5.

### **Considerações finais**

A aplicação de modelos empíricos nos diagnósticos ambientais, principalmente no que diz respeito à análise integrada dos elementos do meio físico, demonstrou ser de grande utilidade no mapeamento de áreas que apresentam fragilidade físico-ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande. Nesse contexto de estudo integrado, a técnica de geoprocessamento mostrou sua eficácia e relativa aplicação no que tange a percepção holística dos pontos mais suscetíveis da área de estudo.

### **Referências**

- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; VITTE, A. C. Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p.153-192.
- CREPANI, E. M, J. S. de Filho et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico – econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos – SP: Instituto Nacional de Pesquisas - INPE, 2001. 124 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 188p. 1980.
- MEDEIROS, T. C. C. Padrões de Campo Sujo Seco da Paisagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu Grande no município de Palmas – TO. (Tese de doutorado). São Paulo – SP: 2013. 268p.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia, v. 8, p. 3-74, 1994.

SEPLAN - SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE. Atlas do Tocantins: Subsídio ao Planejamento da Gestão Territorial. Palmas - TO. Secretaria do planejamento e Meio Ambiente, Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico, 6ªed., 2012.

SILVA N. A. R. S. N. Cenários de Abastecimento Futuro de Palmas com base na simulação da disponibilidade hídrica do Ribeirão Taquaruçu Grande. 2011. 91p.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro - RJ: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1977, 91 p.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Using the USGS Landsat 8 Product. Disponível em: [https://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php). Acesso em: 02.jan.2018.

## Capítulo 4.6.3

### Potencial de contaminação das águas por agroquímicos em uma área do cerrado

*João Francisco Severo Santos*<sup>1</sup>

*Kellen Lagares Ferreira Silva*<sup>2</sup>

*Carla Simone Seibert*<sup>3</sup>

#### Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar o risco de contaminação dos corpos hídricos pelo uso de agroquímicos numa área do cerrado, em Palmas-TO. Para isso, foram acessados formulários aplicados pelo IBGE em nove fazendas da localidade. O potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas foi calculado pelos índices de Goss e GUS. Os resultados mostram que seis dos dez princípios ativos mais aplicados na área apresentaram alto potencial de contaminação quando dissolvidos em água, associados ao sedimento ou lixiviados. Dadas às características físicas da localidade, há risco elevado de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos, expondo a população a uma situação perigosa para a sua saúde.

**Palavras-chave:** Agroquímicos; Risco; Contaminação; Água

#### Introdução

A utilização de insumos tóxicos e práticas produtivas que causam danos ao meio ambiente configura uma das características marcantes do agronegócio (SILVA, 2012). Nesse contexto, a sustentabilidade é uma das questões mais problemáticas dessa área, já que o modo atual de produção

---

<sup>1</sup> Analista de Gestão em Pesquisas do IBGE; PPG em Ciências do Ambiente – UFT, joao.s.santos@ibge.gov.br

<sup>2</sup> Professora do PPG em Ciências do Ambiente – UFT, lagares@uft.edu.br

<sup>3</sup> Professora do PPG em Ciências do Ambiente – UFT, seibertcs@uft.edu.br

resulta em grandes impactos ambientais, como erosão e poluição dos solos, das águas e do ar, bem como, contaminação de toda a cadeia alimentar. O que, em muitos casos, configura um desastre em relação à saúde pública (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2016).

Dados do IBGE (2015) apontam que na última década, o crescimento na utilização de agrotóxicos foi de 190% no país, enquanto o aumento da produtividade foi de apenas 51%. Isso tornou o Brasil o maior consumidor mundial de agrotóxicos desde 2008. No Tocantins, o consumo de agroquímicos tem sido em média de 4,5 quilos por hectare (Kg/ha) cultivado, conferindo ao estado o posto de maior consumidor da região Norte (IBAMA, 2015) e, de acordo com informações do IBGE (2015b), na safra de 2014, o estado utilizou 6.073,33 toneladas de ingredientes ativos em 1.350.656 ha.

Em Palmas, capital do Tocantins, as áreas de produção de grãos estão concentradas em um distrito chamado Buritirana. Uma característica particular desse distrito é que a área urbana com toda sua estrutura (escola, posto de saúde, restaurante e demais estabelecimentos comerciais e residenciais) encontra-se dentro da zona de impacto do cultivo de grãos. Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar o risco de contaminação dos corpos hídricos pelo uso de agroquímicos numa área do cerrado situada no distrito de Buritirana, Palmas-TO.

## **Material e métodos**

O foco desse estudo foi o cenário rural do município de Palmas, especificamente, o distrito de Buritirana, que está situado a 75 km do centro da cidade e apresenta uma área de 108.935 hectares. Localizado próximo ao limite municipal leste, entre Palmas e Santa Tereza, conta com uma população de aproximadamente 1.600 pessoas (IBGE, 2015; ABREU, 2010).

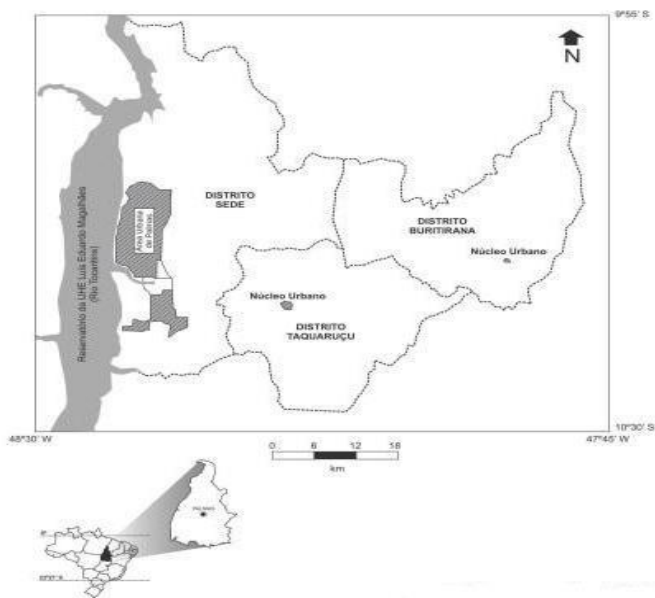


Figura 1. Mapa de localização de Palmas-TO e seus distritos. Adaptado de Miranda; Souza (2011).

Para avaliar o risco de contaminação de águas subterrâneas pelo uso de agrotóxicos, o método de Gustafon (1989) foi utilizado, ou seja, o índice de GUS - “Groundwater Ubiquity Score” que utiliza os valores de meia-vida dos compostos químicos no solo (DT<sub>50</sub>) e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K<sub>oc</sub>), para avaliar o potencial de lixiviação de uma substância ativa por meio da seguinte equação:  $GUS = \log (DT_{50} \text{ no solo}) (4 \log K_{oc})$ .

Já para avaliar o potencial de contaminação das águas superficiais foi utilizado o Método de Goss (1992), este considera o potencial de transporte de substâncias ativas de agroquímicos no sedimento e na água que escoam superficialmente pelo solo. Para isso, analisa a meia vida do agroquímico no solo, o coeficiente de adsorção à matéria orgânica e a solubilidade em água. Esse método reúne um conjunto de cláusulas de regras, apresentadas em intervalos matemáticos para classificar o produto em “Alto Potencial”, “Médio Potencial” e “Baixo Potencial”, tal como apresentado na tabela 1.



Tabela 1. Classificação segundo o índice de GUS e o método de Goss

<b>Potencial de lixiviação</b>			
Classificação	Alto	Médio	Baixo
Índice de GUS	> 2,8	1,8 - 2,8	< 1,8
<b>Potencial de transporte associado</b>			
<b>Ao sedimento</b>	DT <sub>50</sub> <sup>3</sup> 40 e Koc <sup>3</sup> 1000 ou DT <sub>50</sub> <sup>3</sup> 40 e Koc <sup>3</sup> 500 e Solubilidade $\epsilon$ 0,5	Todos os outros	se DT <sub>50</sub> $\epsilon$ 1 ou se DT <sub>50</sub> $\epsilon$ 2 e Koc $\epsilon$ 500 ou se DT <sub>50</sub> $\epsilon$ 4 e Koc $\epsilon$ 900 e solubilidade <sup>3</sup> 0,5 ou se DT <sub>50</sub> $\epsilon$ 40 e Koc $\epsilon$ 500 e solubilidade <sup>3</sup> 0,5 ou se DT <sub>50</sub> $\epsilon$ 40 e Koc $\epsilon$ 900 e solubilidade <sup>3</sup> 2
<b>À água</b>	Se solubilidade <sup>3</sup> 1 e DT <sub>50</sub> > 35 e Koc < 100.000 ou Se solubilidade <sup>3</sup> 10 e solubilidade < 100 e Koc $\epsilon$ 700	Todos os outros	Se Koc <sup>3</sup> 100.000 ou se Koc <sup>3</sup> 1.000 e DT <sub>50</sub> $\epsilon$ 1 ou se solubilidade < 0,5 e DT <sub>50</sub> < 35

Fonte: Gustafon (1989) e Goss (1992).

De acordo com os critérios apresentados, um princípio ativo foi considerado como potencial contaminante quando a maioria das propriedades físico-químicas disponíveis indicava uma possibilidade de contaminação a partir da faixa transição do índice de GUS. Para realizar os cálculos e classificações, dados primários foram obtidos junto ao Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias - GCEA/TO. Esse grupo atua junto ao IBGE no Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA no estado e, uma vez por ano, realiza entrevistas estruturadas junto aos produtores de grãos a respeito da utilização de insumos em suas lavouras na safra anterior. Nesse contexto, o acesso aos formulários das entrevistas, realizadas em 2016, com os produtores de Buritirana, sem a identificação, foi autorizado pela instituição e analisado a luz da estatística descritiva.

Os dados secundários foram obtidos por meio de consultas ao índice monográfico sobre agrotóxicos da ANVISA (2010) e o banco de dados AGROFIT (2012), que contém informações sobre os agrotóxicos e afins registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Também, o banco de dados FOOTPRINT (2012) foi consultado para

obter informações sobre as propriedades físico-químicas dos ingredientes dos agrotóxicos utilizados.

Informações sobre características do solo, declividade, formações geomorfológicas, hidrografia e precipitações foram adquiridas por meio de mapas temáticos com recortes na área de interesse do estudo disponibilizados pelo IBGE. Tais informações foram analisadas por abordagem qualitativa a luz do método dedutivo.

## Resultados e discussão

As declividades da área de produção agrícola de Buritirana, marcadas pelo círculo no centro da imagem (Fig. 2 A), apresentam-se inferiores a 3% e as mesmas são drenadas por três córregos ao norte da TO 030 e dois ao sul. Esses córregos surgem a partir de sete nascentes, sendo que três delas estão situadas dentro de áreas produtivas da agricultura de grande escala e desaguam na microbacia do Rio das Balsas. Além disso, as áreas agrícolas de produção de soja estão situadas no entorno da área urbana do distrito (Fig. 2 B) e são cercadas por vegetação de cerrado ralo e rupestre, com poucas áreas de mata ciliar e mata de galeria protegendo os cursos hídricos superficiais. Percebe-se também que a pecuária intensiva e semi-intensiva ocupa áreas dispersas no entorno.

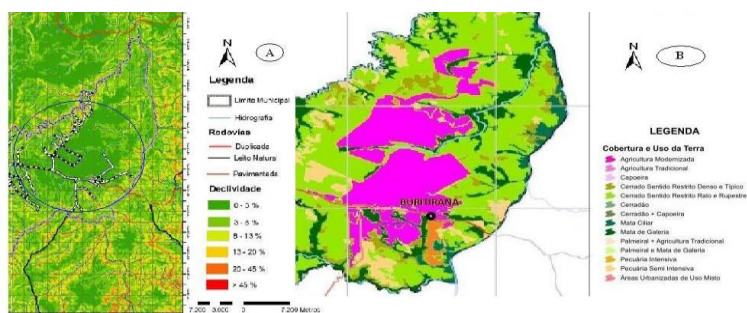


Figura 2. Mapas de declividade e ocupação do solo de Buritirana. Adaptado de IBGE (2015).

A tabela 2 apresenta os dez agroquímicos mais utilizados na área estudada e suas características, incluindo as recomendações de dosagem

máxima constante nas bulas dos defensivos. Assim, verificou-se que nove formulações apresentam toxicidade nível I ou II, ou seja, são produtos extremamente tóxicos ou altamente tóxicos respectivamente. Também que oito produtos são aplicados em dosagens médias superiores as recomendadas.

Tabela 2. Agroquímicos utilizados nas plantações de soja de Buritirana segundo ingrediente ativo, grau de toxicidade, periculosidade ambiental e dosagens aplicadas e recomendadas.

Nome comercial	Ingrediente(s) ativo(s)	Toxicidade	Classe ambiental	Dose apl. Ing. Ativo (Kg/ha)	Recomendação (dose máx./ha)
Brilhante	Metomil	I	II	2,60	1,00
Roundup	Glifosato	II	III	2,55	6,00
Crucial	Glifosato	I	III	2,28	5,00
2,4 D nortox	Sal de dimetilamina	I	III	1,53	1,21
Acefato	Acefato	I	II	1,44	1,00
Methomax	Metomil	I	II	1,25	0,22
Cloroprofoz	Clorpirifós; xileno	I	II	1,00	0,00
Lannate	Metomil	I	II	1,00	0,22
Mancozeb	Mancozebe	I	II	1,00	0,00
Fastac duo	Acetamiprido; alfacipermetrina	III	II	0,84	0,30

Fontes: Autor

Com relação à classe ambiental, 7 das 8 formulações cujas doses aplicadas foram acima das recomendações, são classificadas como muito perigosas. Também houve relato de produtos de uso dos inseticidas Cloroprofoz e Mancozeb, não indicados para o cultivo de soja, utilizados 875 e 2400 hectares respectivamente.

O índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas, estimado pelo índice de GUS, revelou que o fungicida Ciproconazol e o inseticidas Metomil, apresentaram alto potencial de lixiviação e percolação, ou seja, dois dos dez princípios ativos mais aplicados apresentam alto risco de contaminar as águas subterrâneas da região. Já o potencial de contaminação das águas superficiais foi avaliado como de alto potencial via transporte por agregação ao sedimento e/ou a água em cinco

substancias (Tabela 3). Um dos princípios ativos não foi avaliado por insuficiências de parâmetros.

Tabela 3. Agroquímicos utilizados nas plantações de soja de Buritirana segundo ingrediente ativo, tipo de ação, índice e classificação de GUS e GOSS.

Princípio Ativo	Tipo de ação	Área com aplicação	GUS(a)	ClasGUS(b)	Goss-Sed(c)	Goss-Agu(d)
Glifosato	Herbicida	8182	-0,64	Baixo	Alto	Alto
Flubendiamida	Inseticida	4800	1,78	Baixo	Alto	Alto
Epoxiconazol	Fungicida	3580	2,47	Médio	Alto	Alto
Piraclostrobina	Fungicida	3580	0,05	Baixo	Médio	Médio
Metomil	Inseticida	3550	3,16	Alto	Baixo	Médio
Trifloxistrobina	Fungicida	3390	0,53	Baixo	Baixo	Médio
Protionazol*	Fungicida	3390	0,00	-	-	-
Acefato	Inseticida	2995	1,76	Baixo	Baixo	Médio
Teflubenzurom	Inseticida	2985	-0,82	Baixo	Alto	Médio
Ciproconazol	Fungicida	2400	3,10	Alto	Médio	Alto

Fontes: Autor; \* Dados insuficientes para proceder análise; (a) Índice de GUS; (b) Classificação do Índice de GUS; (c) Classificação pelo método de GOSS: potencial de transporte associado ao sedimento; (d) Classificação pelo método de GOSS: potencial de transporte dissolvido em água.

Brito *et al.* (2012) avaliaram o potencial de contaminação das águas do Rio Poxim, por herbicidas agrícolas usando os métodos de GUS e Goss, e detectaram vários princípios ativos que apresentavam alto risco de lixiviação e contaminação dos cursos hídricos que abastecem a cidade de Aracaju-SE. Além disso, coletaram amostras que, após análise laboratorial, denunciaram a presença de Ametrina e Diurom, cujas concentrações se elevavam durante o período chuvoso. Nessa mesma linha, Souza (2014) avaliou a mobilidade das moléculas de glifosato na água do escoamento superficial em uma área de lavoura no cerrado e concluiu que a substancia apresentou pequena mobilidade, com um percentual médio de resíduo transportado na ordem de 0,007 % em relação à solução do herbicida aplicada no cultivo. O glifosato foi detectado na água do escoamento superficial e na água do ribeirão, porem em concentrações inferiores ao Valor Máximo Permitido para Classe do rio estudado, de acordo com a

Resolução Conama 357/2005. Nesse contexto, Otaño *et al.* (2010) e Eriksson *et al.* (2008), associaram a exposição ao Glifosato a problemas de saúde, como defeitos de nascimento, alterações na produção de hormônios reprodutivos, câncer e problemas no sistema nervoso central.

### **Considerações finais**

As substâncias denominadas Epoxiconazol, Flubendiamida, Glifosato, Teflubenzurom e Cipocronazol apresentaram alto potencial de transporte junto ao sedimento ou diluídas em águas de escoamento superficial e subterrâneo. Toda via o potencial de contaminação dos cursos de água pelos princípios ativos observados nessa área produtiva apresenta-se baixo devido as características do relevo e do solo da região. Por outro lado, o potencial de contaminação do lençol freático pelo Metomil e Cipocronazol apresenta-se alto e é potencializado pela baixa declividade e alta porosidade do solo, representando um risco aos residentes de Buritirana.

### **Referências**

- ABREU, Y. V. Olhares sobre o Estado do Tocantins: economia, sociedade e meio ambiente. Málaga: Universidad de Málaga, 2010.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Relatório de atividades de 2009. Brasília: ANVISA, 2010.
- BRITTO, F. B; VASCO, A. N; PEREIRA, A. P. S; MÉLLO JÚNIOR, A.V; NOGUEIRA, L. C. Herbicidas no alto Rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. Rev. Ciênc. Agron., v. 43, n. 2, p. 390-398, abr-jun, 2012
- ERIKSSON, M; HARDELL, L; CARLBERG, M; AKERMAN, M. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. International Journal of Cancer. v.123, p. 1657-1663, 2008.

FOOTPRINT. Pesticide Properties Database. University of Hertfordshire. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/>>. Acessado em: 01 ago. 2012.

GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potencial water quality impacts. *Weed Technology*. v. 6, p. 701 – 708, 1992.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Elmsford, v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável – IDS Brasil: 2015. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agropecuária - LSPA 2015. Coordenação de Pesquisas Agropecuárias. Rio de Janeiro: IBGE, 2015b.

MEKONNEN, M. M; HOEKSTRA, A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances*, New york, v. 12, n. 2, p. 1-6, 2016.

MIRANDA, N. M; SOUZA, L. B. Percepção ambiental em propriedades rurais: Palmas (TO) – Brasil. *Mercator*, Fortaleza, vol.10, n. 23, p .171 – 186, 2011.

OTAÑO, A.; CORREA, B.; PALOMARES, S. Water Pollutants Investigation Committee – First Report, 2010. Disponível em: <<http://www.gmwatch.eu>>. Acesso em: 13/01/2017.

SILVA, D. B. Sustentabilidade no Agronegócio: dimensões econômica, social e ambiental. *Comunicação & Mercado*, Dourados, vol. 01, n. 03, p. 23-34, 2012.

SOUZA, M. A. Risco de contaminação da água por glifosato: Validação do modelo A.R.C.A. em uma lavoura de soja no entorno do Distrito Federal. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal). Brasília: UNB, 2014.

## Capítulo 4.6.4

### Principais petrechos e estratégias de captura da pesca artesanal do Rio Araguaia, Tocantins, Brasil <sup>1</sup>

*Carolynne Ribeiro Gomes Dias* <sup>2</sup>

*Adriano Prysthon da Silva* <sup>3</sup>

#### **Resumo**

A pesca artesanal no rio Araguaia exerce uma função fundamental para a manutenção da segurança alimentar, do comércio local e da herança cultural de milhares de famílias ribeirinhas ao longo de sua calha. As tecnologias empregadas consideram principalmente as características do ambiente, as adaptações culturais em cada local e a disponibilidade de recursos financeiros para obtê-las. Por isso, este trabalho teve como objetivo caracterizar os principais petrechos utilizados pela pesca no rio Araguaia, Tocantins. Por intermédio de um diagnóstico participativo em 15 comunidades pesqueiras durante o ano de 2016, pode-se concluir que os petrechos utilizados possuem objetivos diferentes com diferentes estratégias de captura, aliado ainda ao comportamento das espécies alvo, caracterizando a complexidade e diversidade da pesca na região. A rede de emalhe é o petrecho mais utilizado devido principalmente à relativa alta produtividade e captura de diferentes espécies com um menor esforço de pesca. As linhas e anzóis também se apresentam em diversas comunidades e, por ser mais seletivas, exercem um esforço mais focado em espécies carnívoras ou piscívoras. Ressalta-se ainda, a importância do conhecimento tradicional dos pescadores, como instrumento de apoio à gestão participativa e subsídio a políticas públicas de ordenamento pesqueiro na bacia do rio Araguaia.

**Palavras-chave:** Conhecimento tradicional; Linhas e anzóis; Rede de emalhe; Diagnóstico participativo

---

<sup>1</sup> Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado, Cadastro nº AAC90CA

<sup>2</sup> UFT – Campus Palmas; Engenharia Ambiental; diascarolyne4@gmail.com

<sup>3</sup> Embrapa – Pesca e Aquicultura; Pesquisador; adriano.prysthon@embrapa.br

## **Abstract**

Artisanal fishing on the Araguaia River plays a fundamental role in maintaining food security, local commerce and the cultural heritage of thousands of riverine families along its channel. Technologies used are mainly dependent on environmental characteristics, local cultural adaptations and the availability of financial resources to obtain them. This study characterizes the main fish used in the Araguaia River, Tocantins. Through a participatory diagnosis in 15 fishing communities during 2016, we conclude that the equipment used has different objectives with different capture strategies, allied to the behavior of the target species. The gillnet is the most commonly used gear, mainly due to the relatively high productivity and capacity of capture of different species with a lower fishing effort. Hook and line fishing is also conducted by several communities and, because it is more selective, is used mostly for carnivorous or piscivorous fish species. The importance of the traditional knowledge of fishermen as an instrument of support for participatory management and subsidy to public policies of fisheries management in the Araguaia River basin is also highlighted.

**Keywords:** Traditional knowledge; Hook and line; Gillnet; Participatory diagnosis

## **Introdução**

A pesca é, historicamente, uma atividade presente na rotina de diversas sociedades humanas, atuando como constituinte da renda de comunidades marítimas e continentais. O Brasil tem forte representação na pesca continental em termos produtivos, posicionado em 11<sup>o</sup> no ranking mundial (2,5% da produção entre os 16 maiores países), em território brasileiro foram produzidas 235 mil toneladas no ano de 2014 segundo a FAO.

O rio Araguaia se encontra em uma importante zona de transição entre a floresta amazônica e o cerrado (FERREIRA et al., 2011) compondo juntamente com o rio Tocantins, a segunda maior bacia hidrográfica integralmente situada no território brasileiro, sendo a mais extensa em termos de área de drenagem (ANA, 2009). Em sua calha, a pesca no rio Araguaia ainda exerce um papel fundamental na manutenção da produção, segurança alimentar, e cultural de milhares de comunidades ribeirinhas (BEGOSI, 2004).



No que diz respeito à produção, o estado Tocantins nacionalmente ocupa a 18º posição, produzindo, em 2011, 1.927 toneladas de peixes, representando um aumento de 10% em relação ao ano anterior (MPA, 2012). No rio Araguaia, a produção pesqueira é oriunda exclusivamente da pesca artesanal, vinda de colônias de pesca bem como de aldeias indígenas. Os meios de produção para a captura utilizam diversas tecnologias, que diferem em suas estratégias, considerando uma seleção qualitativa ou qualitativa dependendo o objetivo da pescaria.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é detalhar as principais tecnologias de captura no rio Araguaia e suas relações de aplicações nas comunidades, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a pesca artesanal no rio Araguaia que por sua vez é pouco aprofundado no que tange as tecnologias pesqueiras, valorizando o conhecimento tradicional e subsidiando políticas públicas de ordenamento pesqueiro na bacia do Araguaia.

## **Material e métodos**

O diagnóstico foi conduzido entre março e outubro de 2016, visitando 15 comunidades pesqueiras (Fig. 1), localizadas na margem tocantinense do rio Araguaia. A Embrapa Pesca e Aquicultura coordenou uma equipe técnica multidisciplinar e interinstitucional.



Figura 1. Localização das comunidades pesqueiras visitadas durante o diagnóstico participativo, no rio Araguaia, Tocantins, Brasil (Mapa: Marta Eichemberger Ummus).

Os objetivos do diagnóstico e construção da agenda de visitas nas comunidades pesqueiras foram construídos juntamente com as lideranças das respectivas comunidades. Durante os encontros nas comunidades, matrizes de avaliação<sup>4</sup> foram conduzidas com os pescadores visando o entendimento dos objetivos e a geração de conhecimento atrelada às principais tecnologias de captura empregadas na pesca. A matriz detalhou as seguintes informações quanto aos petrechos de pesca: proporção de uso; custo de aquisição; estratégias de captura, ambientes de pesca e a sazonalidade das principais espécies capturadas.

<sup>4</sup> Esta técnica permitiu avaliar, de forma participativa com as comunidades pesqueiras, determinados aspectos constitutivos da produção pesqueira (estratégias e modalidades de pesca, características e composição dos recursos, insumos utilizados, embarcações, etc.), a partir de critérios que foram estabelecidos previamente. Esta técnica foi a mais utilizada para gerar as informações sobre as tecnologias de pesca.

## Resultados e discussão

De acordo com as dinâmicas participativas os petrechos utilizados podem ser divididos em 3 (três) classes principais, baseado no princípio de captura a saber (Tabela 1): (i) Emalhe (Redes/malhadeiras, tarrafas), (ii) Atração visual/Iscas, compostos por linhas e anzóis (Espinhel, Molinete, Linhas de mão e Caniço) e (iii) por perfuração, com flechas e arpões, que abrange também a zagaia.

Tabela 1. Principais petrechos de pesca identificados nas comunidades pesqueiras do rio Araguaia-TO, classificado por princípio de captura

Comunidade	Petrecho de pesca/Princípio de captura								
	Emalhe			Atração visual/iscas			Perfuração		
	Redes			Linhas e anzóis			Flechas e arpões		
	Emalhe	Tarrafas	Espinhel	Molinete	Linhas de mão	Caniço	Arco e Flecha	Arpão	Zagaia
Couto Magalhães	X	X	X	X	X	X			
Araguacema	X	X	X	X	X				
Esperantina	X	X	X		X		X	X	X
Araguatins	X	X	X		X		X	X	X
Xambioá	X	X	X		X				
Araguanã	X	X			X				
Aldeia Boto Velho	X	X			X		X	X	
Aldeia Canuanã	X	X			X		X	X	
Aragominas	X	X			X				
Santa Fé do Araguaia	X	X	X		X				
Caseara	X				X				
Pau D' arco	X	X	X		X				
Garimpinho	X	X	X		X				
Aldeia Macaúba	X				X		X	X	
Aldeia Fontoura	X				X		X		

Os princípios de funcionamento estão diretamente ligados as estratégias de pesca dos petrechos utilizados (Tabela 2) considerando tais no que diz respeito à ecologia pesqueira.

Os pescadores relataram que as linhas e anzóis são mais adequados para espécies como o Cuiu-cuiú (*Pterodoras granulatus*), pois esta espécie que apresenta pouca seletividade alimentar consumindo itens de proveniência vegetal e animal (HAHN et. al, 1992), o Mandi (*Pimelodus maculatus*) com hábitos onívoros (LIMA-JÚNIOR, 2004), a Traíra (*Hoplias malabaricus*) com hábitos piscívoros com ênfase em peixes de pequeno porte (LOUREIRO, 1996) e o Jaú (*Zungaro zungaro*) e Tucunaré (*Cichla sp.*), estes últimos configurando uma pesca de predadores com foco em presas de pequeno porte localizadas em superfícies, levando sempre em consideração na escolha do modelo e numeração do anzol as características citadas.

Já as redes foram citadas como mais adequadas para a captura de peixes com um comportamento de cardume como o Apapá (*Pellona sp.*), o Mapará (*Hypophthalmus edentatus*), a Pescada (*Plagioscion sp.*) e alguns Piaus (*Leporinus sp.*). As flexas e arpões são mais utilizados em conjunto com os outros petrechos como redes de cerco para a pesca do Pirarucu (*Arapaima gigas*) para traumatizar o animal o abatendo mais rapidamente facilitando sua captura e embarque.

Espécies que apresentam características diferentes durante diferentes estágios de sua vida podem também foram citados em mais de um tipo de petrecho como o Tucunaré (*Cichla sp.*) que se locomove em cardume até certa idade e quando maior apresenta mais fortemente seu comportamento piscívoro, sendo capturado pelas três classes de petrecho apresentadas na tabela 2.

Tabela 2. Classificação dos tipos de petrechos, princípio de funcionamento e sua descrição na pesca artesanal do rio Araguaia-TO.

Petrecho/Estratégia identificada	Princípios de funcionamento	Descrição/Características
Linhas e anzóis (De mão, com vara/caniço e espinhel); Cevas Pinda/Bungo	Atração Alimentação (isca), visão e odor. Vibração e sons	As iscas podem ser naturais ou artificiais; Varas naturais ou artificiais (bambu, caniço, molinetes, etc.); Linhas artificiais (náilon) e anzóis em metal (aço inox e ferro)
Redes de emalhe (malhadeira) e tarrafas; Caceia, Parada e Cerco	Filtração (Ativa e passiva) e afugentar	Redes em náilon de diferentes tamanhos de malhas, alturas e espessuras de fio. Entralhamento de bóias (natural e artificial) e chumbadas (chumbos e correntes). Esta última apenas para as tarrafas.
Arpão, Arco e flecha, Zagaia, Burduna	Traumatizar	Ação direta sobre a presa; Perfurar, bater

## Conclusões

A diversidade de petrechos, e estratégias de pesca utilizadas pelos pescadores artesanais do rio Araguaia garante a captura de uma diversidade de espécies, mantendo a segurança alimentar e movimentando a economia local. O conhecimento tradicional associado às tecnologias de pesca são informações essenciais para contribuir na gestão dos recursos pesqueiros desta bacia, sendo um fator importante para uma construção mais justa de políticas públicas inerentes à pesca artesanal.

## Agradecimentos

Agradeço a EMBRAPA – Pesca e Aquicultura por meio da qual esse trabalho foi realizado e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq que é a agência de fomento a qual o projeto está vinculado.

## Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Plano estratégico de recursos hídricos-da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA; SPR, 2009. 256 p.
- BEGOSSI, A. Áreas, pontos de pesca, pesqueiros e territórios na pesca artesanal. In: BEGOSSI, A. Ecologia de Pescadores da Mata Atlântica e da Amazônia, p. 223-253, 2004.
- FAO. Fishing Technology Service, Fishery Industries Division, in the Fisheries Department of the FAO. Fisherman´s Workbook.
- FERREIRA, E., ZUANON, J., SANTOS, G.; AMADIO, S. The fish fauna of the Parque Estadual do Cantão, Araguaia River, State of Tocantins, Brazil. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 2, p. 277-284, 2011.
- HAHN, N. S. et al. Aspectos da alimentação do armado, *Pterodoras granulosus* (Ostariophysi, Doradidae) em distintos ambientes do alto rio Paraná. *Revista Unimar*, v. 14, p. 163-176, 1992.
- LIMA-JUNIOR, S. E.; GOITEIN, R. Diet and feeding activity of *Pimelodus maculatus* (Osteichthyes, Pimelodidae) in the Piracicaba River (State of São Paulo, Brazil)-The effect of seasonality. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 30, n. 2, p. 135-140, 2004.
- LOUREIRO, V. E.; HAHN, N. S. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo-PR. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 8, n. 1, p. 195-205, 1996.
- MPA. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2010. Brasília, Ministério da Pesca e Aquicultura, p 129. 2012.

## Capítulo 4.6.5

### **Recursos hídricos em unidade de conservação: determinação da qualidade microbiológica e físico- química do Ribeirão Bananeira, localizado na unidade de conservação Monumento Natural das Árvores fossilizadas do Tocantins (MNAFTO) em Filadélfia, Tocantins**

*Ana Paula Ribeiro dos Santos*<sup>1</sup>

*Benilson Pereira de Sousa*<sup>2</sup>

*Lilyan Rosmery Luizaga de Monteiro*<sup>3</sup>

*Priciane Cristina Correa Ribeiro*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

A Unidade de Conservação Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (UC – MNAFTO) apresenta importância patrimonial geobiológica ímpar no mundo, além de apresentar elementos arqueológicos também apresenta um potencial ecoturístico devido a sua exuberante beleza. Alguns levantamentos foram realizados nesta região pelo plano de manejo da UC, para complementar os levantamentos de dados no MNAFTO objetivando conhecer o seu estado de conservação. Desta forma, o presente trabalho busca determinar a qualidade microbiológica e físico-química dos recursos hídricos no Ribeirão Bananeira, localizado na Unidade de Conservação do MNAFTO no Município de Filadélfia/TO, como indicadores de possíveis alterações do ecossistema aquático do Ribeirão. Foram realizadas análise físico químicas, determinando-se fatores como temperatura, pH, alcalinidade, oxigênio dissolvido e turbidez, valores complementados com as análises microbiológicas. Os parâmetros determinados pela legislação foram comparados aos dados obtidos. O que tornou possível concluir que existe a necessidade da aplicação de medidas de remediação e

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins; anapaullamorays@live.com.

<sup>2</sup> Recursos Naturais do Instituto Natureza do Tocantins (Naturatins), benilson.sousa@naturatins.to.gov.br

<sup>3</sup> Licenciatura em Biologia; Universidade Federal do Tocantins; luizaga@mail.uft.edu.br ; priciane.ribeiro@mail.uft.edu.br

preventivas quanto ao estado de conservação observado neste ribeirão, desde que foram detectados valores de oxigênio dissolvido menores a 6 ppm, além da contagem elevada de bactérias heterotróficas com contagens maiores a 250 UFC/mL, em alguns casos, o que pode estar associado à presença de animais no ribeirão usado como fonte de dessedentação.

**Palavras-chave:** Qualidade ambiental; Análise microbiológica; Análise físico-química; Unidade de conservação

### **Abstract**

The Tocantins Fossilized Trees National Monument conservation unit (UC - MNAFTO) has a unique geobiological heritage and archaeological value. It also has potential for ecotourism due to its exuberant beauty. To understand its conservation status, the management plan of the UC conducted surveys in this region complementing data surveys in the MNAFTO. Here, we determine the microbiological and physico-chemical quality of the water resources in Ribeirão Bananeira, a tributary of the basin located in the MNAFTO conservation unit in the Filadelfia, TO municipality. These may be indicators of changes in the aquatic ecosystem of the Ribeirão. We performed physical chemical analysis, measuring factors including temperature, pH, alkalinity, dissolved oxygen and turbidity, as well microbiological analysis. We compared parameters as determined by the legislation to the data we obtained. We concluded mitigation and preventive measures regarding the river's conservation status are necessary. Dissolved oxygen values below 6 ppm and heterotrophic bacteria higher than 250 CFU/mL, in some cases, may be associated with the presence of livestock using the stream as a water source.

**Keywords:** Environmental quality; Microbiological analysis; Conservation unit

### **Introdução**

O Monumento Natural das Árvores Fossilizadas do Tocantins (MNAFTO) é uma Unidade de Conservação ambiental do estado criada pela lei 1.179 de outubro de 2000. Localizada no distrito de Bielândia, a 50 km de Filadelfia-TO, região norte do Tocantins, o local abriga a floresta fossilizada mais completa do mundo e chama atenção por ser abrigo de uma diversidade de áreas ricas em fósseis vegetais, com enorme importância. Estas características somadas aos elementos paisagísticos próprios do cerrado, determinam seu potencial turístico como Monumento Natural.



Ainda que tenham sido realizados estudos de impacto ambiental desta UC, durante a elaboração do seu plano de manejo (MRS/OIKOS, 2005), não foram realizados levantamentos sobre a qualidade da água. Neste contexto, podemos destacar estudos das matas ciliares, assim segundo Vaz e Orlando (2012), fatores como a cobertura vegetal nativa da mata ciliar podem servir de barreira física, reduzindo impactos ambientais tanto dos processos erosivos por exposição do solo as águas pluviais e assoreamentos, quanto da contaminação das águas por proximidade de animais, entre outros. A contaminação da água, seja inorgânica ou orgânica, revelada por parâmetros físico-químicos (ex.: pH, concentração de oxigênio, alcalinidade entre outros) e/ou microrganismos indicadores, fornecem informações sobre a ocorrência de contaminação fecal recente e sobre a possível presença de patógenos nesse ambiente. Segundo manual elaborado pela Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2014) bactérias do grupo dos coliformes são organismos amplamente utilizados como indicadores de poluição de águas naturais, já que alterações na população e atividade microbiana podem indicar transformações físicas e químicas da água, por isso são sinalizadores da integridade ecológica dos ecossistemas. Assim, nesta proposta buscamos determinar a qualidade microbiológica e físico-química dos recursos hídricos no Ribeirão Bananeira, localizado na Unidade de Conservação do MNAFTO no Município de Filadélfia, TO, como indicadores de possíveis alterações do ecossistema aquático do Ribeirão. Os resultados podem auxiliar futuros programas de manejo da área.

### **Material e métodos, resultados e discussão**

A água foi coletada em três pontos pré-estabelecidos do Ribeirão Bananeira localizado no município de Filadélfia TO, onde se encontra o distrito de Bielândia. As amostras foram coletadas em frascos de 500 mL, no período entre setembro e novembro de 2016, e em maio de 2017 e encaminhadas imediatamente para o laboratório de Microbiologia da UFT.

Para a análise microbiológica foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, descrito no Standard Methods for Examination of Water and Wasterwater (APHA, 2001) que auxilia no cálculo de probabilidade do número de bactérias encontradas na amostra analisada. Também conhecido como método de tubos múltiplos. Utilizou-se o método de fermentação de lactose em tubos múltiplos em que foram inoculados 1 mL das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$  em três séries de três tubos contendo Caldo Lauril Triptose. Para os primeiros, utilizou-se Caldo Verde Bile Brilhante (CVB), e para o segundo, o caldo *Escherichia coli* (EC), com incubação até 48 horas em estufa a  $37,5^{\circ}\text{C}$  e em banho-maria a  $44,5^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Os resultados das combinações de tubos contendo o CVB foram dedicados aos coliformes totais, enquanto os dos tubos de caldo EC resultaram-se em contagens de coliformes termotolerantes.

Após análise microbiológica, foi possível detectar a presença Coliformes totais e fecais *Escherichia coli*, em todas as amostras, apresentando valores importantes para bactérias heterotróficas, o que indica alto grau de matéria orgânica (Tabela 1). A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, pois a presença de animais próximo aos mananciais podem elevar o número destas bactérias. As análises das características ambientais e microbiologias do Ribeirão Bananeira podem servir de aparato inicial para se trabalhar a fundo o manejo de preservação destas águas. Entretanto é fundamental à preservação e busca de novas pesquisas e, também, analisarmos até que ponto a ação humana tem influências neste habitat. Existe ainda, a necessidade de novos estudos voltados à qualidade ambiental e conservação destes recursos hídricos.

**Tabela 1.** Resultados da análise microbiológica da água do Ribeirão Bananeira no MNAFTO, dados referentes ao ano de 2016 e período chuvoso de 2017.

Data	Pontos de amostragem*	NMP/100mL Coliformes totais	NMP/100mL Coliformes fecais	<i>Escherichia coli</i> (EMB)	Aeróbias Mesófilas (UFC/mL)
Nov./2016	1	$1,8 \times 10^6$	$6,8 \times 10^5$	-----	Incontável
	3	$6,8 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	-----	Incontável
Maio/2017	1	$7,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	+	$5,4 \times 10^4$
	2	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	-	$9,8 \times 10^4$
	3	$4,3 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	-	$9,1 \times 10^4$

\* O Ribeirão tem cerca de 28Km, sendo os pontos 1 e 3 situados em direção aos seus limites mais extremos e o ponto 2 mais ao centro de sua extensão.

Em relação aos parâmetros físico-químicos verificou-se uma variação da temperatura da água entre os pontos (de 27°C a 35,7°C), esta variação deve ser influenciada pela incidência solar da hora de amostragem (entre 10h e 13h). Quanto ao pH não foi observada grande variação de um ponto para outro (entre 5 e 6), estando apenas o valor de 5, estimado no Ponto 1, um pouco abaixo do recomendado pela Resolução CONAMA nº 357, de 2005 (pH > 6). Os valores de pH dependem das relações entre matéria orgânica, seres vivos, rocha, ar, água e, também, com a decomposição da matéria orgânica presente no curso d'água, sendo, portanto, um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental (ALVEZ, 2008). A mesma resolução determina ainda como valor limite de turbidez para águas de classe especial um máximo de 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT), estando os valores determinados para todos os pontos abaixo deste limite (entre 7,33 e 9,83 UNT). Por fim, o parâmetro alcalinidade foi estimado como baixos para todos os pontos (de 30 a 500 mg/L de CaCO<sup>3</sup>) corroborando com a acidez estimada a partir dos valores de pH. Embora a alcalinidade não seja um fator que representa riscos para a saúde humana, sua alteração pode torna-se sensível ao paladar. No conjunto temperatura, pH, turbidez e alcalinidade não parecem indicar que o Ribeirão Bananeira se encontrava poluído no período estudado. Contudo, considerando os valores de oxigênio dissolvido (OD), observou-se que, no início do período chuvoso, apenas no ponto 3 o valor de OD estava dentro do recomendado pela

Resolução CONAMA, 2005 (OD > 6). Assim poderíamos supor a presença de maior quantidade de matéria orgânica que estaria sendo degradada por microrganismos e levando a diminuição dos índices de oxigênio, como corroborado pelas contagens elevadas para bactérias heterotróficas, durante as análises microbiológicas.

### **Considerações finais**

Foram detectados índices elevados de bactérias indicadoras de contaminação da água, entre estas se encontra a bactéria *Escherichia coli*, cuja detecção implica contaminação fecal recente e sugere a possível presença de patógenos nesse corpo hídrico. A contagem elevada de bactérias heterotróficas corrobora a hipótese de contaminação orgânica reforçada pela redução dos teores de oxigenação dissolvido da água, pelo menos em um dos pontos de amostragem. Considerando os índices pluviométricos baixos na região e a atividade de agricultura de subsistência, é preciso fortalecer e apoiar os objetivos do plano de manejo do MNAFTO, dirigidos à proteção e recuperação dos recursos hídricos do Monumento, como ponto de partida para avaliações e monitoramento da qualidade destas águas.

### **Agradecimentos**

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Federal do Tocantins e Instituto Natureza do Tocantins-Naturatins.

### **Referências**

ALVES, E. C. et al. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. 1. ed. Maringá: Acta Sci. Technol., v.30, p. 39-48, 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: APHA; 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, p. 112, 2014.

CONAMA - Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

MRS/OIKOS (a) Plano de manejo do Monumento Natural das Arvores Fossilizadas do Tocantins. Brasília: MRS, 2005. Planos de manejo e de uso público no Monumento Natural das Arvores Fossilizadas do Tocantins e diagnóstico biofísico e socio-econômico. (Encarte 1). 2005.

VAZ, L.; ORLANDO, P. H. K. Importância das matas ciliares para manutenção da qualidade das águas de nascentes: Diagnóstico do Ribeirão Vai-Vem de Ipameri-GO. In: XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária, 2012, Uberlândia-MG. Anais eletrônico, Uberlândia-MG: UFU. 2012.

## **Parte 4.7**

**Comunicações curtas (resumos)**

**Short communications (abstracts)**



## Capítulo 4.7.1

### **Proteja Amazônia: ação em rede para o enfrentamento das violações de direitos humanos e ambientais na Amazônia**

*Caio Mota*<sup>1</sup>

*Alan Gomes*<sup>1</sup>

*Karla Sessin-Dilascio*<sup>2</sup>

*João Andrade*<sup>3</sup>

#### **Resumo**

A Proteja Amazônia é uma plataforma de defesa de direitos (advocacy) que articula jurídica e midiaticamente denúncias relacionadas às violações de direitos humanos e ambientais cometidas por projetos de infraestrutura na região Amazônica. Tem como objetivo apoiar e fortalecer povos indígenas, comunidades tradicionais, assentados da reforma agrária e territórios impactados por grandes projetos de infraestrutura na Amazônia, com ações em rede envolvendo monitoramento, denúncias, processos de formação e construção de estratégias de enfrentamento das violações dos direitos humanos, sociais e ambientais. Surge de um contexto em que a implementação da política energética na Amazônia apresenta um quadro grave de violações de direitos humanos e socioambientais. A baixa participação social nas fases de planejamento e licenciamento dos empreendimentos hidrelétricos, agrava o caos nos territórios impactados pelas barragens hidrelétricas. É um ambiente carente de mecanismos eficazes para mitigação, compensação e responsabilização de impactos, num contexto que coloca em grande desvantagem os povos tradicionais e a biodiversidade na Amazônia e em outros biomas. Além disso, os impactos negativos refletem-se nas áreas urbanas das regiões próximas à instalação destas obras, cujo inchaço populacional repentino e sazonal gera degradação social, perda dos meios de

---

<sup>1</sup> Coletivo Proteja Amazônia; Centro Popular do Audiovisual; caiomarquesmota@gmail.com; allan.difusao@gmail.com

<sup>2</sup> Coletivo Proteja Amazônia; karla.dilascio@gmail.com

<sup>3</sup> Coletivo Proteja Amazônia; Instituto Centro de Vida – ICV; joaoandrade116@gmail.com



produção e sobrecarga nos serviços públicos, como observado na construção das usinas São Manoel, Teles Pires e Belo Monte nos rios Teles Pires e Xingu. A Plataforma propõe-se a ser uma ferramenta que potencializa, através da cultura digital, do tratamento de informações e da comunicação, ações de “advocacy” multi-institucionais que possibilitem o fortalecimento de povos indígenas e comunidades tradicionais, diminuindo a distância entre os impactos que acontecem nos territórios e a responsabilização de seus responsáveis.

**Palavras chave:** Amazônia; Hidrelétricas, Direitos Humanos; Comunicação; Mídias digitais

## Capítulo 4.7.2

### **Usina Hidrelétrica de Estreito e desterritorialização: impactos sobre a saúde e resistência das famílias atingidas**

*Judite da Rocha*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

Neste estudo propomos uma discussão acerca da atual política energética brasileira e seu poder de desterritorialização com relação aos locais de trabalho, à produção, à cultura e convivência familiar, aos modos de vida das populações e a sua ligação com a água e o rio. Buscamos entender os diversos impactos na saúde das famílias atingidas e suas resistências decorrentes da construção e funcionamento da Usina Hidrelétrica de Estreito, localizada entre os estados do Maranhão e Tocantins, especialmente sobre as famílias que residiam na Ilha de São José (Tocantins), que foi submersa pelo reservatório em 2010. Desde então as famílias passaram a residir em diferentes reassentamentos localizados entre as cidades de Araguaína e Babaçulândia, no Estado do Tocantins.

**Palavras chave:** Desterritorialização; Território; Famílias; Comunidades atingidas; Hidroelétrica; Saúde

---

<sup>1</sup> Movimento dos Atingidos por Barragens - MAB; juditemab@gmail.com

## Capítulo 4.7.3

# Adaptive Environmental Assessment and Management: implementing best practices to prioritize learning within and between Amazonian sub-basins

*Lucas Bair*<sup>1</sup>

*Carolina R. C. Doria*<sup>2</sup>

*Jynessa Dutka-Gianelli*<sup>3</sup>

*Elineide E. Marques*<sup>4</sup>

*Christine Kirchhoff*<sup>5</sup>

*Theodore S. Melis*<sup>1</sup>

### Abstract

Focusing events such as the construction of a dam, the collapse of a fishery, or the endangerment of a species highlight the need for management action and can spur implementation of Adaptive Environmental Assessment and Management (AEAM). AEAM is the monitoring and research associated with reducing uncertainty in environmental systems to improve resource management. Reducing uncertainty can occur through experimentation (active learning) or through monitoring the variation in an environmental system over time (passive learning). The evolution of AEAM is well documented as is AEAM implementation that includes elements of both assessment and management. Still, it is critical to understand the elements of the AEAM process to effectively apply it to different contexts and potentially improve resource management. For

---

<sup>1</sup> U.S. Geological Survey, Southwest Biological Science Center, Grand Canyon Monitoring and Research Center, Flagstaff, Arizona, USA; lbair@usgs.gov; tmelis@usgs.gov;

<sup>2</sup> Federal University of Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brazil; carolinarcdoria@unir.br;

<sup>3</sup> Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA; dutkagia@msu.edu;

<sup>4</sup> Federal University of Tocantins, Palmas, Tocantins, Brazil; emarques@mail.uft.edu.br;

<sup>5</sup> Connecticut Institute for Resilience and Climate Adaptation, Civil and Environmental Engineering, University of Connecticut, Connecticut, USA; christine.kirchhoff@uconn.edu;

example, AEAM programs suffer when there is a failure to comprehend the need for management experiments, inadequate institutional support or infrastructure to implement management experiments, lack of leadership in implementation, or inadequate funding for monitoring programs. AEAM could benefit the Amazon Basin; opportunities exist where reducing uncertainty could improve management within or across sub-basins and spatially replicated treatments are possible. However, all learning comes at a cost. Active learning may be expensive (foregone hydropower revenues during experiments) and even passive learning requires funding that could be allocated to other management priorities. Therefore, prioritizing the reduction of critical uncertainties (those that improve management outcomes) and explicitly recognizing the cost of learning are important considerations while implementing best practices of AEAM in the Amazon Basin.

**Keywords:** Adaptive Environmental Assessment and Management, Amazon Basin, resource management, Learning

## Capítulo 4.7.4

### Caracterização da Bacia do Córrego Pouso do Meio de imagens de satélite

*Lucas de Alencar Maranhão*<sup>1</sup>

*Jacinto Pereira Santos*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

Com a constante demanda de aquisição de dados para tomadas de decisões estratégicas o Sensoriamento Remoto e SIG (Sistema de Informações Geográficas), são ferramentas indispensáveis para gerir informações na tomada de decisões tanto no âmbito político, como ambiental. O estudo do comportamento dos corpos hídricos assim como a dinâmica da água em localidades específicas, influi diretamente com o manejo de bacias hidrográficas. O presente estudo teve como objetivo analisar e avaliar a bacia Hidrográfica Córrego Pouso do Meio através do processamento digital utilizando imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) gerando um MDE (Modelo digital de Elevação) e a posteriori um mapa de potencialidade hídrica, que inclui várias características para avaliação de deflúvio entre outros valores de avaliação de bacias. Foram gerados mapas no software livre Qgis 2.18 usando-se de plugins como TauDEM referenciando a rede de escoamento da bacia dos pontos mais altos onde se encontram suas cabeceiras até seu exutório, e sua contribuição com rios de ordens superiores. Com esses dados em mãos as autoridades responsáveis pelo uso de corpos hídricos podem tomar decisões em loco, assim como podem ser utilizados para estudos e manejo de impactos ambientais.

**Palavras-chave:** Bacias hidrográficas, ALOS PALSAR, Modelo digital de elevação

---

<sup>1</sup> Fundação Universidade Federal do Tocantins; Campus de Gurupi; Curso Agronomia; lucas.alencar.maranhao@gmail.com; santosjp@uft.edu.br

## Capítulo 4.7.5

# **Monitoramento da pesca e r-existência no Baixo Tocantins: para não ficar a margem do progresso e ver a hidrovía passar**

*Cristiane Vieira Cunha*

*Marcos Mascarenhas Barbosa Rodrigues*<sup>1</sup>

### **Resumo**

A presente pesquisa analisou a pesca, enquanto sentidos da ação, existência e resistência dos sujeitos, neste caso o pescador artesanal. Pode-se comprovar e demonstrar a visibilidade da pesca como atividade mantenedora das comunidades Vila Taurí e Santo Antoninho no município de Itupiranga - Pará, as quais persistem diante de toda a imposição de um processo voraz de ocupação da fronteira, com destaque para a formação da Mesorregião do Sudeste do Pará. Nesta, observa-se uma ocupação célere e degradante, violenta e conflituosa, materializada na ocupação regional, via grandes projetos: mineral, hidrelétricos e agropecuários, acirrando a degradação ambiental e os conflitos sociais. Para a pesca, este modelo de ocupação tem representado uma elevação da escassez dos estoques pesqueiros, onde a penosidade e rendimentos decrescentes, subjaz como consequências da implantação da UHE de Tucuruí e do desmatamento, pela abertura de fazendas. Para agravar a situação, no baixo Tocantins, observa-se a iminência de implantação de uma hidrovía, a do Tocantins, cuja implantação do primeiro de três trechos compromete pontos de pesca, pela derrocagem do Pedral do Lourenço, onde situam-se os referidos pesqueiros, por nós mapeados. Sob a imposição de lógica de um modo de vida, urbano, e de um projeto, civilizatório colonial, que não vê, não contempla e não dialoga com outros saberes e modos de viver, obliterando a pesca artesanal. A despeito de a pesca existir, possuir uma dimensão material e simbólica, e ser responsável pela reprodução da vida na comunidade do Taurí e

---

<sup>1</sup> Unifesspa; Faculdade de Geografia; mascarenhas@unifesspa.edu.br

Antoninho. Os resultados mostram os dados de renda que a atividade de pesca gera para a comunidade. Para o grupo monitorado, foram capturados 16.788 kg de peixes em 262 pescarias, o que resulta em uma renda total de R\$ 47.409,30.

## Capítulo 4.7.6

### Monitoramento e resgate faunístico na UHE Lajeado

*Pedro Heber Estevam Ribeiro*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

Inquestionavelmente a necessidade de produção de energia, para conferir desenvolvimento e qualidade de vida, traz desafios incalculáveis para o desenvolvimento com sustentabilidade. Os modelos atuais de geração de energia embasados principalmente na utilização de combustíveis fósseis e barramentos para construção de sistemas hidroelétricos estão na contramão do desenvolvimento econômico, social e principalmente ambiental pela simples escassez dos recursos, poluição ambiental e supressão de ambientes naturais. Neste sentido a vocação hídrica para a geração de energia no Estado do Tocantins, juntamente com a expansão dos núcleos urbanos e fronteiras agrícolas tem contribuído enormemente para redução drástica do Bioma Cerrado e áreas de transição. Durante a construção da UHE Lajeado foram investidos mais de vinte milhões de reais para o monitoramento de todos os grupos faunísticos e para o resgate de trinta mil animais vertebrados e invertebrados. Contudo, existem três grandes perguntas para serem respondidas: 1 - Qual é a distribuição e abundância destes animais na área direta e indiretamente impactada? 2 - O que acontece com estes animais antes, durante e depois do enchimento da barragem? 3 - Qual deve ser a logística para resgatar, triar e soltar estes animais? A solução para estas questões foi investir em equipe qualificada, muita tecnologia e importantes parcerias.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, IFTO; pedro.ribeiro@ifto.edu.br



## Capítulo 4.7.7

### Práticas ecoturísticas do Tocantins

*Stephanni Gabriella Silva Sudré*<sup>1</sup>

#### **Resumo**

O presente estudo tem como objetivo geral descrever o ecoturismo e suas práticas em Tocantins e como objetivos específicos: elencar os destinos do ecoturismo no Estado e apresentar as áreas naturais utilizadas deste segmento de turismo na região. Como metodologia utilizou-se a revisão bibliográfica, a pesquisa documental e virtual com a observação dos sites das empresas de turismo que agenciam o Estado de Tocantins. A pesquisa identificou seis destinos turísticos em áreas naturais diferentes, sendo eles com grau de desenvolvimento, organização e oferta turística diferenciada, e, contudo, foram identificados dois pacotes de ecoturismo no Tocantins.

**Palavras-chave:** Ecoturismo; Unidade de conservação; Tocantins

---

<sup>1</sup> Universidade Federal do Tocantins. [stephanni\\_@uft.edu.br](mailto:stephanni_@uft.edu.br)

## **Seção 5**

**Feira de Saberes e Experiências**

**Knowledge and Experiential Fair**



## A Feira de Experiências

*Simone Athayde*<sup>1 2</sup>

No último dia do Workshop da RBA, foi organizada uma Feira de Experiências num espaço aberto e informal da Universidade Federal do Tocantins. Este evento específico teve o objetivo de facilitar o intercâmbio acadêmico e cultural entre os diversos participantes do workshop, incentivando e acolhendo iniciativas e apresentações em diversos formatos. Uma parte importante da Feira foi a apresentação de pôsteres realizada principalmente por estudantes e pesquisadores de Tocantins e de outras partes do Brasil. Os resumos correspondentes aos pôsteres apresentados estão na Seção 4 deste livro. Foram apresentados 51 pôsteres sobre diversas temáticas relacionadas à problemática da construção de hidrelétricas na Amazônia. Além da apresentação dos pôsteres, houve projeção de vídeos; pintura corporal indígena; exposição e venda de artesanato indígena; e intercâmbio musical.

A Feira propiciou um espaço importante para facilitar a formação e fortalecimento de grupos e redes, bem como para incentivar o contato, diálogo e comunicação entre participantes de diversas nacionalidades, experiências, áreas disciplinares línguas e grupos culturais. Pesquisadores se reuniram para fazer música juntos, estudantes de diversos Estados puderam conhecer as pesquisas uns dos outros, e participantes Indígenas do Brasil e dos Estados Unidos tiveram a oportunidade de se conhecer e experienciar aspectos específicos de seu patrimônio cultural, como a arte, os grafismos e as línguas indígenas. Uma experiência enriquecedora para todos e todas que participaram!

---

<sup>1</sup> Tropical Conservation and Development Program, Center for Latin American Studies, University of Florida. simonea@ufl.edu

<sup>2</sup> Department of Global and Sociocultural Studies & Kimberly Green Latin American and Caribbean Center, Florida International University (FIU), sathayde@fiu.edu

## **The Experiences Fair**

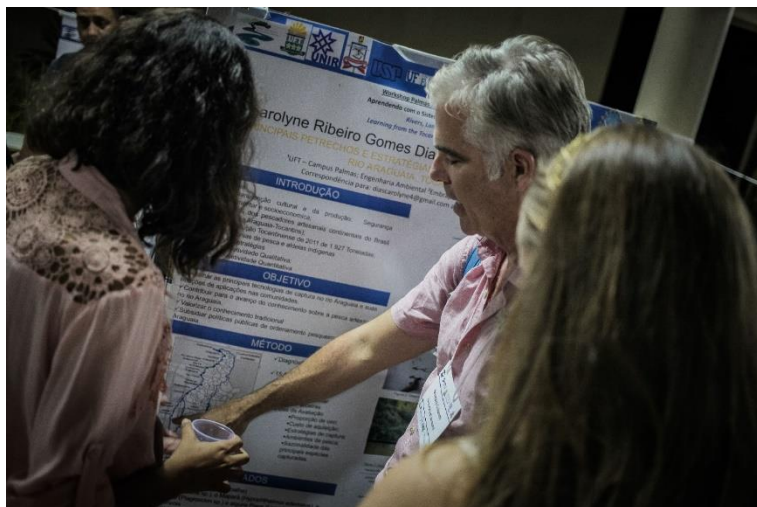
On the last day of the ADN Workshop, we organized an Experience Fair in an open and informal space at the Federal University of Tocantins. This specific event aimed to facilitate academic and cultural exchange between the various workshop participants, encouraging and welcoming initiatives and presentations in various formats. An important part of the Fair was the presentation of posters held mainly by students and researchers from Tocantins and other parts of Brazil. The abstracts corresponding to the posters presented are included in Section 4 of this book. 51 posters were presented on various themes related to the topic of construction of hydroelectric dams in the Amazon. In addition to the poster session, the event also included videos, Indigenous body painting, exhibition and sale of Indigenous handicrafts, and musical exchange.

The Fair provided an important space to facilitate the formation and strengthening of groups and networks, as well as to encourage contact, dialogue and communication between participants of various nationalities, experiences, disciplines, languages and cultural groups. Researchers gathered to make music together, students from various states were able to learn about each other's research, and Indigenous participants from Brazil and the United States had the opportunity to get to know each other and experience specific aspects of their cultural heritage, such as art, graphics and Indigenous languages. An enriching experience for everyone who participated!

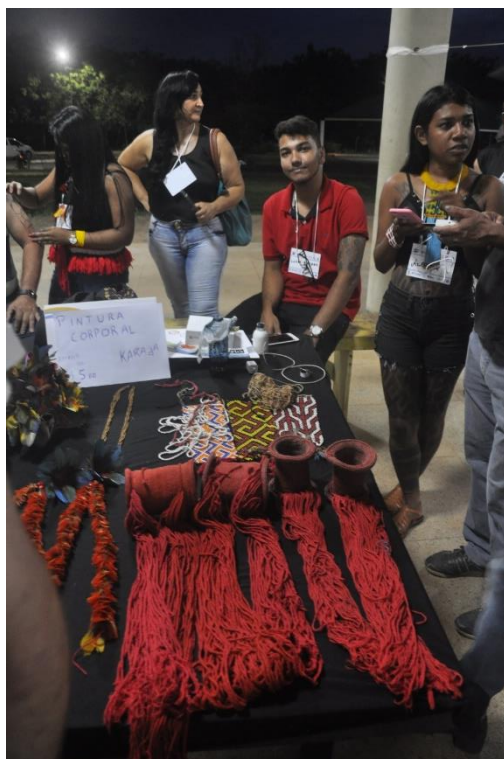
## Fotos, pôsteres, painéis, mapas e outros











## **Seção 6**

### **Popularização da Ciência**

#### **Popularizing Science**

Os cinco textos da seção Popularização da Ciência são traduções e/ou adaptações de estudos publicados em revistas científicas ou de opinião, visando facilitar o acesso às informações referente ao tema das barragens. Uma vez acessíveis, estas informações podem ser comunicadas por meios mais ativos e participativos. Afinal, a comunicação e o debate entre atores sociais envolvidos no processo de construção de barragens, desde o planejamento até o período pós-barragem, podem melhorar os resultados obtidos, reduzir os impactos socioecológicos, facilitar a tomada de decisões ou o direcionamento de outras ações. A formatação das citações e referências seguem o formato original dos artigos e, em alguns casos, se diferenciam do formato utilizado nesta publicação.

The five texts in the Popularization of Science section are translations and/or adaptations of published studies in scientific or opinion journals, reproduced to facilitate the access to information on the subject of dams. Once accessible, this information can be communicated through more active and participatory means. After all, communication and debate between social actors involved in the dam construction process, from planning to the post-dam period, can improve the results obtained, reduce social-ecological impacts, facilitate decision-making or drive other actions. The citations and references styles follow the original format of the articles and, in some cases, differ from the format used in this publication.



## Capítulo 6.1

# Mapeando pesquisas sobre energia hidráulica e sustentabilidade na Amazônia brasileira: avanços, lacunas de conhecimento e rumos futuros <sup>1 2 3</sup>

*Simone Athayde* <sup>4</sup>

*Mason Mathews* <sup>5</sup>

*Stephanie Bohlman* <sup>6</sup>

*Walterlina Brasil* <sup>7</sup>

*Carolina R. C. Doria* <sup>8</sup>

*Jynessa Dutka-Gianelli* <sup>9</sup>

*Philip M. Fearnside* <sup>10</sup>

*Bette Loiselle* <sup>11</sup>

---

<sup>1</sup> Esta tradução está disponível na base Research Gate em: [https://www.researchgate.net/publication/338162742\\_Mapeando\\_pesquisas\\_sobre\\_energia\\_hidraulica\\_e\\_sustentabilidade\\_na\\_Amazonia\\_brasileira\\_avancos\\_lacunas\\_de\\_conhecimento\\_e\\_rumos\\_futuros\\_Traducao\\_em\\_Portugues](https://www.researchgate.net/publication/338162742_Mapeando_pesquisas_sobre_energia_hidraulica_e_sustentabilidade_na_Amazonia_brasileira_avancos_lacunas_de_conhecimento_e_rumos_futuros_Traducao_em_Portugues).

<sup>2</sup> Athayde 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, 37:50–69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877343518300769>

<sup>3</sup> Tradução realizada por Dayana Catâneo e Walterlina Brasil, pesquisadoras da Rede Internacional de Pesquisa sobre Barragens Amazônicas – RBA/Amazon Dams International Research Network (ADN)/Red Internacional de Investigación sobre Represas Amazónicas (RIRA). [www.amazondamsnetwork.org](http://www.amazondamsnetwork.org). Citar o artigo original.

<sup>4</sup> Tropical Conservation and Development Program (TCD), Center for Latin American Studies, University of Florida, Gainesville, USA. HYPERLINK "mailto:simonea@ufl.edu" simonea@ufl.edu

<sup>5</sup> Natural Hazards Center, University of Colorado Boulder, Boulder, USA.

<sup>6</sup> School of Forest Resources and Conservation (SFRC), University of Florida.

<sup>7</sup> Department of Education, Federal University of Rondônia (UNIR), Porto Velho, Brazil.

<sup>8</sup> Laboratory of Ichthyology and Fisheries, Department of Biology, Federal University of Rondônia (UNIR), Porto Velho, Brazil.

<sup>9</sup> Department of Community Sustainability, Michigan State University (MSU), USA.

<sup>10</sup> National Institute for Amazonian Research (INPA), Manaus, Brazil.

<sup>11</sup> Department of Wildlife Ecology and Conservation (WEC) and Tropical Conservation and Development Program (TCD), Center for Latin American Studies, University of Florida, Gainesville, USA.

*Elineide E. Marques*<sup>12</sup>

*Theodore S. Melis*<sup>13</sup>

*Brent Millikan*<sup>14</sup>

*Evandro M. Moretto*<sup>15</sup>

*Anthony Oliver-Smith*<sup>16</sup>

*Amintas Rossete*<sup>17</sup>

*Raffaele Vacca*<sup>18</sup>

*David Kaplan*<sup>19</sup>

## **Resumo**

Nos últimos vinte anos, várias grandes e pequenas hidrelétricas começaram a transformar a região amazônica, gerando um volume crescente de pesquisas acadêmicas em diversos campos disciplinares e interdisciplinares. Neste artigo, oferecemos uma revisão crítica de pesquisas recentes relacionadas a energia hidráulica e sustentabilidade com foco na Amazônia brasileira. Revisitamos o conceito de sustentabilidade para incluir a contribuição de vários campos do conhecimento e perspectivas para entender, gerenciar e tomar decisões sobre sistemas socioecológicos transformados por barragens. Realizamos uma revisão de literatura no Banco de Dados *Web of Science*, incluindo artigos acadêmicos publicados nos últimos 5 anos (2014–2019), sobre diversos aspectos do planejamento, construção, operação e monitoramento de projetos hidrelétricos na Amazônia brasileira. Apresentamos os resultados de uma análise de redes de co-ocorrência de campos disciplinares em publicações, destacando campos de ligação, desconexões, lacunas e oportunidades para pesquisas interdisciplinares. Finalmente, relatamos avanços recentes no entendimento e gerenciamento de sistemas socioecológicos em bacias hidrográficas da Amazônia, incluindo processos biofísicos; socioeconômicos; e de governança e desenvolvimento vinculados ao planejamento e implementação de barragens hidrelétricas. Esta revisão identifica lacunas de conhecimento e direções futuras de pesquisa, destacando

---

<sup>12</sup> Graduate Program in Environmental Sciences, (PPGCIamb), Department of Biology, Federal University of Tocantins, Palmas, Brazil.

<sup>13</sup> U. S. Geological Survey (USGS), Southwest Biological Science Center, Flagstaff, USA.

<sup>14</sup> International Rivers Network, Amazon Program, Brasília, Brazil.

<sup>15</sup> Institute of Energy and Environment, School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, Brazil.

<sup>16</sup> Department of Anthropology, University of Florida, Gainesville, USA.

<sup>17</sup> Faculty of Agrarian Sciences, State University of Mato Grosso (UNEMAT), Nova Xavantina, Brazil.

<sup>18</sup> Department of Sociology and Criminology and Law, University of Florida, Gainesville, USA.

<sup>19</sup> Engineering School of Sustainable Infrastructure and Environment (ESSIE), Department of Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, USA.

oportunidades para uma melhor comunicação entre cientistas, profissionais, tomadores de decisão, povos indígenas e outros atores locais.

## 1. Introdução

A bacia do Rio Amazonas é o maior sistema de água doce do mundo, proporcionando benefícios críticos para populações locais, sociedades nacionais e a humanidade em geral. Apesar do relativo bom estado de conservação das bacias hidrográficas amazônicas em comparação àquelas dos Estados Unidos ou rios Europeus, estes ecossistemas estão enfrentando transformações rápidas causadas por expansões agrícolas, urbanização, exploração excessiva de espécies animais e vegetais, e desenvolvimento de infraestrutura [1-4].

Além de ser uma região de superlativos globais que hospeda enorme diversidade cultural e biológica, a Amazônia também é uma fonte de energia relativamente inexplorada para países da América Latina dependentes de energia hidráulica [5]. A construção de barragens hidrelétricas (grandes e pequenas) nos afluentes do rio Amazonas no Brasil (ver Fig. 1) avançou nas últimas duas décadas como resultado de planos governamentais de longo prazo voltados para o aumento da segurança energética, crescimento econômico, industrialização e melhoria dos padrões de vida [5-7]. Esses esforços fazem parte da Iniciativa para a Integração da Infraestrutura Regional da América do Sul (IIRSA), que busca transformar a região Amazônica em uma fonte continental de energia hidrelétrica, ligada por um eixo intermodal de estradas, portos, hidrovias e ferrovias [8]. Os efeitos das transformações socioecológicas desencadeadas pelas barragens, como a extração de recursos naturais e o desenvolvimento de infraestrutura associada na Amazônia brasileira, serão magnificados pelas barragens existentes e propostas na região Amazônica-Andina [2,9,10]. O ritmo acelerado do desenvolvimento planejado, a escala espacial dos efeitos e o potencial de perda prejudicial e irreversível da biodiversidade e serviços ambientais de importância global, tornam essa transformação hidrológica sem precedentes em suas

consequências. Prevê-se que barragens de grande escala tenham impactos de alto alcance em bacias hidrográficas, florestas, pessoas, economias e clima, da escala local à global [2,11,12]. As pequenas barragens também estão crescendo desordenadamente e modificando a paisagem amazônica a uma taxa crescente, apoiadas por políticas e regulamentações nacionais e internacionais que geralmente incluem processos de licenciamento ambiental menos rigorosos [13,14].

Apesar do histórico de desenvolvimento de projetos hidrelétricos na Amazônia remeter-se aos início da década de 1970, os efeitos cumulativos, sinérgicos e de longo prazo de barragens em rios, florestas e sistemas sociais ainda são subestimados no planejamento, tomada de decisão e gerenciamento destes empreendimentos [2,15-18]. Lacunas no entendimento devem-se, em grande parte, à falta de pesquisas rigorosas e independentes, à falta de articulação e integração dos dados e conhecimentos existentes, bem como à abordagem fragmentada de estudos que informam avaliações e mitigação de impactos sociais e ambientais. Além disso, o curto período permitido para o monitoramento pré e pós-barragem limita as oportunidades para melhorar o gerenciamento e a possível re-operação da barragem para atender melhor a vários objetivos, esforços que têm sido implementados em outros rios regulados do mundo (por exemplo, o Rio Colorado nos EUA) [19].

A ciência da sustentabilidade concentra-se na geração, articulação e aplicação do conhecimento aos problemas de desenvolvimento, governança e tomada de decisão, da escala local à global [20]. Para atender às necessidades das gerações atuais sem comprometer as das futuras, os tomadores de decisão precisam mapear e considerar a melhor ciência disponível, bem como os conhecimentos existentes. Isso implica incluir múltiplas perspectivas (ou seja, abraçar o pluralismo), opções e escolhas no planejamento e na tomada de decisão, e requer maior integração de diversos tipos de informações e conhecimentos gerados e mantidos por diversos grupos sociais, cientistas, profissionais e outros atores relevantes [21- 23].

Os sistemas socioecológicos (SSEs) podem ser conceituados como sistemas compostos por elementos hierárquicos aninhados: unidades de recursos (naturais) e usuários (humanos), sistemas de recursos (sistemas humano-naturais vinculados), sistemas de governança e configurações sociais, econômicas e políticas mais amplas em diferentes escalas [24]. Definimos amplamente as instituições como sistemas de regras sociais estabelecidas e prevalentes que estruturam as interações sociais [25]. A governança inclui o desenvolvimento e a aplicação de princípios, regras e normas e a capacitação de instituições que orientam as interações públicas e privadas na gestão de sistemas socioecológicos [26]. Gerenciar SSEs de maneira sustentável no contexto de barragens envolve: 1) compreender e modelar as interações dos componentes de um sistema em diferentes escalas espaciais e temporais; e 2) tomar decisões informadas com base na avaliação dessas interações [27,28].

Nos países amazônicos, a avaliação e o monitoramento insuficientes das transformações socioecológicas associadas à energia hidrelétrica são agravados pela participação limitada e/ou inadequada de vários atores sociais e partes interessadas nos estágios de planejamento, construção, monitoramento, mitigação e operação das barragens [29–32]. Inconsistências dentro e entre instituições e políticas governamentais e falta de comunicação entre as partes interessadas (acadêmicos, sociedade civil, governo, empresas privadas, comunidades) tem exacerbado conflitos sociais, aumentando os processos de judicialização e resultado em fraco desempenho dos programas de mitigação e monitoramento [30,33–35]. Em particular, o recente planejamento e construção de represas hidrelétricas nas principais bacias hidrográficas da Amazônia brasileira (Tocantins, Madeira, Xingu e Tapajós) provocaram conflitos violentos, careceram de consulta adequada às comunidades indígenas e tradicionais e foram notórios pela violação de direitos humanos e por escândalos de corrupção [33,36,37].

Neste artigo, revisamos os recentes avanços na pesquisa e na produção de conhecimento sobre o desenvolvimento de hidrelétricas na



Amazônia brasileira nos últimos cinco anos, identificando o progresso em áreas de conhecimento e temas-chave, além de lacunas de conhecimento e direções futuras de pesquisa. O processo de síntese e revisão, incluindo a definição de campos disciplinares chave, temas e questões críticas, foi realizado por meio de análises no banco de dados da Web of Science (WOS), bem como pelo trabalho colaborativo realizado entre membros da Rede Internacional de Pesquisa em Barragens Amazônicas/Amazon Dams International Research Network/Red Internacional de Investigación em Represas Amazónicas (RBA/ADN/RIRA)<sup>20</sup>. O artigo inicia-se com a apresentação de resultados de análises realizadas a partir do banco de dados WOS focado em publicações sobre barragens brasileiras e amazônicas, mostrando como as pesquisas sobre esse tema desenvolveram-se ao longo do tempo. Em seguida, fornecemos uma análise de rede de co-ocorrência de campos disciplinares para um subconjunto de 290 artigos sobre barragens hidrelétricas da Amazônia brasileira publicados nos últimos 5 anos (2014-2019), destacando os principais campos acadêmicos que estão contribuindo com conhecimento sobre este tópico, como eles estão conectados, quais campos são mais centrais para esse assunto e quais estão atuando como pontes disciplinares. Posteriormente, apresentamos uma análise crítica desse conjunto de publicações, fornecendo informações sobre campos acadêmicos, instituições e fontes de financiamento. Por fim, oferecemos uma revisão crítica dos avanços recentes, lacunas de conhecimento e orientações para pesquisas futuras.

---

<sup>20</sup> A Amazon Dams Network é uma rede internacional transdisciplinar de pesquisadores e várias partes interessadas que estudam o desenvolvimento de hidrelétricas na Amazônia. É nomeado rede de pesquisa de barragens da Amazon nos EUA (ADN); Rede de Pesquisa em Barragens Amazônicas (RBA) no Brasil; e “Red Investigación en Represas Amazónicas” (RIRA) em países de língua espanhola na Amazônia. Mais informações: [www.amazondamsnetwork.org](http://www.amazondamsnetwork.org)

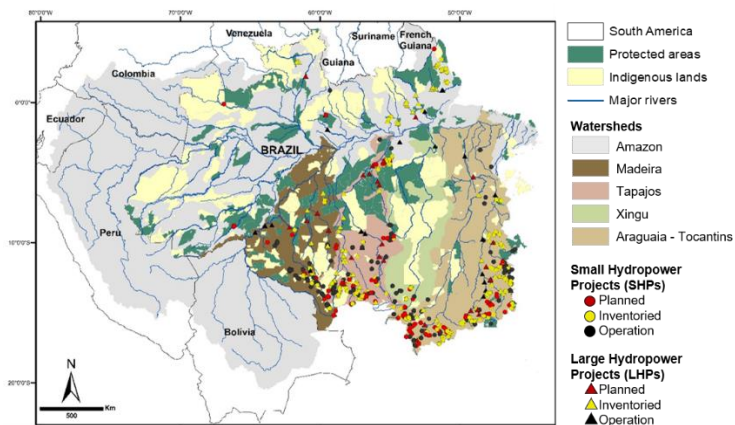


Figura 1. Mapa da bacia Amazônica mostrando pequenos (SHPs) e grandes (LHPs) projetos hidrelétricos planejados, inventariados e em operação nas principais bacias hidrográficas brasileiras. Fontes: ANEEL (2019); Áreas Protegidas, rios brasileiros, bacias hidrográficas: MMA; Terras Indígenas: Funai; Rios da América do Sul: HydroSHEDS.

## 2. Métodos

Esta revisão é baseada na compilação, síntese e análise de dados e publicações presentes no banco de dados Web of Science<sup>21</sup> (WOS) (incluindo todos os bancos de dados disponíveis) em diferentes períodos e com diferentes focos geográficos. Inicialmente, realizamos uma pesquisa usando os termos “Brasil” E “barragem e/ou barragens; e/ou hidrelétrica; e/ou energia hidrelétrica” para o período 1968-2019 (50 anos), que produziu 3.866 registros. Em seguida, realizamos uma pesquisa no mesmo período, substituindo “Brasil” por “Amazônia ou amazônica” como palavra-chave, que produziu 847 registros. O primeiro ano a apresentar um registro de publicação sobre esse assunto no Brasil foi 1973.

<sup>21</sup> O Web of Science (WOS), anteriormente conhecido como Web of Knowledge, é um serviço de indexação de citações científicas baseado em assinatura online que fornece uma pesquisa abrangente por citações. A Coleção Principal do Web of Science consiste em seis bancos de dados online: Índice de Citação Científica; Índice de Citações em Ciências Sociais; Índice de Citação em Artes e Humanidades; Índice de Citações Científica Fontes Emergentes; Índice de Citações de Livros; e Índice de Citações de Procedimentos em Conferências. Bancos de dados adicionais disponíveis nas pesquisas do WOS incluem o Índice de Citação SciELO; o Índice de Citação de BIOSIS; MEDLINE®; CABI; e Registros zoológicos. Página da web: <https://clarivate.com/products/web-of-science/>. Fonte: Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_of\\_Science](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_of_Science), acessado em 25 de maio de 2019.

Realizamos uma análise de temas e padrões de co-ocorrência em pesquisas publicadas sobre barragens focadas no desenvolvimento de hidrelétricas na Amazônia brasileira. Análises de padrões de co-autoria e co-ocorrência em artigos de periódicos tem sido usadas para medir o crescimento da ciência da equipe [38], estudar a evolução dos campos científicos [39], identificar grupos e comunidades de pesquisa [40,41], explicar o desempenho da pesquisa [42] e identificar cientistas influentes [43], entre outras finalidades. Embora os estudos de co-autoria melhorem nossa compreensão das interações dentre cientistas, uma análise de co-ocorrência pode revelar as conexões e lacunas entre as disciplinas acadêmicas que moldam a produção do conhecimento acadêmico.

Para a análise da co-ocorrência de categorias de assuntos e campos disciplinares nas mesmas publicações, limpamos o conjunto inicial de dados de 471 registros para incluírem apenas publicações relacionadas à energia hidráulica na Amazônia brasileira, que produziram um conjunto de 339 artigos revisados por pares para o período 2014-2019, do qual selecionamos um subconjunto de 290 registros da Web of Science Core Collection, para os quais estavam disponíveis dados completos sobre co-autoria, categorias WOS, organizações e financiamento. Usamos esse subconjunto para caracterizar os tópicos mais estudados em pesquisas recentes relacionadas à energia hidráulica, identificando quais categorias de assuntos do WOS estão representadas e medindo como e onde essas categorias de temas aparecem juntas. Sempre que uma publicação nos dados é relevante para várias categorias do WOS, isso é registrado como uma co-ocorrência para a publicação. Agrupamos e analisamos os dados usando o BibExcel para exportar os registros de publicação do WOS para Excel e R, RStudio e Igraph para produzir as visualizações de rede de co-ocorrência.

As principais limitações do método e das análises realizadas são: a) embora o WOS inclua o banco de dados SciELO<sup>22</sup>, ele não captura

---

<sup>22</sup> O SciELO - Scientific Electronic Library Online - é um banco de dados bibliográfico, biblioteca digital e modelo cooperativo de publicação eletrônica de periódicos de acesso aberto. Foi criado para atender às necessidades de comunicação científica dos países em desenvolvimento e fornece uma maneira eficiente de aumentar a visibilidade e

publicações relevantes produzidas por acadêmicos no Brasil e em outros países da Amazônia não indexados no SciELO; b) Embora o SciELO inclua publicações em outros idiomas além do inglês, questões de tradução e a maneira como os artigos e palavras-chave são indexados podem levar a negligenciar as publicações; c) O WOS, que se concentra exclusivamente na literatura acadêmica, não captura a produção de conhecimento na forma de livros, relatórios, artigos voltados para políticas públicas e outros formatos, desenvolvidos por grupos da sociedade civil, incluindo autores e comunidades locais, organizações não-governamentais (ONGs) e povos e organizações indígenas; e d) Embora a pesquisa em todas as bases de dados do WOS tenha produzido um conjunto original de 339 artigos para o período 2014-2019, incluindo registros de SciELO (17), BIOSIS (2), MEDIS (2), MEDLINE (1), CABI (25) e Zoological Record (4), as análises de co-ocorrência, bem como dados sobre organizações, fontes de financiamento e categorias disciplinares do WOS, estavam disponíveis apenas para um subconjunto de 290 artigos. No entanto, para a análise qualitativa e descrição de avanços recentes, lacunas de conhecimento e orientações de pesquisa, usamos o conjunto completo de 339 artigos.

### **3. Pesquisa acadêmica sobre barragens hidrelétricas na Amazônia brasileira**

A Figura 2 mostra a distribuição de publicações por ano nos conjuntos de dados do WOS, ilustrando o crescente interesse e produção científica em relação ao desenvolvimento hidrelétrico no Brasil e na região amazônica nos últimos vinte anos. Após o ano 2000, há um crescimento acentuado e contínuo de publicações sobre energia hidrelétrica no Brasil e na Amazônia, mostrando uma aceleração nos últimos cinco anos.

---

o acesso à literatura científica. Estabelecido originalmente no Brasil em 1997, atualmente há 14 países na rede SciELO e suas coleções de periódicos: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, México, Peru, Portugal, South Africa, Spain, Uruguay, e Venezuela. Website: <https://www.scielo.org/en/>. Fonte: Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/SciELO>, acesso em 25 de Maio de 2019.

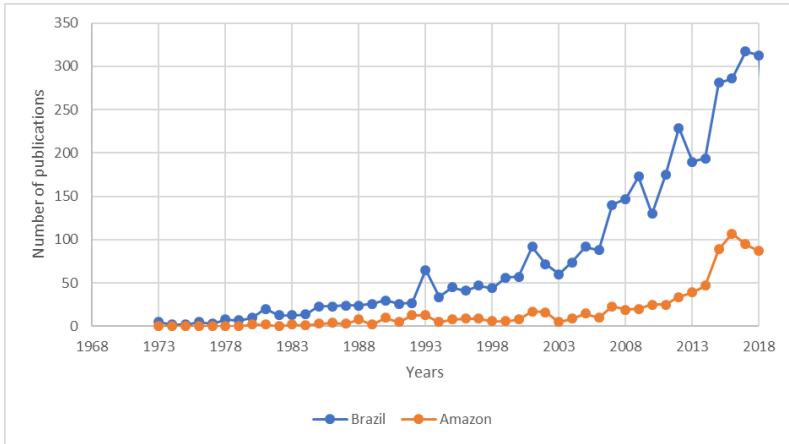


Figura 2. Número de publicações relacionadas a hidrelétricas brasileiras e amazônicas na Web of Science (WOS) para o período 1973-2019.

Nossa análise das categorias de assuntos da WOS revela a natureza multidisciplinar da pesquisa sobre desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia brasileira. Das aproximadamente 250 categorias de assuntos no banco de dados do WOS, 56 aparecem neste conjunto de dados. Uma lista completa das categorias WOS apresentada nos diagramas deste artigo é fornecida nos Materiais Suplementares (SM1).

Uma análise das conexões dentro e entre grupos disciplinares ou temáticos na rede de co-ocorrência dos artigos selecionados nos ajuda a entender como pesquisadores com diferentes formações acadêmicas tendem a desenvolver equipes interdisciplinares (Fig. 3). Na Figura 3, os nós representam categorias de assuntos WOS e duas categorias são conectadas se tendem a aparecer juntas na descrição do WOS das mesmas publicações sobre barragens hidrelétricas. Os polígonos ao redor dos nós mostram agrupamentos (*clusters*) de categorias mais densamente conectadas, conforme identificado pelo algoritmo de *Louvain* para detecção de agrupamento de rede.

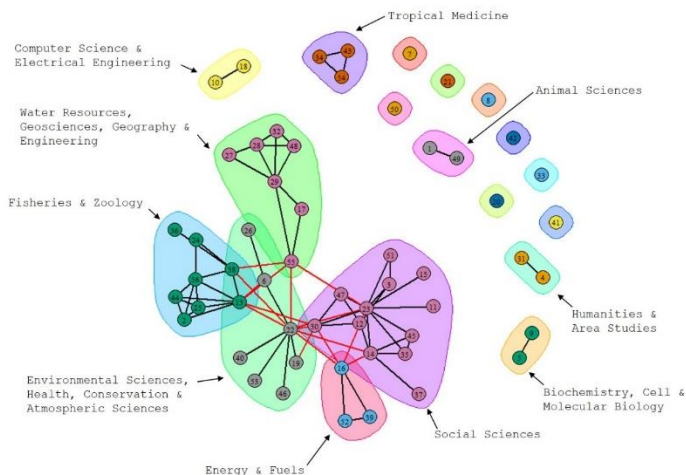


Figura 3. Rede de co-ocorrência entre categorias de assuntos do WOS em publicações com foco em hidrelétricas da Amazônia brasileira para o período 2014-2019. Os agrupamentos são categorias WOS, as conexões são co-ocorrências (linhas pretas entre agrupamentos mostram relações entre categorias dentro do mesmo cluster de Louvain, enquanto as relações entre cluster são mostradas como linhas vermelhas). Os IDs numéricos dos agrupamentos e as categorias correspondentes são fornecidos nos Materiais Suplementares (SM1). Polígonos coloridos são aglomerados de Louvain [44].

Os vários agrupamentos disciplinares e temáticos classificados de acordo com as categorias disciplinares do WOS são nós ou nódulos, e os vínculos entre eles são laços ou ligações. Os campos isolados são nós periféricos à rede, que não estão diretamente conectados a nenhum nó da rede, como por exemplo Ciência da Computação e Engenharia Elétrica, Medicina Tropical, Ciências Animais e outros. Os agrupamentos centrais representam subconjuntos de agrupamentos multi ou interdisciplinares/temáticos que estão se conectando com outros campos disciplinares. Como exemplo de uma conexão entre disciplinas, a categoria Recursos Hídricos (55) é um centro de conexões entre todos os campos, exceto Energia e Combustíveis. Os campos de Ecologia (13), Ciências ambientais (22), Ciência e tecnologia verde e sustentável (30) e Energia e combustíveis (16) fornecem conexões entre os outros campos "satélites". Ao detectar categorias de assuntos que abrangem pesquisadores de diferentes grupos disciplinares, podemos projetar estratégias para criar

pontes de pesquisa e facilitar a comunicação e a colaboração entre divisões disciplinares.

Além de identificar as ligações entre categorias de assuntos, nossa análise também identifica algumas das lacunas que podem ser um terreno fértil para a geração de conhecimento. Por exemplo, na Fig. 3 não há conexão entre o cluster de Engenharia Elétrica/Ciência da Computação e o cluster de Recursos Hídricos, o que pode representar uma oportunidade de colaboração. A Medicina Tropical também é um cluster isolado, que pode ser conectado a Zoologia e Ciências da Saúde. A Tabela 1 lista as dez principais categorias de assuntos nas publicações brasileiras relacionadas a barragens, que têm mais vínculos com categorias em outros grupos disciplinares na Fig. 3. Embora esses exemplos de categorias nem sempre estejam diretamente alinhados às disciplinas acadêmicas tradicionais, eles nos ajudam a entender os tipos de assuntos transversais de interesse para pessoas que estudam barragens no Brasil.

Tabela 1. As dez principais categorias da Web of Science com vínculos com outros grupos de Louvain.

ID	Categoria WOS	Vínculos no Grupo	Vínculos fora do Grupo
22	Ciências Ambientais	5	7
13	Ecologia	5	4
30	Ciência e Tecnologia Verde e Sustentável	3	4
55	Recursos Hídricos	2	4
16	Energia e Combustíveis	2	4
23	Estudos Ambientais	10	3
14	Economia	5	2
38	Biologia Marinha e de Água Doce	4	2
6	Conservação da Biodiversidade	2	1
19	Engenharia Ambiental	1	1

Análises adicionais da rede mediram a centralidade<sup>23</sup> de diferentes temas nas redes e capturaram o nível de envolvimento, ponte e influência dos agrupamentos [45]. Os campos de Ciências Ambientais (22), Recursos Hídricos (55), Biologia Marinha e de Água Doce (38), Estudos Ambientais

<sup>23</sup> O grau de centralidade é uma medida simples do número de conexões que um nó ou nóculo possui em uma rede, capturando o seu envolvimento e a sua influência potencial. O grau de intermediação mede até que ponto um nó fica no caminho mais curto entre outros nós, capturando pontes e mediações entre áreas desconectadas da rede [45].

(23), Energia e Combustíveis (16), Ecologia (13), Geociências (29), Economia (14), Ciência e tecnologia verde e sustentável (30) e Zoologia (56) apresentam um alto grau de centralidade e são as mais conectadas a outros subcampos, fornecendo suporte para pesquisa interdisciplinar e comunicação interdisciplinar. Os campos de Ciências Ambientais (22), Recursos Hídricos (55), Biologia Marinha e de Água Doce (38), Estudos Ambientais (23), Ecologia (13) e Geociências (29) apresentam um alto grau de intermediação, conectando campos que de outra forma não estariam conectados, podendo facilitar a colaboração e a comunicação relevante entre os campos desconectados. O campo interdisciplinar de Ciência e Tecnologia Verde e Sustentável (30) fornece uma conexão importante entre os campos das ciências biofísicas/ambientais e sociais.



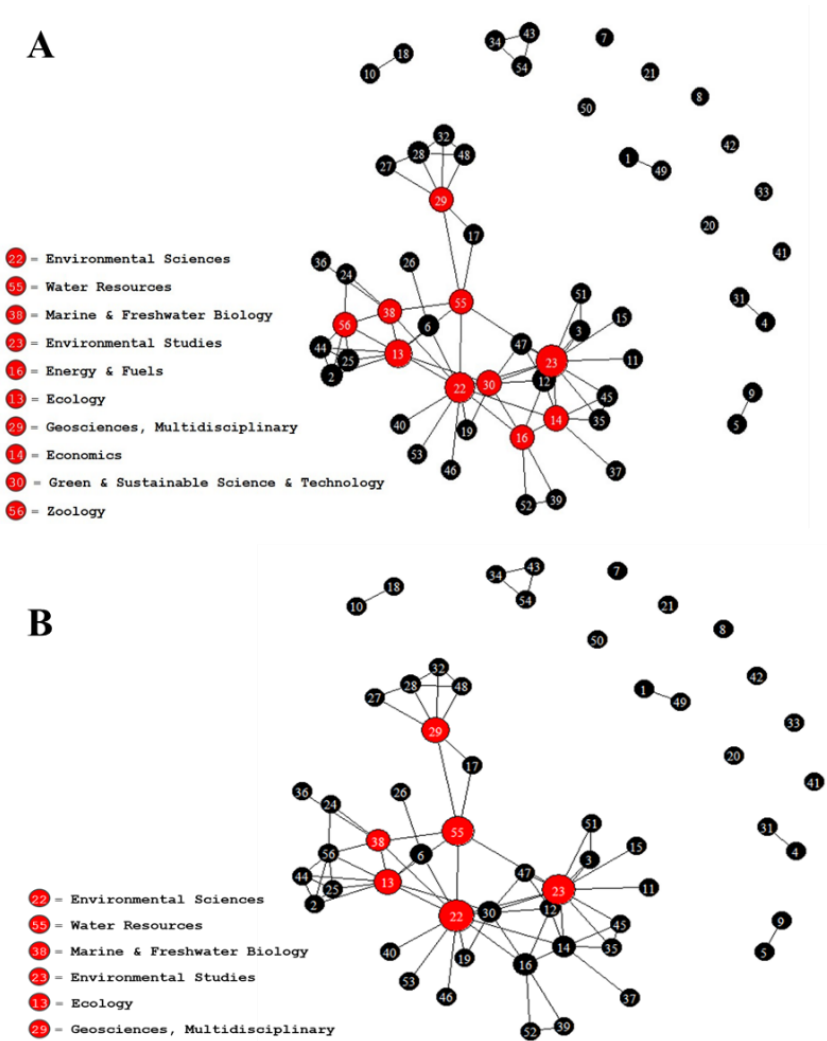


Figura 4. Rede de co-ocorrências entre categorias de assuntos da base de dados WOS em publicações brasileiras sobre hidrelétricas. (A) Categorias dimensionadas por grau de centralidade. Tamanhos maiores representam assuntos que têm mais conexões entre categorias. (B) Categorias dimensionadas por grau de intermediação. Tamanhos maiores representam categorias de assuntos que conectam áreas distantes que não estão conectadas na rede. Os nós vermelhos representam campos disciplinares com altos valores de centralidade e intermediação.

**Caixa 1. Organizações e financiamento de pesquisas em hidrelétricas na Amazônia brasileira**

De acordo com a pesquisa realizada na base WOS, as principais organizações de autores que publicam pesquisas revisadas por pares sobre energia hidráulica na Amazônia nos últimos cinco anos são as Universidades Brasileiras, dentre as quais o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) desempenha um papel de liderança (49 registros), seguido pelas Universidades Federais do Pará (UFPA, 34); Rondônia (UNIR, 27); Rio de Janeiro (UFRJ, 27); Amazonas (UFAM, 19); e Universidade de São Paulo (USP, 18), além de dez outras universidades brasileiras (ver SM 2). Internacionalmente, autores e coautores dessas publicações são da Universidade da Flórida (UF, 11), Universidade de East Anglia (11), Instituto de Pesquisa sobre o Desenvolvimento (IRD, 10), Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS, 7), Universidade Estadual de Michigan State (MSU, 7) e Sorbonne Université (7), entre outros. Autores de ONGs brasileiras e internacionais também contribuíram para esse tópico nas publicações da WOS, incluindo o World Wildlife Fund (WWF), a Wildlife Conservation Society (WCS), o Conservation Strategy Fund (CSF), The Nature Conservancy (TNC) e o Instituto de Pesquisas da Amazônia (IPAM), entre outros.

O financiamento da pesquisa foi fornecido principalmente pelas agências de pesquisa do governo brasileiro, notadamente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com 39,3% dos registros das publicações, seguido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 22,1%), Fundação de Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, 7,2%), Fundação de Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM 6,6%) e INPA (5,5%) (Fig. 5). Fora do Brasil, as principais agências de financiamento são a National Science Foundation (NSF) e o Natural Environment Research Council (NERC), com 4,5% e 3,8% dos registros (detalhes adicionais no SM 3). Também é importante destacar a contribuição do setor privado, representado pelas empresas construtoras Santo Antônio Energia (3,8%, barragem Santo Antônio no rio Madeira) e Norte Energia (2,1%, barragem Belo Monte no rio Xingu). Duas ONGs internacionais com programas no Brasil também apareceram entre as 20 principais organizações de financiamento: o World Wildlife Fund (WWF, 2,4%) e a Wildlife Conservation Society (WCS, 2,1%).

Muitos programas do CNPq e CAPES apoiaram a internacionalização da ciência por meio de iniciativas como o Programa Ciência Sem Fronteiras, que foi encerrado durante a administração presidencial de Michel Temer. A ciência brasileira está enfrentando um grande corte orçamentário sob o atual presidente Jair Bolsonaro, que em Abril de 2019 anunciou cortes no orçamento do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação, o qual seria reduzido pela metade, incluindo os programas de bolsas do CNPq<sup>24</sup>. Nossas análises mostram que a ciência e o financiamento brasileiro têm sido críticos para o avanço da pesquisa sobre diversos aspectos do desenvolvimento da energia hidrelétrica na Amazônia. É necessário um apoio contínuo ao financiamento para enfrentar os riscos e incertezas associados ao desenvolvimento de energia em um contexto atual de mudanças climáticas e transformações socioecológicas sistêmicas em curso na Amazônia, associados ao rápido desenvolvimento de atividades socioeconômicas e ao avanço das fronteiras energéticas, extrativas e de infraestrutura [46,47].

<sup>24</sup> Brazil slashes funding to scientists. The planet may suffer:

O Brasil reduz o financiamento para cientistas. O planeta pode sofrer:

<https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/04/brazil-cuts-funding-scientists-grad-students-environment-suffers/>

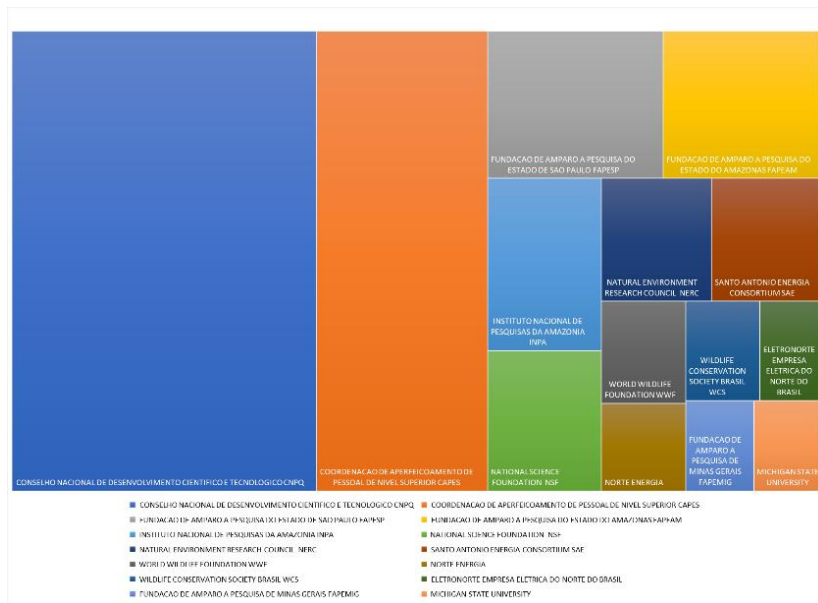


Figura 5 (caixa 1). Gráfico em “Mapa de Árvores” mostrando as principais agências de financiamento (com cinco ou mais registros) para publicações revisadas por pares sobre barragens hidrelétricas na Amazônia brasileira, de um subconjunto de 290 publicações do Web of Science, para o período 2014-2019. Informações adicionais disponíveis em Materiais Suplementares # 3 (SM 3).

#### 4. Avanços recentes e lacunas de pesquisa em energia hidrelétrica na Amazônia brasileira

Para o subconjunto de 290 artigos publicados entre 2014-2019 com foco em energia hidrelétrica na Amazônia brasileira, a categoria Estudos Ambientais ocupa a posição de liderança com 60 registros, seguida por Ecologia (32), Energia e Combustíveis (30), Conservação da Biodiversidade (28), Ciências Multidisciplinares (28), Estudos ambientais (26), Ciência e Tecnologia verde e sustentável (26) e Recursos hídricos (22). Além do campo de Estudos Ambientais, as Ciências Sociais também estão representadas em Ciências Ambientais e Ciências Multidisciplinares, bem como em Geografia (19), Economia (11), Ciências Sociais Interdisciplinares (9), Direito (7) e Estudos de Desenvolvimento (6) (ver SM 4 para mais detalhes). Determinar um ajuste exato para artigos dentro das categorias WOS pode ser difícil, pois muitas vezes eles podem

enquadrar-se em mais de uma categoria, e há uma falta de critérios claros para distinguir algumas categorias, especialmente para os campos mais multi e/ou interdisciplinares, como as Ciências ambientais e as Ciências Multidisciplinares. Por exemplo, a Conservação da Biodiversidade é uma categoria altamente classificada, mas pode-se supor que esteja representada em outros campos, como Ecologia, Pesca, Biologia Marinha e de Água Doce e Ciências Ambientais. A mudança climática também não apareceu como uma categoria separada, mas uma pesquisa adicional revela que 32 dos 290 registros da WOS Core Collection mencionam ou se concentram em questões de mudança climática relacionadas à energia hidrelétrica.

Ao compilar e sintetizar a literatura recente deste subconjunto 2014-2019, identificamos três áreas principais de pesquisa interdisciplinar que representam o estado atual do conhecimento sobre energia hidrelétrica e sustentabilidade na Amazônia brasileira: a) processos biofísicos e socioecológicos; b) energia e infraestrutura; e c) Governança, desenvolvimento e bem-estar sociais relacionados a impactos das barragens. A barragem de Belo Monte, no Xingu, tem o maior número de publicações (62), seguida pelas barragens de Santo Antônio e/ou Jirau no rio Madeira (38), e barragens no Tapajós (14) e Tocantins (14). Abaixo, sintetizamos os principais avanços e lacunas de conhecimento extraídos do conjunto completo de 339 publicações para o período 2014-2019, detalhados na Tabela 2 (pag 38, após Referências).

#### **4.1 Processos biofísicos e socioecológicos**

A água é sem dúvida a característica física definidora da bacia amazônica. A quantidade e a qualidade da água são integradoras dos processos naturais e humanos integrados que ocorrem dentro da bacia hidrográfica [48], e ambos são direta e indiretamente afetados por hidrelétricas [11]. Construção de barragens [2,49], mudança no uso da terra [50,51], mudança climática [52,53] e suas interações [12]

demonstraram desempenhar um papel importante na alteração da hidrologia ribeirinha na Amazônia [54], com efeitos em cascata nos sistemas sociais e ecológicos [55]. Por exemplo, mudanças na hidrologia e na conectividade dos rios alteram os padrões de inundação da floresta de várzea [56] e produtividade [12], interrompem a migração de peixes [3,11], reduzem a produção pesqueira [51] e modificam o transporte de sedimentos de captação [2] e a biogeoquímica [57-61] em vastas escalas espaço-temporais. Embora o transporte de fluxo e sedimentos seja bem descrito por meio de modelos de bacias hidrográficas baseados em processos [62], e vários modelos de bacias hidrográficas já terem sido desenvolvidos e aplicados às escalas da bacia amazônica [48,63] e sub-bacias [64-67], a aplicação destes modelos no contexto mais amplo de mudanças sociais, ecológicas e climáticas é menos desenvolvido. Essa abordagem mais abrangente é crucial para: 1) desenvolver cenários futuros relevantes; 2) testar modelos conceituais de comportamento do sistema; e 3) orientar estratégias de gestão adaptativa [68-71]. Por exemplo, Stickler et al. [12] e Mohor et al. [72] mostram como é provável que os aumentos projetados no desmatamento e as quedas nas chuvas reduzam o potencial de geração de eletricidade, exemplificando como as interações entre a energia hidrelétrica, o uso da terra e o clima conduzem o estado futuro do sistema. É necessário trabalho adicional para combinar modelos hidrológicos e sedimentais em escala de bacias hidrográficas com modelos de funções e serviços do ecossistema para melhor prever os impactos das hidrelétricas nos sistemas ecológicos e sociais. Esses esforços são limitados, no entanto, por lacunas no entendimento sobre interações específicas entre vários processos biofísicos (por exemplo, hidrologia e geomorfologia, peixes e pesca, feedbacks do ecossistema terrestre e mudanças climáticas), os quais pretendemos sintetizar abaixo e na Tabela 2 (pg 38).

Talvez, obviamente, as mudanças induzidas pelas barragens nos regimes físico-químicos dos rios alterem a diversidade, composição, distribuição e abundância de peixes [10,73,74], ameaçando um terço da

biodiversidade de peixes de água doce do mundo [3]. Mudanças no pulso sazonal das enchentes e na conectividade dos rios interrompem a migração, o recrutamento e o desenvolvimento das espécies de peixes da Amazônia [10,75], impactando negativamente a reprodução e reduzindo as capturas a montante e a jusante das barragens [10,75,76]. As transformações nas pescarias amazônicas têm impactos socioeconômicos locais, regionais e transnacionais significativos [33,76,77], que também são de importância cultural e econômica crítica para os povos indígenas e comunidades ribeirinhas [78]. Embora tenham sido desenvolvidos indicadores biológicos, funcionais [79] e tróficos [80] da diversidade e abundância de peixes, a falta de monitoramento de longo prazo na Bacia Amazônica dificulta extremamente a identificação de impactos e comprometimentos durante os processos de planejamento e licenciamento de barragens [33,77]. Outras grandes lacunas de conhecimento incluem um entendimento limitado das relações entre ecologia de fluxo e a incrível diversidade de espécies de peixes da Amazônia [85] e orientações inadequadas para hidrelétricas e passagem de peixes que impedem a mortalidade e lesões de peixes [81] e que são relevantes para o cenário local e espécies associadas[87].

Além dos rios, as transformações do ecossistema terrestre associadas às barragens são pouco compreendidas na Amazônia [9] e no mundo. Barragens causam desmatamento direto via represamento de reservatórios [82] e significativas degradação e perda indireta das florestas por pelo menos três vias [55]: primeiro, a mudança no uso da terra associada a barragens causa desmatamento e degradação das florestas de terras altas [83-87]; segundo, as barragens alteram a hidrologia dos rios e das planícies de inundação, o que altera a estrutura e a função das florestas ripárias e das planícies de inundação [88-93]; por fim, a infraestrutura associada à barragem (por exemplo, linhas de transmissão; [94]) causa desmatamento adicional direto e indireto. Juntos, esses impactos no ecossistema terrestre induzidos por barragens têm efeitos em cascata na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos

[95], com evidências de impactos abrangentes em aves [96–98], mamíferos [99], insetos [100] e répteis [101]. Pesquisas atuais tendem a se concentrar em uma única barragem, e é necessário ampliar essa perspectiva para considerar impactos cumulativos, tanto de várias barragens em cascata, como de fatores com as quais estas interagem. Por exemplo, conexões indiretas entre barragens e desmatamento podem intensificar sinergias entre a perda de florestas e as mudanças climáticas, que alteram a dinâmica do fogo e o fluxo dos rios nas bacias [12,53,102]. Em geral, os mecanismos pelos quais as barragens afetam florestas, cobertura da terra e meios de subsistência (por exemplo, Bro et al. [103]) precisam ser melhor compreendidos para apoiar a prevenção, gerenciamento e mitigação desses impactos.

Interações entre barragens, água, peixes e ecossistemas terrestres são todos afetados (e afetam) pelo clima através de fatores biofísicos. Demonstrou-se que barragens e reservatórios tropicais emitem quantidades significativas de gases de efeito estufa (GHE) [104]. Embora o conhecimento sobre emissões de gases do efeito estufa (GEE) e barragens na Amazônia esteja avançando [105], são necessárias medidas adicionais para reduzir incertezas e apoiar melhores modelos de emissão, baseados em processos [60,61]. No entanto, argumentamos que a necessidade mais premente é a interpretação das informações existentes para subsidiar políticas, uma vez que as mudanças nos métodos para estimar as emissões de GEE têm maior probabilidade de afetar a magnitude das emissões atribuídas às barragens do que medições adicionais. Por exemplo, adotar um período de 20 anos versus 100 anos ao equiparar o potencial de aquecimento das emissões de dióxido de carbono e metano, alteraria drasticamente as avaliações da eficiência geral das barragens como fonte de eletricidade renovável. Argumentamos que um prazo mais longo é mais relevante para o período em que barragens novas e planejadas na Amazônia emitirão grandes quantidades de gás metano. Tais emissões terão efeitos enormes no aquecimento global, contribuindo

para exacerbar as mudanças nos regimes de precipitação e temperatura, e afetar negativamente muitos processos biofísicos [102,106].

#### **4.2 Energia e infraestrutura**

Energia e infraestrutura são temas importantes relacionados à governança de hidrelétricas e sustentabilidade da Amazônia. Políticas públicas e instituições ligadas ao desenvolvimento hidrelétrico incluem, por exemplo, políticas de gestão de bacias hidrográficas, reformas no setor elétrico, avaliações de impacto ambiental, políticas e processos de mitigação e monitoramento, avaliações econômicas e não econômicas e instrumentos de tomada de decisão em diferentes escalas. Existem lacunas de conhecimento e oportunidades para aprimoramento das políticas de licenciamento e instrumentos de avaliação de impacto socioambiental [14,107-109]. Uma dessas lacunas é uma surpreendente escassez de pesquisas e publicações sobre pequenas barragens ou pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) nas bacias hidrográficas brasileiras e amazônicas [14]. Incentivos e políticas públicas têm contribuído para um aumento de cinco vezes no número de PCHs nos últimos 20 anos, com 87 atualmente em operação e 256 inventariados nos rios amazônicos brasileiros [13,110]. É necessário pesquisar os custos e benefícios socioeconômicos de grandes e pequenas barragens, incluindo os impactos cumulativos de cascatas de barragens nos sistemas fluviais da Amazônia [14]. Isso também vale para as linhas de transmissão, cujos processos de licenciamento e avaliação de impacto têm sido realizados de forma desarticulada ao planejamento de energia hidrelétrica [94]. É necessário passar da lógica de projeto-a-projeto para a adoção de instrumentos de planejamento, como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) em escalas regionais e em toda a bacia, como o Tribunal de Contas da União (TCU) recomendou recentemente após avaliar as lições aprendidas no desenvolvimento de barragens na Amazônia [111].



Estudos avaliando perdas e ganhos entre diversas opções de geração de energia, bem como em cenários de riscos e custos de produção de energia afetados por mudanças climáticas são extremamente importantes para informar tanto o planejamento de infraestrutura, como os investimentos em adaptação e mitigação das mudanças climáticas de forma integrada [5, 112-114]. Lucena et al. [112] mostraram que os impactos das mudanças climáticas podem levar a emissões mais altas na ausência de políticas de mitigação climática, e que ações de mitigação podem levar a um nível total de investimento mais baixo.

Pesquisas conduzidas sob o tema de Energia e Combustíveis na base WOS também se concentraram em ferramentas tecnológicas para auxiliar no planejamento e na redução do risco econômico da dependência do sistema operacional hidro-térmico existente no Brasil; comparação entre de barragens a fio d'água versus barragens de reservatórios convencionais; bem como na eficiência energética; inovações e fontes alternativas de geração de energia, contribuindo para diversificar o mix de geração de energia [5, 115-117].

Menos esforços e publicações se concentraram em excedentes de custos e atrasos na construção de megaprojetos de infraestrutura. Callegari et al. [118] estimaram a função de distribuição de probabilidade de excedentes de custos e atrasos na construção das barragens de Jirau, Santo Antônio e Belo Monte na Amazônia brasileira, encontrando um excedente de custos de 91%, 64% e 70% a mais do que o orçamento inicial para todos os três casos. Com base nessa técnica, os autores sugerem que os formuladores de políticas aumentem seus orçamentos em cerca de 75% acima das estimativas iniciais para garantir, dentro de 50% de certeza, que seus custos finais estarão dentro do orçamento. De acordo com essas estimativas e experiências de outras partes do mundo, quanto maior o projeto, maior o risco de custos excedentes, com maior exposição a riscos macroeconômicos [119], levantando a questão de que, se os números fossem maiores, como deveriam ser, as barragens não seriam justificáveis economicamente.

### **4.3 Governança, desenvolvimento, impactos sociais e benefícios das barragens**

Apesar dos esforços globais (por exemplo, relatório da Comissão Mundial de Barragens de 2000) direcionados para melhorar a participação da sociedade [120], a transparência e a proteção dos direitos humanos no planejamento e implementação de hidrelétricas, vários problemas ainda persistem no norte e sul global [30] em relação à governança, desenvolvimento e impactos sociais das barragens.

Kirchherr e Charles [121] propuseram uma “estrutura matricial” para orientar a pesquisa acadêmica sobre os impactos sociais das barragens, definindo três componentes principais: Infraestrutura, Meios de Vida e Comunidades, cada um com subcomponentes, e conectados às dimensões espaço, tempo e valor (positivo ou negativo). O componente Infraestrutura pode ser comparado ao tema “Energia e Infraestrutura” acima (4.2). Aspectos dos outros componentes e subcomponentes serão brevemente abordados aqui nos tópicos de mudança socioeconômica e sociocultural e saúde pública e saneamento. Percebemos uma lacuna do arcabouço de Kirchherr e Charles em relação a um subcomponente de direitos humanos e justiça socioambiental no componente comunitário, bem como um componente de governança, para incluir a participação e o poder da sociedade na tomada de decisões.

A definição de “atingidos” é crucial na caracterização dos impactos sociais e na compensação do desenvolvimento de hidrelétricas na Amazônia [122]. Apesar das semelhanças entre benefícios socioeconômicos e impactos negativos das barragens em todo o mundo [121], a região amazônica tem algumas especificidades que precisam ser consideradas no planejamento e na tomada de decisão (Fig. 6). Elas estão relacionadas, por exemplo, à enorme diversidade social e cultural presente na região, onde etnias indígenas, grupos de afrodescendentes, comunidades ribeirinhas, populações urbanas, agricultores familiares e

outros compartilham a região e seus recursos hídricos e florestais [123,124].

Nos casos recentes das barragens de Belo Monte e Santo Antônio e Jirau, a construção destes projetos levou a conflitos sociais [125-127], judicialização [35], violação de direitos humanos [37,128,129], impactos e violência diferenciados por gênero [129,130] e destruição dos meios de vida e locais sagrados das comunidades tradicionais e indígenas [35,103,131-136]. Comunidades indígenas e movimentos sociais formaram alianças que fortaleceram a resistência contra esses projetos [136,137]. Vários povos indígenas e comunidades locais desenvolveram protocolos de consulta comunitários em um processo de auto-regulamentação da Convenção da Organização Internacional do Trabalho (OIT 169) (da qual o Brasil é signatário), que determina o direito ao consentimento livre, prévio e informado dos povos indígenas e populações tradicionais em relação a projetos, políticas ou atividades que podem afetar seus meios de subsistência e/ou territórios [138-140].



Figura 6. Audiência pública da hidrelétrica de Belo Monte realizada em Altamira, Brasil, em 2009.

Foto: Lalo de Almeida, cortesia.

Frequentemente, as comunidades locais não têm acesso a publicações científicas que descrevem o sistema em que vivem e que compreendem a partir de suas próprias perspectivas [141,142]. Por exemplo, os pescadores afetados pelas barragens do Madeira pediram aos pesquisadores da RBA/ADN/RIRA que traduzissem os resultados de suas pesquisas de uma maneira acessível a eles [141]. Por outro lado, o conhecimento indígena e local mantido por povos indígenas e comunidades locais que possuem um conhecimento experimental de longo prazo dos sistemas socioecológicos da Amazônia, é frequentemente desconsiderado em processos de planejamento e tomada de decisão [124,131,143].

Barragens hidrelétricas podem afetar a saúde humana de diferentes maneiras, a montante e a jusante, tanto em ambientes rurais quanto urbanos. As barragens podem impactar a saúde humana através de mudanças na qualidade da água, contaminação das águas subterrâneas [144], mudanças no acesso a serviços de saneamento e médicos devido ao aumento do fluxo de pessoas e trabalhadores para os locais das barragens [145,146], impactos psicológicos pela perda dos meios de subsistência tradicionais e deslocamento [134,147], mudanças nos estilos de vida [30,37,130], segurança alimentar e dietas [33,148], aumento da propagação de doenças infecciosas e sexualmente transmissíveis [149,150], aumento da exposição ao mercúrio, e outros [151]. Encontramos uma grande lacuna nas publicações com foco em doenças sexualmente transmissíveis no conjunto de dados compilado pela base WOS, apesar do aumento esperado do risco de doenças sexualmente transmissíveis associadas ao desenvolvimento de hidrelétricas.

Em relação ao desenvolvimento socioeconômico, embora os principais benefícios de uma usina hidrelétrica ocorram em escala nacional [152], é nas escalas local e regional que os principais impactos negativos são sentidos, incluindo o deslocamento e reassentamento forçados, o desmatamento de terras produtivas, o aumento abrupto da população, a demanda crescente por infraestrutura e serviços, a perda de renda e de coesão social e os impactos nos meios de subsistência

[30\*\*,103,119,153,157]. Em contraste com esse conjunto de possíveis impactos negativos, os construtores e apoiadores de barragens defendem o argumento de que as usinas hidrelétricas promovem melhorias nas condições socioeconômicas das localidades que as hospedam [158,159]. Essa controvérsia motivou o surgimento de pesquisas com o objetivo de elucidar como as barragens hidrelétricas podem ser indutoras e/ou restritivas do desenvolvimento local.

Para as usinas hidrelétricas de Jirau, Santo Antônio e Belo Monte, Moran et al. [30] constataram que os empregos prometidos praticamente desapareceram em menos de cinco anos após a construção. Estudos realizados em outras regiões brasileiras mostram que o crescimento econômico temporário que tem lugar durante a fase de construção é frequentemente o principal benefício associado à implementação da energia hidrelétrica em municípios inundados por barragens [159-162]. No entanto, este crescimento econômico geralmente não é acompanhado ou não está correlacionado a melhorias em outros indicadores de desenvolvimento social, como desigualdade social, trabalho infantil, problemas sanitários, taxa de fertilidade e educação [159,163].

Randell [164] conduziu um estudo longitudinal sobre riqueza e percepção subjetiva de bem-estar entre as comunidades deslocadas pela barragem de Belo Monte, descobrindo que a maioria das pessoas entrevistadas relataram aumento da riqueza, particularmente aquelas que não possuíam terras antes da construção da barragem, aquelas que ganharam ativos e aquelas que permaneceram mais próximo da área de estudo original. No entanto, o autor reconhece a importância de coletar dados adicionais após a conclusão da construção da barragem, bem como incluir outros grupos sociais e populações afetadas em tais estudos.

Em geral, esses estudos mostram duas convergências: que há crescimento econômico de curto prazo seguido de retração de médio prazo (provavelmente devido aos grandes investimentos que ocorrem durante a fase de construção); e que os resultados alcançados dependem bastante do contexto de cada estudo, dificultando a estimativa de padrões que

permitam uma visão integrada. Os impactos socioeconômicos de hidrelétricas são complexos, ocorrem através de múltiplas escalas espaço-temporais [165,166] e envolvem múltiplas dimensões [121,167].

## 5. Conclusão e Futuras Direções

A análise de publicações da base Web of Science relacionadas à energia hidrelétrica na Amazônia brasileira ilustra um alto grau de pesquisas interdisciplinares relacionadas aos sub-campos das ciências ambientais, ecologia e recursos hídricos, mas indica que a pesquisa que une esses campos, especialmente a ciência e tecnologia verde e sustentável e as categorias de energia e combustíveis, oferecem oportunidades para nova produção integrativa de conhecimento. Além disso, sugerimos que as análises das estruturas e instrumentos legais e políticos existentes possam ser usadas como pontos de partida para identificar lacunas de conhecimento, sintetizar informações existentes e fornecer soluções orientadas a políticas que podem ser aperfeiçoadas e implementadas por meio de abordagens de aprendizado e gerenciamento sociais [168].

O mapeamento do conjunto de instituições e organizações financiadoras envolvidas em pesquisas sobre energia hidrelétrica na Amazônia brasileira demonstra a importante liderança que pesquisadores e universidades brasileiras desempenham no avanço da pesquisa sobre esse tema, bem como o apoio fundamental fornecido pelas agências de financiamento do país. É essencial fornecer o apoio necessário para o fortalecimento da educação e pesquisa científica no Brasil, especialmente nas universidades amazônicas que estão bem posicionadas para enfrentar os desafios e riscos locais associados aos projetos de energia hidrelétrica existentes e planejados. Isso pode ser apoiado pelo aprimoramento dos programas de graduação e pós-graduação, oferecendo aos estudantes e professores oportunidades de mobilidade nacional e internacional<sup>25</sup>,

---

<sup>25</sup> Como o programa Bionorte, o Programa Pró-Amazônia, o PROCAD, o Ciência Sem Fronteiras e outros apoiados pela CAPES: <https://www.capes.gov.br/>

assegurando financiamento para bolsas de estudos, pesquisa e equipamento de campo e desenvolvendo parcerias com agências financiadoras e outras instituições nacionais e internacionais.

Para avançar em direção a caminhos mais resilientes e sustentáveis para a Amazônia brasileira, pesquisas futuras sobre energia hidrelétrica na Amazônia podem se concentrar em aprofundar o entendimento dos seguintes pontos:

- a) A definição, em instrumentos de pesquisa e de licenciamento, do que são impactos diretos e indiretos, quem é impactado e quais são as áreas impactadas, o que pode aliviar a incompatibilidade entre achados científicos, instrumentos de políticas públicas e a realidade no chão. Isso também tem implicações importantes para gerenciar conflitos e processos legais em torno da definição de quem será compensado pelas empresas de barragens, bem como o planejamento de programas de deslocamento e reassentamento.
- b) O entendimento da variação temporal e a magnitude dos impactos socioecológicos nos subsistemas aquáticos, terrestres e sociais, além da melhor compreensão dos impactos a montante e a jusante. Isso tem implicações importantes para as fases de planejamento e operação de barragens, duração dos programas de monitoramento e mitigação, e para o desenvolvimento de programas de compensação e compreensão dos impactos cumulativos e sinérgicos no planejamento em escalas regional e de bacia hidrográfica.
- c) A distribuição de custos e benefícios de grandes e pequenas barragens em escalas temporais e geopolíticas, considerando múltiplas abordagens de avaliação, a diversidade de partes interessadas que recebem os benefícios e os custos desses projetos, bem como diferenças e implicações entre gêneros e gerações.
- d) Questões geopolíticas em torno de rios e barragens transnacionais relevantes para a Amazônia, o Mekong, o Congo e outras bacias hidrográficas transnacionais ao redor do mundo. Fluxos de água, sedimentos, peixes e outras espécies de animais aquáticos e terrestres, clima e muitas vezes as pessoas não são restringidos por fronteiras políticas. A compreensão desses processos requer esforços em toda a bacia e monitoramento a longo prazo. Na arena política, gerenciar esses sistemas envolve a promoção de diálogos e negociações internacionais e intersetoriais, maior participação do público e comitês independentes de bacias hidrográficas transnacionais para informar e influenciar a tomada de decisão em rios transnacionais [2].
- e) Avaliação de impactos cumulativos, levando em consideração que os impactos biológicos, sociais e econômicos em uma localidade são produto da interação de

transformações acionadas por hidrelétricas com outros projetos e ações existentes no território [121,169,170]. Nessa perspectiva, o foco não é mais o projeto hidrelétrico, mas passa a ser o sistema socioecológico local e regional afetado por diversas ações ou projetos (por exemplo, barragens, mudanças climáticas, mudanças demográficas etc.). Para lidar com os impactos cumulativos, o entendimento deve envolver as bases de recursos naturais locais e regionais, o conhecimento e a contribuição das comunidades indígenas e locais e os contextos sociais e de governança local e regional que moldam os sistemas socioecológicos.

A síntese da produção acadêmica recente sobre desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia brasileira apresentada neste artigo, fornece evidências do caminho insustentável criado por grandes e pequenas barragens construídas em rios amazônicos do ponto de vista social, econômico ou ambiental. É importante reconhecer a impossibilidade da quantificação monetária de muitos impactos, como por exemplo a perda de espécies de peixes devido à interrupção das rotas migratórias ou a perda simbólica de meios de subsistência baseados no local. Assim, não se pode calcular, mitigar e compensar completamente os custos associados à construção de grandes e pequenas barragens no maior sistema tropical do mundo.

Finalmente, esta síntese identificou lacunas na comunicação que existem entre cientistas, sociedade civil e comunidades locais, setor privado e tomadores de decisão. Os esforços precisam ser direcionados para colmatar essas lacunas por meio de várias estratégias e ferramentas. Os fóruns e oportunidades de aprendizado social podem apoiar o diálogo e o aprendizado de experiências anteriores de implementação de barragens, afastando-se da escala do projeto para adotar abordagens de planejamento e pesquisa estratégica em escalas regionais e de bacia hidrográfica.

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer muitos colegas e estudantes que forneceram suporte e insumos para o processo de construção deste artigo. Entre eles, agradecimentos especiais a Emilio Moran (MSU), Marianne Schmink (UF), Robert Buschbacher (UF), Fernando



Prado (Sinerconsult), Artur Moret (UNIR), Dernival V. Ramos Júnior (UFT), Maria Alice L. Lima (UNIR), Ellen Amaral (UFT), Neiva C. Araújo (UNIR), Marliz Arteaga (UF), Kelsie Timpe (UF), Randy Cronos (UF), Denis R. Valle (UF), Elizabeth Anderson (Universidade Internacional da Flórida - FIU) e Kathleen McKee (consultora independente). Agradecemos o apoio institucional prestado aos eventos de pesquisa e construção de redes da RBA, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Tocantins (PGCiamb/UFT); o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia (PGDRA/UNIR); e o Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de São Paulo (PROCAM/USP). Agradecemos também o Programa de Conservação e Desenvolvimento Tropical (TCD) e o Centro de Estudos Latino Americanos da Universidade da Flórida (UF) pelo apoio.

**Financiamento:** Este trabalho foi financiado pela Agência Brasileira CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), por meio do Programa Pró-Amazônia (Projeto nº 021/2012); o PGCI/CAPES - Programa de Cooperação Internacional (Projeto nº 038/2013); e o projeto Ciência sem Fronteiras/PVE (Processo 88881.064958/2014-01). Também reconhecemos o apoio concedido pelo programa Research Opportunity Seed Fund Award 2013-2015 do da Universidade da Flórida e pela National Science Foundation (NSF) à Rede de Pesquisa em Barragens da Amazônia/Amazon Dams Network/Red de Investigación sobre Represas Amazónicas (RBA/ADN/RIRA) sob a concessão nº 1617413. Quaisquer opiniões, conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a visão das agências de financiamento brasileiras, da Universidade da Flórida e da National Science Foundation. Qualquer uso de nomes comerciais, de produtos ou de firmas são apenas para fins descritivos e não implica aprovação pelo governo dos EUA.

## Referências e Leitura Recomendada:

Publicações de particular interesse, publicados dentro do período coberto por esta revisão, foram destacados como:

\* de interesse especial

\*\* de interesse excepcional

1. Castello L, Mcgrath DG, Hess LL, Coe MT, Lefebvre PA, Petry P, Macedo MN, Renó VF, Arantes CC: **The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems.** *Conserv Lett* 2013, **6**:217-229.

2. Latrubesse EM, Arima EY, Dunne T, Park E, Baker VR, D'Horta FM, Wight C, Wittmann F, Zuanon J, Baker PA, et al.: **Damming the rivers of the Amazon basin.** *Nature* 2017, **546**.
- \*\* Introduz um Índice de Vulnerabilidade Ambiental de Barragens para quantificar os impactos atuais e potenciais de barragens nas sub-bacias amazônicas e sugere colaboração multinacional e mudanças nas estruturas institucionais para evitar mais distúrbios hidrofísicos e bióticos.
3. Winemiller KO, McIntyre PB, Castello L, Fluet-Chouinard E, Giarrizzo T, Nam S, Baird IG, Darwall W, Lujan NK, Harrison I, et al.: **Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong.** *Science (80- )* 2016, **351**:128–129.
- \*\* Sintetiza os efeitos vastos e de longe alcance das barragens existentes e planejadas na biodiversidade dos peixes nas principais bacias hidrográficas tropicais do mundo. Sugere abordagens aprimoradas de avaliação e localização de barragens que consideram o planejamento em escala de bacias, dados sobre biodiversidade espacial e a explicação para efeitos cumulativos e mudanças climáticas.
4. Morton DC, DeFries RS, Shimabukuro YE, Anderson LO, Arai E, del Bon Espirito-Santo F, Freitas R, Morisette J: **Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon.** *Proc Natl Acad Sci U S A* 2006, **103**:14637–41.
5. Prado Jr. FA, Athayde S, Mossa J, Bohlman S, Leite F, Oliver-Smith A, Prado F, Athayde S, Mossa J, Bohlman S, et al.: **How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil.** *Renew Sustain ENERGY Rev* 2016, **53**:1132–1136.
6. Moretto EM, Gomes CS, Roquetti DR, Jordão C de O: **Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica.** *Ambient Soc* 2012, **15**:141–164.
7. EPE, Empresa de Pesquisa Energética: *Plano Decenal de Expansão de Energia 2026*. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética.; 2017.

8. Killeen TJ: *A Perfect Storm in the Amazon Wilderness: Development and Conservation in the Context of the Initiative for the Integration of the Regional Infrastructure of South America (IIRSA)*. 2007.
9. Finer M, Jenkins CNC, Dynesius M, Nilsson C, Vörösmarty C, McIntyre P, Gessner M, Dudgeon D, Prusevich A, Nilsson C, et al.: **Proliferation of hydroelectric dams in the andean amazon and implications for andes-amazon connectivity**. *PLoS One* 2012, **7**:1-9.
10. Anderson EP, Jenkins CN, Heilpern S, Maldonado-Ocampo JA, Carvajal-Vallejos FM, Encalada AC, Rivadeneira JF, Hidalgo M, Cañas CM, Ortega H, et al.: **Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams**. *Sci Adv* 2018, **4**.
- \*\* Quantifica os efeitos cumulativos de 142 barragens existentes e 160 barragens propostas na conectividade fluvial dos Andes à Amazônia, com importantes implicações para a migração de peixes e a biodiversidade e a distribuição / transporte de sedimentos.
11. Forsberg BR, Melack JM, Dunne T, Barthem RB, Goulding M, Paiva RCD, Sorribas M V., Silva UL, Weisser S: **The potential impact of new Andean dams on Amazon fluvial ecosystems**. *PLoS One* 2017, **12**.
- \* Quantifica o potencial de captura de sedimentos e nutrientes das barragens andinas planejadas, que têm o potencial de remover 64, 51 e 23% dos sedimentos, fósforo e nitrogênio da bacia amazônica, respectivamente.
12. Stickler CM, Coe MT, Costa MH, Nepstad DC, McGrath DG, Dias LCP, Rodrigues HO, Soares-Filho BS: **Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales**. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2013, **110**:9601-9606.
- \* Estima como a perda florestal pode reduzir a vazão do rio por evapotranspiração e inibindo as chuvas em vários cenários, afetando a produção de eletricidade da barragem de Belo Monte.
13. Couto TB, Olden JD: **Global proliferation of small hydropower plants - science and policy**. *Front Ecol Environ* 2018, **16**:91-100.

- \*\* Fornece evidências da falta de supervisão cientificamente informada do desenvolvimento de pequenas hidrelétricas, além de destacar as limitações dos regulamentos baseados em capacidade atualmente em uso.
14. Athayde S, Duarte CG, Gallardo ALCF, Moretto EM, Sangoi LA, Dibo APA, Siqueira-Gay J, Sánchez LE, Sanchez LE: **Improving policies and instruments to address cumulative impacts of small hydropower in the Amazon.** *Energy Policy* 2019, **132**:265-271.
- \* Discute a necessidade de melhorar políticas e instrumentos para a avaliação cumulativa do impacto de pequenas usinas hidrelétricas na Amazônia, concentrando-se em uma cascata planejada de pequenas barragens na sub-bacia de Cupari no rio Tapajós.
15. Fearnside PM: **Tropical dams: to build or not to build?** *Science (80- )* 2016, **351**.
16. Soito JLDS, Freitas MAV: **Amazon and the expansion of hydropower in Brazil: Vulnerability, impacts and possibilities for adaptation to global climate change.** *Renew Sustain Energy Rev* 2011, **15**:3165-3177.
17. de Sousa Júnior WC, Reid J: **Uncertainties in Amazon hydropower development: Risk scenarios and environmental issues around the Belo Monte dam.** *Water Altern* 2010, **3**:249-268.
18. Gallardo ALCF, Da Silva JC, Gaudereto GL, Sozinho DWF: **A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica).** *Desenvolv e Meio Ambient* 2017, **43**.
19. Melis TS, Walters CJ, Korman J: **Surprise and Opportunity for Learning in Grand Canyon: the Glen Canyon Dam Adaptive Management Program.** *Ecol Soc* 2015, **20**:art22.
20. Kates RW, Clark WC, Corell R, Hall JM, Jaeger CC, Lowe I, McCarthy JJ, Schellnhuber HJ, Bolin B, Dickson NM, et al.: **Sustainability science.** *Science* 2001, **292**:641-2.
21. Bond A, Morrison-Saunders A, Gunn JAE, Pope J, Retief F: **Managing uncertainty, ambiguity and ignorance in impact assessment by embedding evolutionary resilience, participatory modelling and adaptive management.** *J Environ Manage* 2015, **151**.

22. Bond A, Morrison-Saunders A, Pope J: **Sustainability assessment: the state of the art.** *Impact Assess Proj Apprais* 2012, **30**:53–62.
23. Martens P: **Sustainability: science or fiction?** *Sustain Sci Pract Policy* 2006, **2**:36–41.
24. Ostrom E: **A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems.** *Sci New Ser* 2009, **325**:419–422.
25. Hodgson GM: **What Are Institutions?** *J Econ Issues* 2006, **XL**:1–25.
26. Armitage DR, Plummer R, Berkes F, Arthur RI, Charles AT, Davidson-Hunt IJ, Diduck AP, Doubleday NC, Johnson DS, Marschke M, et al.: **Adaptive co-management for social-ecological complexity.** *Front Ecol Environ* 2009, **7**:95–102.
27. Agrawal A, Chhatre A: **Against mono-consequentialism: Multiple outcomes and their drivers in social-ecological systems.** *Glob Environ Chang* 2011, **21**:1–3.
28. Westgate MJ, Likens GE, Lindenmayer DB: **Adaptive management of biological systems: A review.** *Biol Conserv* 2013, **158**:128–139.
29. Alarcon DF, Millikan B, Torres M: *Ocekadi : hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós.* International Rivers; 2016.
30. Moran EF, Lopez MC, Moore N, Müller N, Hyndman DW, Mueller N, Hyndman DW, Müller N, Hyndman DW: **Sustainable hydropower in the 21st century.** *Proc Natl Acad Sci U S A* 2018, **115**:11891–11898.
- \*\* Estuda a proliferação de grandes barragens nos países em desenvolvimento, evidenciando a superestimação de benefícios e subestimação de custos e propondo as mudanças necessárias para atender às legítimas preocupações sociais e ambientais das pessoas que vivem nas áreas onde as barragens são planejadas.
31. McCormick S: **The Governance of Hydro-electric Dams in Brazil.** *J Lat Am Stud* 2007, **39**:227.
32. Duarte CG, Dibo APA, Siqueira-Gay J, Sánchez LE: **Practitioners' perceptions of the Brazilian environmental impact assessment system: results from a survey.** *Impact Assess Proj Apprais* 2017, **35**:293–309.

33. Doria CRC, Athayde S, Marques EE, Lima MAL, Dutka-Gianelli J, Ruffino ML, Kaplan D, Freitas CEC, Isaac VN: **The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon.** *Ambio* 2017, doi:10.1007/s13280-017-0994-7.
- \* Analisa criticamente o processo de licenciamento ambiental brasileiro em relação à pesca e barragens, destacando cinco questões principais: transparência e independência, limitações de dados, participação das partes interessadas, organização e representação dos pescadores e estrutura e capacidade do governo.
34. Zhouri A, Oliveira R: **Desenvolvimento, conflitos sociais e violência no Brasil rural: o caso das usinas hidrelétricas.** *Ambient Soc* 2007, **10**:119–135.
35. Scabin FS, Pedroso Junior NN, Cruz JC da C: **Judicialização de grandes empreendimentos no Brasil: uma visão sobre os impactos da instalação de usinas hidrelétricas em populações locais na Amazônia.** *R Pós Ci Soc* 2014, **11**:130–150.
36. Hall SM: **Energy Justice and Ethical Consumption: Comparison, Synthesis and Lesson Drawing.** *Local Environ* 2013, **18**.
37. Jaichand V, Sampaio AA: **Dam and Be Damned: The Adverse Impacts of Belo Monte on Indigenous Peoples in Brazil.** *Hum Rights Q* 2013, **35**:408–447.
38. Wuchty S, Jones BF, Uzzi B: **The increasing dominance of teams in production of knowledge.** *Science* 2007, **316**:1036–9.
39. Bettencourt LMA, Kaiser DI, Kaur J: **Scientific discovery and topological transitions in collaboration networks.** *J Informetr* 2009, **3**:210–221.
40. Perianes-Rodríguez A, Olmeda-Gómez C, Moya-Anegón F: **Detecting, identifying and visualizing research groups in co-authorship networks.** *Scientometrics* 2010, **82**:307–319.
41. Leone Sciabolazza V, Vacca R, Kennelly Okraku T, McCarty C: **Detecting and analyzing research communities in longitudinal scientific networks.** *PLoS One* 2017, **12**:e0182516.
42. Gonzalez-Brambila CN, Veloso FM, Krackhardt D: **The impact of network embeddedness on research output.** *Res Policy* 2013, **42**:1555–1567.

43. Newman MEJ: **The structure of scientific collaboration networks.** *Proc Natl Acad Sci* 2001, **98**:404–409.
44. Blondel VD, Guillaume J-L, Lambiotte R, Lefebvre E: **Fast unfolding of communities in large networks.** *J Stat Mech Theory Exp* 2008, **2008**:P10008.
45. Freeman LC: **Centrality in social networks conceptual clarification.** *Soc Networks* 1978, **1**:215–239.
46. Nobre CA, Sampaio G, Borma LS, Castilla-Rubio JC, Silva JS, Cardoso M: **Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm.** *Proc Natl Acad Sci U S A* 2016, **113**:10759–10768.
47. Moran EF: **Roads and dams: infrastructure-driven transformations in the Amazon.** *Ambient Soc* 2016, **19**:207–220.
48. Coe MT, Costa MH, Soares Filho BS: **The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River - land surface processes and atmospheric feedbacks.** *J Hydrol* 2009, **369**:165–174.
49. Timpe K, Kaplan D: **The changing hydrology of a dammed Amazon.** *Sci Adv* 2017, **3**:e1700611.
- \*\* Sintetiza pela primeira vez alteração hidrológica induzida por barragem na Amazônia brasileira. Os autores descobriram as maiores mudanças no pulso de inundação para barragens de grandes elevações e baixa elevação, mas os impactos das pequenas foram extremamente grandes em relação à produção de eletricidade.
50. Germer S, Neill C, Krusche A V., Elsenbeer H: **Influence of land-use change on near-surface hydrological processes: Undisturbed forest to pasture.** *J Hydrol* 2010, **380**:473–480.
51. Dos Santos V, Laurent F, Abe C, Messner F, Dos Santos V, Laurent F, Abe C, Messner F: **Hydrologic Response to Land Use Change in a Large Basin in Eastern Amazon.** *Water* 2018, **10**:429.
52. Sorribas MV, Paiva RCD, Melack JM, Bravo JM, Jones C, Carvalho L, Beighley E, Forsberg B, Costa MH: **Projections of climate change effects on discharge and inundation in the Amazon basin.** *Clim Change* 2016, **136**:555–570.

53. Guimberteau M, Ciais P, Pablo Boisier J, Paula Dutra Aguiar A, Biemans H, De Deurwaerder H, Galbraith D, Kruijt B, Langerwisch F, Poveda G, 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.** *Hydrol Earth Syst Sci* 2017, **21**.
- \*\* Investiga as interações entre o clima e os impactos das mudanças no uso da terra na hidrologia da superfície da Amazônia, destacando as diferenças nas respostas em toda a bacia e quantificando as principais incertezas.
54. Pokhrel Y, Burbano M, Roush J, Kang H, Sridhar V, Hyndman D, Pokhrel Y, Burbano M, Roush J, Kang H, et al.: **A Review of the Integrated Effects of Changing Climate, Land Use, and Dams on Mekong River Hydrology.** *Water* 2018, **10**:266.
- \* Revisa a literatura sobre mudanças ecológicas e hidrológicas esperadas de mudanças no clima, uso da terra e construção de barragens. Empahsazes o nexa da água, da energia, e do alimento (WEF) como uma estrutura para a pesquisa integrativa futura.
55. Rufin P, Gollnow F, Müller D, Hostert P: **Synthesizing dam-induced land system change.** *Ambio* 2019, doi:10.1007/s13280-018-01144-z.
- \*\* Sintetiza 178 observações de mudanças diretas e indiretas no sistema terrestre devido ao desenvolvimento da barragem. Os autores identificaram efeitos significativos das inundações em reservatórios (29%), mas também efeitos indiretos importantes nos sistemas sociais e ambientais.
56. Resende AF de, Schöngart J, Streher AS, Ferreira-Ferreira J, Piedade MTF, Silva TSF: **Massive tree mortality from flood pulse disturbances in Amazonian floodplain forests: The collateral effects of hydropower production.** *Sci Total Environ* 2019, **659**:587–598.
57. Pang M, Zhang L, Bahaj AS, Xu K, Hao Y, Wang C: **Small hydropower development in Tibet: Insight from a survey in Nagqu Prefecture.** *Renew Sustain Energy Rev* 2018, **81**:3032–3040.
58. Arrifano GPF, Martín-Doimeadios RCR, Jiménez-Moreno M, Ramírez-Mateos V, da Silva NFS, Souza-Monteiro JR, Augusto-Oliveira M, Paraense RSO, Macchi BM, do Nascimento JLM, et al.: **Large-scale projects in the amazon and human exposure**



- to mercury: The case-study of the Tucuruí Dam.** *Ecotoxicol Environ Saf* 2018, **147**:299–305.
59. Pestana IA, Azevedo LS, Bastos WR, Magalhães de Souza CM: **The impact of hydroelectric dams on mercury dynamics in South America: A review.** *Chemosphere* 2019, **219**:546–556.
60. Paranaíba JR, Barros N, Mendonça R, Linkhorst A, Isidorova A, Roland F, Almeida RM, Sobek S: **Spatially Resolved Measurements of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> Concentration and Gas-Exchange Velocity Highly Influence Carbon-Emission Estimates of Reservoirs.** *Environ Sci Technol* 2018, **52**:607–615.
61. Almeida RM, Barros N, Cole JJ, Tranvik L, Roland F: **Emissions from Amazonian dams.** *Nat Clim Chang* 2013, **3**:1005–1005.
62. Daniel EB: **Watershed Modeling and its Applications: A State-of-the-Art Review.** *Open Hydrol J* 2011, **5**:26–50.
63. de Paiva RCD, Buarque DC, Collischonn W, Bonnet M-P, Frappart F, Calmant S, Bulhões Mendes CA: **Large-scale hydrologic and hydrodynamic modeling of the Amazon River basin.** *Water Resour Res* 2013, **49**:1226–1243.
64. Neto AR, Collischonn W, Vieira RC, Silva DA, Tucci CEM: *Hydrological modelling in Amazonia-use of the MGB-IPH model and alternative databases.* IAHS Publ; 2005.
65. Tucci C, Marengo J, Silva Dias P, Collischonn W, Silva B, Clarke R, Cardoso A, Negrón-Juárez R, Sampaio G, Chou SC: *Streamflow forecasting in São Francisco River Basin based in the climatic forecasting.* 2005.
66. Siqueira Junior JL, Tomasella J, Rodriguez DA, Júnior JLS, Tomasella J, Rodriguez DA: **Impacts of future climatic and land cover changes on the hydrological regime of the Madeira River basin.** *Clim Change* 2015, **129**:117–129.
67. Collischonn W, Allasia D, da Silva BC, Tucci CEM: **The MGB-IPH model for large-scale rainfall-runoff modelling.** *Hydrol Sci J* 2007, **52**:878–895.
68. Baldassarre G Di, Viglione A, Carr G, Kuil L, Yan K, Brandimarte L, Blöschl G: **Debates—Perspectives on socio-hydrology: Capturing feedbacks between physical and social processes.** *Water Resour Res* 2015, **51**:4770–4781.

69. Troy TJ, Pavao-Zuckerman M, Evans TP: **Debates-Perspectives on socio-hydrology: Socio-hydrologic modeling: Tradeoffs, hypothesis testing, and validation.** [date unknown], doi:10.1002/2015WR017046.
70. Costanza R, Voinov A, Boumans R, Maxwell T, Villa F, Wainger L, Voinov H: **Integrated Ecological Economic Modeling of the Patuxent River Watershed, Maryland.** *Ecol Monogr* 2002, **72**:203.
71. Boumans R, Roman J, Altman I, Kaufman L: **The Multiscale Integrated Model of Ecosystem Services (MIMES): Simulating the interactions of coupled human and natural systems.** 2015, doi:10.1016/j.ecoser.2015.01.004.
72. Mohor GS, Rodriguez DA, Tomasella J, Siqueira Júnior JL: **Exploratory analyses for the assessment of climate change impacts on the energy production in an Amazon run-of-river hydropower plant.** *J Hydrol Reg Stud* 2015, **4**:41–59.
73. Bonner TH, Wilde GR: **Changes in the Canadian River Fish Assemblage Associated with Reservoir Construction.** *J Freshw Ecol* 2000, **15**:189–198.
74. Rodríguez Ruiz A, A.: **Fish species composition before and after construction of a reservoir on the Guadalete River (SW Spain).** *Fundam Appl Limnol* 1998, **142**:353–369.
75. Lima MAL, Kaplan DA, Doria CRD, Leite Lima MA, Kaplan DA, da Costa Doria CR: **Hydrological controls of fisheries production in a major Amazonian tributary.** *Ecology* 2017, **10**:e1899.
76. Van Damme P, Córdova-Clavijo L, Baigún C, Hauser M, Doria CRC, Duponchelle F: **Upstream dam impacts on goliath catfish (*Brachyplatystoma rousseauxii*) populations in the Bolivian Amazon.** *Neotrop ichthyology* 2019, In press.
77. Santos RE, Pinto-Coelho RM, Fonseca R, Simões NR, Zanchi FB: **The decline of fisheries on the Madeira River, Brazil: The high cost of the hydroelectric dams in the Amazon Basin.** *Fish Manag Ecol* 2018, **25**:380–391.
78. Isaac VJ, Almeida MC, Giarrizzo T, Deus CP, Vale R, Klein G, Begossi A: **Food consumption as an indicator of the conservation of natural resources in riverine communities of the Brazilian Amazon.** 2015, **87**:2229–2242.

79. Pinto MDS, Doria CRC, Marques EE: **Alterações temporais sobre a estrutura funcional das assembleias de peixes durante onze anos de formação de um reservatório do médio rio Tocantins, Brasil.** *Biota Amaz* 2019, **9**.
80. Melo T, Torrente-Vilara G, Röpke CP: **Flipped reducetarianism: A vegan fish subordinated to carnivory by suppression of the flooded forest in the Amazon.** *For Ecol Manage* 2019, **435**:138–143.
81. Carvalho A, Marques E: **Mitigação de injúrias e mortandade de peixes em turbinas e vertedouros de hidrelétricas: meta-síntese de pesquisas científicas publicadas em periódicos.** *Rev Cereus* 2018, **10**:45–67.
82. Cochrane SMV, Matricardi EAT, Numata I, Lefebvre PA: **Landsat-based analysis of mega dam flooding impacts in the Amazon compared to associated environmental impact assessments: Upper Madeira River example 2006–2015.** *Remote Sens Appl Soc Environ* 2017, **7**:1–8.
83. Silva Junior OM, Aurélio Dos Santos M, Sousa Dos Santos L: **da Silva Junior, O.M., dos Santos, M.A., and dos Santos, L.S. (2018) Spatiotemporal patterns of deforestation in response to the building of the Belo Monte hydroelectric plant in the Amazon Basin.** *Interciencia* 2018, **43**:80–84.
84. Jiang X, Lu D, Moran E, Calvi MFMF, Dutra LV, Li G: **Examining impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on land-cover changes using multitemporal Landsat imagery.** *Appl Geogr* 2018, **97**:35–47.
85. Montoya AD V., Lima AMM, Adami M: **Mapping and Temporary Analysis of the Landscape in the Tucuruí-PA Reservoir Surroundings.** *Anuário do Inst Geociências - UFRJ* 2018, **41**:553–567.
86. Chen G, Powers RP, de Carvalho LMT, Mora B: **Spatiotemporal patterns of tropical deforestation and forest degradation in response to the operation of the Tucuruí hydroelectric dam in the Amazon basin.** *Appl Geogr* 2015, **63**.
87. Barreto P, Brandão Junior A, Baima S, Souza C: **O risco de desmatamento associado a doze hidrelétricas na Amazônia.** 2014:149–175.
88. Jones IL, Peres CA, Benchimol MM, Bunnefeld L, Dent DH: **Instability of insular tree communities in an Amazonian mega-dam is driven by impaired recruitment and altered species composition.** *J Appl Ecol* 2019, **56**:779–791.

89. Rocha Duarte Neves J, Fernandez Piedade MT, Faria de Resende A, Oliveira Feitosa Y, Schöngart J: **Impact of climatic and hydrological disturbances on blackwater floodplain forests in Central Amazonia.** *Biotropica* 2019, doi:10.1111/btp.12667.
90. Lobo G de S, Wittmann F, Fernandez Piedade MT: **Response of black-water floodplain (igapo) forests to flood pulse regulation in a dammed Amazonian river.** *For Ecol Manage* 2019, **434**:110–118.
91. Assahira C, Resende AF de, Trumbore SE, Wittmann F, Cintra BBL, Batista ES, Piedade MTF, Trumbore SE, Wittmann F, Cintra BBL, et al.: **Tree mortality of a flood-adapted species in response of hydrographic changes caused by an Amazonian river dam.** *For Ecol Manage* 2017, **396**:113–123.
92. Benchimol M, Peres CA: **Edge-mediated compositional and functional decay of tree assemblages in Amazonian forest islands after 26 years of isolation.** *J Ecol* 2015, **103**:408–420.
93. de Resende AF, Schongart J, Streher AS, Ferreira-Ferreira J, Fernandez Piedade MT, Freire Silva TS, Resende AF de, Schöngart J, Streher AS, Ferreira-Ferreira J, et al.: **Massive tree mortality from flood pulse disturbances in Amazonian floodplain forests: The collateral effects of hydropower production.** *Sci Total Environ* 2019, **659**:587–598.
94. Hyde JL, Bohlman SA, Valle D: **Transmission lines are an under-acknowledged conservation threat to the Brazilian Amazon.** *Biol Conserv* 2018, **228**:343–356.
- \*\* Sintetiza a escala espacial dos impactos das linhas de transmissão na Amazônia, quantificando quase 40.000 km de linhas de transmissão e distribuição e a área impactada duas vezes o tamanho dos reservatórios inundados.
95. Lees AC, Peres CA, Fearnside PM, Schneider M, Zuanon JAS: **Hydropower and the future of Amazonian biodiversity.** *Biodivers Conserv* 2016, **25**:451–466.
96. Bueno AS, Dantas SM, Pinto Henriques LM, Peres CA, Henriques LMP, Peres CA: **Ecological traits modulate bird species responses to forest fragmentation in an Amazonian anthropogenic archipelago.** *Divers Distrib* 2018, **24**:387–402.
97. Aurelio-Silva M, Anciaes M, Pinto Henriques LM, Benchimol MM, Peres CA, Aurélio-Silva M, Anciães M, Henriques LMP, Benchimol MM, Peres CA: **Patterns of local**

- extinction in an Amazonian archipelagic avifauna following 25 years of insularization.** *Biol Conserv* 2016, **199**:101–109.
98. Benchimol M, Peres CA: **Predicting local extinctions of Amazonian vertebrates in forest islands created by a mega dam.** *Biol Conserv* 2015, **187**.
99. Palmeirim AF, Benchimol MM, Vieira MVV, Peres CA: **Small mammal responses to Amazonian forest islands are modulated by their forest dependence.** *Oecologia* 2018, **187**:191–204.
100. Storck-Tonon D, Peres CA: **Forest patch isolation drives local extinctions of Amazonian orchid bees in a 26 years old archipelago.** *Biol Conserv* 2017, **214**:270–277.
101. Palmeirim AF, Vieira MVV, Peres CA: **Non-random lizard extinctions in land-bridge Amazonian forest islands after 28 years of isolation.** *Biol Conserv* 2017, **214**:55–65.
102. Nepstad DC, Stickler CM, Filho BS-, Merry F: **Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point.** *Philos Trans R Soc B Biol Sci* 2008, **363**:1737–1746.
103. Bro AS, Moran E, Calvi MF: **Market Participation in the Age of Big Dams: The Belo Monte Hydroelectric Dam and Its Impact on Rural Agrarian Households.** *Sustainability* 2018, **10**.
104. Fearnside PM: **Emissions from tropical hydropower and the IPCC.** *Environ Sci Policy* 2015, **50**.
- \*\* Discute como as emissões de GHG (especialmente metano) das usinas hidrelétricas tropicais a longo prazo são contraditórias aos acordos climáticos de Paris.
105. Fearnside PM: **Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests.** In *Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia*. Edited by Lehr J, Keeley J. John Wiley & Sons Publishers; 2016:428–438.
106. Nobre CA, Sampaio G, Borma LS, Castilla-Rubio JC, Silva JSJS, Cardoso M, Davidson EA, Dolman J: **Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm.** *Pnas* 2016, **113**:10759–10768.

107. Fonseca A, Sánchez LE, Ribeiro JCJ: **Reforming EIA systems: A critical review of proposals in Brazil.** *Environ Impact Assess Rev* 2017, **62**:90–97.
108. Duarte CG, Dibo APA, Sánchez LE: **What does the academic research say about impact assessment and environmental licensing in Brazil?** *Ambient e Soc* 2017, **20**.
109. Mazzei CA, Marangoni TT, de Oliveira JN: **Quantitative analysis of environmental impact assessments of hydroelectric power plants on the IBAMA database and evaluation of the hydrological parameters used.** *Eng Sanit E Ambient* 2018, **23**:425–429.
110. ANEEL: **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico - SIGEL.** 2019.
111. TCU Tribunal de Contas da Uniao: **Acórdão 2.723/2017.**
112. Lucena AFP, Hejazi M, Vasquez-Arroyo E, Turner S, Koberle AC, Daenzer K, Rochedo PRR, Kober T, Cai Y, Beach RH, et al.: **Interactions between climate change mitigation and adaptation: The case of hydropower in Brazil.** *ENERGY* 2018, **164**:1161–1177.
- \* Mostra que os impactos das mudanças climáticas podem levar a maiores emissões na ausência de políticas de mitigação das mudanças climáticas no planejamento e operação das hidrelétricas. Os esforços de mitigação poderiam produzir uma combinação mais diversificada e menos intensiva de carbono de opções tecnológicas para adaptação.
113. de Souza Dias V, Pereira da Luz M, Medero GM, Tarley Ferreira Nascimento D, de Souza Dias V, Pereira da Luz M, Medero GM, Tarley Ferreira Nascimento D, Dias V de S, da Luz MP, et al.: **An overview of hydropower reservoirs in Brazil: Current situation, future perspectives and impacts of climate change.** Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2018.
114. Lucas EC, Mendes-Da-Silva W: **Impact of climate on firm value: Evidence from the electric power industry in Brazil.** *Energy* 2018, **153**:359–368.
115. Fernandes G, Gomes LL, Teixeira Brandao LE: **A risk-hedging tool for hydro power plants.** *Renew Sustain Energy Rev* 2018, **90**:370–378.

116. Hunt JD, Byers E, Riahi K, Langan S: **Comparison between seasonal pumped-storage and conventional reservoir dams from the water, energy and land nexus perspective.** *Energy Convers Manag* 2018, **166**:385-401.
117. de Faria FAM, Jaramillo P: **The future of power generation in Brazil: An analysis of alternatives to Amazonian hydropower development.** *Energy Sustain Dev* 2017, **41**:24-35.
118. Callegari C, Szklo A, Schaeffer R: **Cost overruns and delays in energy megaprojects: How big is big enough?** *Energy Policy* 2018, **114**:211-220.
- \*\* Apresenta estimativas quantitativas do custo de excedentes e atrasos na construção das barragens de Santo Antônio, Jirau e Belo Monte, concluindo que os megaprojetos não conseguem entregar as economias de escala incorporadas em grandes projetos, porque a exposição ao risco é desproporcional às economias financeiras que podem gerar .
119. Ansar A, Flyvbjerg B, Budzier A, Lunn D: **Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development.** *Energy Policy* 2014, **69**:43-56.
120. World Commission on Dams (WCD): *Dams and Development: A new framework for decision-making.* Earthscan; 2000.
121. Kirchherr J, Charles KJ: **The social impacts of dams: A new framework for scholarly analysis.** *Environ Impact Assess Rev* 2016, **60**:99-114.
- \* Presents a framework to inform scholarly analyses of social impacts of hydroelectric dams.
122. dos Santos MC: **The concept of "affected people" by dams - human rights and citizenship.** *Direito e Prax* 2015, **6**:113-140.
123. Athayde S, Moreira PFF, Heckenberger M: **Public feedback at risk in Brazil.** *Science (80- )* 2016, **353**:1217-1217.
124. Doria CRC, Athayde S, Marques EE, Leite Lima MA, Dutka-Gianelli J, Ruffino ML, Kaplan D, Freitas CEC, Isaac VN: **The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon.** *Ambio* 2018, **47**:453-465.

125. Del Bene D, Scheidel A, Temper L: **More dams, more violence? A global analysis on resistances and repression around conflictive dams through co-produced knowledge.** *Sustain Sci* 2018, **13**.
126. Castro E: **Production of knowledge about hydroelectric dams in the social sciences in Brazil.** *Novos Cad NAEA* 2018, **21**:31-59.
127. Luzia Ferraco A: **Belo Monte dam: a case for third generation rights legitimacy.** *Rev Andin Estud Polit* 2018, **8**:104-122.
128. Riethof M: **The international human rights discourse as a strategic focus in socio-environmental conflicts: the case of hydro-electric dams in Brazil.** *Int J Hum RIGHTS* 2017, **21**:482-499.
129. Heiskel TM: **Recognizing women in the struggle for social and environmental justice in the context of the Belo Monte hydropower dam in the Brazilian Amazon.** MS Thesis, Norwegian University of Life Sciences, 2016.
130. Castro-Diaz L, Lopez MC, Moran E: **Gender-Differentiated Impacts of the Belo Monte Hydroelectric Dam on Downstream Fishers in the Brazilian Amazon.** *Hum Ecol* 2018, **46**.
- \* Apresenta evidências de impactos diferenciados por gênero da barragem de Belo Monte em mulheres pescadoras deslocadas que não foram consultadas nem compensadas por suas perdas.
131. Athayde S: **Introduction : Indigenous Peoples , Dams and Resistance in Brazilian Amazonia.** *Tipiti J Soc Anthropol Lowl South Am* 2014, **12**:80-92.
132. Zanotti L: **Water and life: hydroelectric development and Indigenous pathways to justice in the Brazilian Amazon.** *Polit Groups Identities* 2015, **3**:666-672.
133. Fórum Teles Pires: *Barragens e Povos Indígenas no Rio Teles Pires: Características e Consequências de Atropelos no Planejamento, Licenciamento e Implantação das UHEs Teles Pires e São Manoel.* 2017.
134. Randell H: **Forced Migration and Changing Livelihoods in the Brazilian Amazon.** *Rural Sociol* 2017, **82**:548-573.



135. Alonso S: **Belo Monte e a questão indígena.** *Novos Cad NAEA* 2015, doi:10.5801/ncn.v18i2.2510.
136. Walker R, Simmons C: **Endangered Amazon: An Indigenous Tribe Fights Back Against Hydropower Development in the Tapajós Valley.** *Environ Sci Policy Sustain Dev* 2018, **60**:4-15.
137. McCormick S: **The Brazilian Anti-Dam Movement: Knowledge Contestation as Communicative Action.** *Organ Environ* 2006, **19**:321-346.
138. Ipereg Ayu: **Protocolo de Consulta Munduruku.** 2016.
139. Garzón BR, Yamada E, Oliveira R, Cerqueira D, Grupioni LDB: *Obstacles and Resistance to the Process of Implementing the Right to Free, Prior and Informed Consultation and Consent in Brazil.* 2016.
140. ILO - International Labour Organization: **Indigenous and Tribal Peoples Convention 169, 1989.**
141. Doria CRC, Athayde S, Dutka-Gianelli J, Luiz AMT: *Seminário e Oficina Internacional Brasil, Bolívia e Peru: Desafios Nacionais e Internacionais de Gestão dos Recursos Pesqueiros na Bacia do Madeira.* 2018.
142. Laufer J, Athayde S, Moreira PF, Soares LRR, Busquets M, Giralдин O, Marques EE, Medeiros AF, Mesquita EM, Setúbal S, et al.: *Gestão Participativa da Biodiversidade em Terras Indígenas afetadas por Barragens Hidrelétricas na Amazônia Brasileira - Relatório Técnico Oficina Tocantína.* 2016.
143. Schmitz Nunes MU, Hallwass G, Matias Silvano RA: **Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river.** *Hydrobiologia* 2019, **833**:197-215.
144. Gauthier C, Lin Z, Peter BG, Moran EF: **Hydroelectric Infrastructure and Potential Groundwater Contamination in the Brazilian Amazon: Altamira and the Belo Monte Dam.** *Prof Geogr* 2019, **71**:292-300.
145. Queiroz ARS De, Motta-Veiga M: **Análise dos impactos sociais e à saúde de grandes empreendimentos hidrelétricos: lições para uma gestão energética sustentável.** *Cien Saude Colet* 2012, **17**:1387-1398.

146. Gauthier C, Moran EF: **Public policy implementation and basic sanitation issues associated with hydroelectric projects in the Brazilian Amazon: Altamira and the Belo Monte dam.** *Geoforum* 2018, doi:10.1016/j.geoforum.2018.10.001.
147. Simão BP, Athayde S: **Resiliência socioecológica em comunidades deslocadas por hidrelétricas na Amazônia: o caso de Nova Mutum Paraná, Rondônia.** *Sustentabilidade em Debate* 2016, 7:104.
148. Begossi A, Salivonchyk S V, Hallwass G, Hanazaki N, Lopes PFM, Silvano RAM, Dumaresq D, Pittock J, Salivonchyk V S, Hallwass G, et al.: **Fish consumption on the Amazon: a review of biodiversity, hydropower and food security issues.** *Brazilian J Biol* 2019, 79:368–368.
149. Abe KC, El Khouri Miraglia SG: **Dengue incidence and associated costs in the periods before (2000-2008) and after (2009-2013) the construction of the hydroelectric power plants in Rondonia, Brazil.** *Epidemiol e Serv Saude* 2018, 27.
150. Valle D, Lima JMT: **Large-scale drivers of malaria and priority areas for prevention and control in the Brazilian Amazon region using a novel multi-pathogen geospatial model.** *Malar J* 2014, 13.
151. Hacon SS, Dorea JG, Fonseca M de F, Oliveira BA, Mourao DS, Ruiz CM V, Goncalves RA, Mariani CF, Bastos WR: **The Influence of Changes in Lifestyle and Mercury Exposure in Riverine Populations of the Madeira River (Amazon Basin) near a Hydroelectric Project.** *Int J Environ Res Public Health* 2014, 11:2437–2455.
152. Égré D, Roquet V, Durocher C: **Monetary benefit sharing from dams: A few examples of financial partnerships with Indigenous communities in Québec (Canada).** *Int J River Basin Manag* 2007, 5:235–244.
153. Tundisi JG, Goldemberg J, Matsumura-Tundisi T, Saraiva ACF: **How many more dams in the Amazon.** *Energy Policy* 2014, 74.
154. Atkins E: **Dammed and diversionary: The multi-dimensional framing of Brazil's Belo Monte dam.** *Singap J Trop Geogr* 2017, 38:276–292.
155. Ahlers R, Budds J, Joshi D, Merme V, Zwartveen M: **Framing hydropower as green energy: assessing drivers, risks and tensions in the Eastern Himalayas.** *Earth Syst Dynam* 2015, 6:195–204.

156. Scudder T, Gay J: A Comparative Survey of Dam-induced Resettlement in 50 Cases. In: T. Scudder. **The Future of Large Dams: dealing with social, environmental, institutional and political costs**. 2005
157. Zarfl C, Lumsdon AE, Berlekamp J, Tydecks L, Tockner K: **A global boom in hydropower dam construction**. *Aquat Sci* 2014, **77**:161–170.
158. Aeria A: **Economic Development via Dam Building: The Role of the State Government in the Sarawak Corridor of Renewable Energy and the Impact on Environment and Local Communities**. *373 Southeast Asian Stud* 2016, **5**:373–412.
159. Pulice SMP, Roquetti DR, Gomes CS, Moretto EM: **Usinas Hidrelétricas e Desenvolvimento Municipal: O Caso das Usinas Hidrelétricas do Complexo Pelotas-Uruguaí**. *Rev Gestão Ambient e Sustentabilidade* 2017, **6**:150–163.
160. Pulice SMP, Moretto EM: **the Financial Compensation and the Development of Brazilian Municipalities Flooded By Hydroelectric Dams**. *Ambient Soc* 2018, **20**:103–126.
161. Assunção, J, Szerman, D, Costa F: *Efeitos locais de Hidrelétricas no Brasil*. INPUT/Climate Policy Initiative, 2016.
162. de Faria FAMM, Davis A, Severnini E, Jaramillo P: **The local socio-economic impacts of large hydropower plant development in a developing country**. *Energy Econ* 2017, **67**:533–544.
163. Pulice SMP, Branco EA, Gallardo ALCF, Roquetti DR, Moretto EM: **Evaluating Monetary-Based Benefit-Sharing as a Mechanism to Improve Local Human Development and its Importance for Impact Assessment of Hydropower Plants in Brazil**. *J Environ Assess Policy Manag* 2019, **21**:1950003.
164. Randell H: **The short-term impacts of development-induced displacement on wealth and subjective well-being in the Brazilian Amazon**. *World Dev* 2016, **87**:385–400.
165. Tilt B, Braun Y, He D: **Social impacts of large dam projects: A comparison of international case studies and implications for best practice**. *J Environ Manage* 2009, **90**:S249–S257.

166. Cernea MM: **Development and Population Displacement**. *Collect Glob Course Syllabi Relat to Internally Displac Pers* 2004.
167. Vanclay F: **Conceptualising social impacts**. *Environ Impact Assess Rev* 2002, **22**:183–211.
168. Sánchez LE, Mitchell R: **Conceptualizing impact assessment as a learning process**. *Environ Impact Assess Rev* 2017, **62**:195–204.
- \* Explora como os desenvolvedores do projeto e seus consultores, reguladores governamentais e partes interessadas podem aprender com o processo de avaliação de impacto, desenvolvendo normas e valores orientados à sustentabilidade.
169. Kirchherr J, Pohlner H, Charles KJ: **Cleaning up the big muddy: A meta-synthesis of the research on the social impact of dams**. *Environ Impact Assess Rev* 2016, **60**:115–125.
170. Brown PH, Tullos D, Tilt B, Magee D, Wolf AT: **Modeling the costs and benefits of dam construction from a multidisciplinary perspective**. *J Environ Manage* 2009, **90**:S303–S311.
171. UN. United Nations Organization/ IPBES.: **Indigenous and Local Knowledge Systems (deliverable 1 (c)). IPBES/5/4**. 2016.

Tabela 2. Principais avanços e lacunas de conhecimento em pesquisas sobre desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia Brasileira, organizados por meio de campos disciplinares interdisciplinares para 339 publicações obtidas na base Web Of Science para o período de 2014–2019.

Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
Processos biofísicos e socioecológicos	Hidrologia e geomorfologia	- Barragens existentes tem um impacto significativo no regime hidrológico em toda a Amazônia - Barragens de planície com grandes reservatórios causam maiores alterações	- Impactos ecológicos cumulativos de pequenas e grandes barragens no regime de vazão e transporte de sedimentos / nutrientes - Acoplar modelos de bacias	Ciências / Estudos Ambientais, Recursos Hídricos, Geociências, Meteorologia e Ciências Atmosféricas	[2] [10] [11] [13] [49]

Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
		<p>hidrológicas, mas pequenas barragens estão aumentando rapidamente e causando grandes impactos por quantidade de eletricidade produzida</p> <p>- Barragens andinas existentes e planejadas ameaçam a conectividade, com grandes impactos nos peixes, sedimentos e nutrientes</p> <p>- Um índice de vulnerabilidade a barragens foi criado para orientar futuro desenvolvimento da energia hidrelétrica na Amazônia</p>	<p>hidrográficas a modelos de mudança climática e modelos de estrutura, função e serviços específicos de ecossistemas</p> <p>- Incerteza sobre a gama de possíveis impactos climáticos futuros sobre tendências espaço-temporais no fluxo dos rios</p> <p>- Potencial para o desenho de barragens ou técnicas de gerenciamento de sedimentos para mitigar a sua captura</p>		
<p>Processos biofísicos e socioecológicos</p>	<p>Peixes e Pesca</p>	<p>- Maior conhecimento sobre a diversidade de peixes de água doce ameaçados por barragens existentes e planejadas em todo o mundo</p> <p>- Conectividade Andes-Amazônia ameaçada por barragens</p> <p>- Diminuição da pesca observada a montante e a jusante dos principais projetos de barragens</p>	<p>- Elucidar relações entre espécies e/ou ecologia de fluxo específicas de grupos funcionais</p> <p>- Escassez de dados da ictiofauna, tanto na disponibilidade espaço-temporal quanto em impactos socioeconômicos nos meios de subsistência de pescadores e comunidades reassentadas, inclusive através</p>	<p>Ecologia, Pesca, Conservação da Biodiversidade</p>	<p>[3] [10] [33] [76-79] [81]</p>

Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
		<p>- Principais impactos das perdas relacionadas a pesca nos sistemas econômico, social e cultural</p> <p>- Poder explicativo limitado do controle hidrológico na produção pesqueira</p>	<p>de perspectivas de gênero e intergeracionais</p> <p>- Tecnologias de passagem de peixes relevantes para espécies e reservatórios tropicais</p>		
<p>Processos biofísicos e socioecológicos</p>	<p>Feedbacks dos ecossistemas terrestres</p>	<p>- Mudanças diretas e indiretas no uso da terra ocorrem devido à inundação de reservatórios, desmatamento, mudanças na hidrologia das matas ciliares e várzeas, e infraestrutura associada à energia</p> <p>- Os impactos das linhas de transmissão provavelmente excedem os impactos dos reservatórios (por área) e são pouco reconhecidos no planejamento e gerenciamento de barragens</p> <p>- Feedbacks acoplados entre barragens e desmatamento podem exacerbar as conexões entre perda florestal e clima, incêndio e vazão dos rios</p>	<p>- A pesquisa tende a se concentrar em uma única barragem, precisa considerar impactos cumulativos de outras barragens e fatores de mudança</p> <p>- Os mecanismos pelos quais as barragens impactam indiretamente as florestas, a cobertura da terra e os meios de subsistência precisam ser melhor compreendidos para prever, gerenciar e mitigar esses impactos.</p> <p>- Necessidade de estudar os impactos associados das mudanças no uso da terra, mudanças climáticas e</p>	<p>Ciências / Estudos Ambientais, Geociências, Meteorologia e Ciências Atmosféricas, Ecologia</p>	<p>[12] [48] [77 - 78] [82-87] [94] [102]</p>

Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
			desenvolvimento de energia hidrelétrica na produção e transporte de sedimentos		
Processos biofísicos e socioecológicos	Mudanças climáticas	<p>- Os reservatórios tropicais podem ser uma importante fonte de metano, exacerbando o aquecimento global</p> <p>- A seleção do período de referência é crítica para o cálculo do potencial de aquecimento líquido da produção de eletricidade baseada em hidrelétricas</p> <p>- As projeções climáticas globais projetam mudanças espacialmente variáveis nos regimes de precipitação, evapotranspiração e fluxo, com a maior parte das secas no sul e sudeste</p> <p>- Mudanças climáticas podem aumentar os fluxos e inundações no noroeste da Amazônia e diminuir os fluxos no leste da Amazônia</p>	<p>- Necessidade de criar modelos climáticos regionais que incluam feedbacks entre desenvolvimento de hidrelétricas, desmatamento, emissões de reservatórios, regimes de aquecimento e precipitação</p> <p>- Os impactos dos cálculos das emissões de gases de efeito estufa e a incerteza não estão representados nas políticas públicas</p> <p>- O fluxo de metano da desgaseificação da barragem e os fluxos a jusante</p> <p>- A contabilização líquida de carbono do ciclo de vida das hidrelétricas tropicais permanece muito debatida nas arenas de literatura e política</p>	Ciências / Estudos Ambientais, Meteorologia e Ciências Atmosféricas, Ciências multidisciplinares, Energia e combustíveis, Ecologia, Conservação da Biodiversidade	[15] [102] [104-106]
	Cenários de energia;	- Oportunidades para melhorar	- Boas práticas em avaliação de	Ciências Ambientais,	[5] [13 - 14]

Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
Energia e Infraestrutura	alternativas e cruzamentos com outras opções de infraestrutura e geração de energia; interseções entre geração de eletricidade e mudanças climáticas; eficiência energética; ferramentas tecnológicas; viabilidade e localização de barragens, criticismo das barragens como energia limpa; e políticas públicas	processos de licenciamento e instrumentos de avaliação de impacto socioambiental - Escassez de pesquisas sobre pequenas barragens na Amazônia - As linhas de transmissão não são integradas ao planejamento de energia hidrelétrica - Os impactos das mudanças climáticas podem levar a maiores emissões e custos mais altos, na ausência de políticas de mitigação climática no planejamento das hidrelétricas - Investir em eficiência energética, inovações e fontes alternativas de geração de energia pode contribuir para diminuir a dependência e os riscos do sistema termo-hídrico - As estimativas de excedentes de custos e atrasos na construção das barragens de Jirau, Santo Antônio e Belo Monte totalizaram 91%, 64% e 70%	impacto cumulativo em escala regional e de bacia, considerando outros projetos de infraestrutura e políticas e programas relevantes - Desenvolvimento de ferramentas para melhorar o acesso a dados e informações / participação do público na tomada de decisões - Avaliação e planejamento integrados para pequenas e grandes hidrelétricas, incluindo linhas de transmissão - Trade-offs (perdas e ganhos) entre diversas opções e arranjos energéticos de acordo com a perspectiva de diferentes atores - Avaliação pluralista (multi-perspectivas) na avaliação de impacto ambiental - Modelagem integrada de mudanças climáticas, produção de energia de várias fontes, custos e riscos	Tecnologia de Ciência Sustentável Verde, Engenharia Ambiental e Energia e Combustíveis	[18] [94] [111-112] [117-119] [168]



Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
		acima do orçamento inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigações sobre o custo da corrupção para megaprojetos</li> <li>- Investigação de excedentes de custos e atrasos nos projetos</li> </ul>		
Governança, desenvolvimento, impactos e benefícios sociais das hidrelétricas	Saúde pública e saneamento, doenças infecciosas, psicologia e contaminação da água, impactos socioeconômicos e culturais, distribuição de custos e benefícios, movimentos sociais, conflitos sociais, impactos psicológicos e perdas simbólicas, direitos humanos, deslocamento forçado pelo desenvolvimento e reassentamento, e políticas públicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- As barragens contribuem para desencadear surtos de doenças infecciosas, cujos riscos e custos não são contabilizados durante o planejamento e licenciamento dos projetos</li> <li>- A falta de dados restringe a capacidade de distinguir entre impactos positivos e negativos, padrões, especificidades e processos cumulativos de impacto social nas escalas local, regional e na escala de bacia</li> <li>- As barragens de Belo Monte e Madeira levaram a conflitos sociais, judicialização, violação de direitos humanos, impactos diferenciados por gênero e destruição dos meios de vida de povos indígenas e das comunidades locais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar lacunas nas políticas públicas que afetam surtos de doenças infecciosas ligadas a saneamento básico e recursos hídricos para informar o planejamento</li> <li>- Desenvolver estudos focados em como diferentes pessoas (mulheres, crianças, idosos e diversos grupos culturais) podem ser impactadas de maneira diferente por barragens</li> <li>- Impactos sociais em geral: dificuldade em definir quem é “afetado” por barragens, o que tem implicações socioeconômicas, de direitos e de justiça socioambiental</li> <li>- Os estudos são realizados na escala de projeto, mas os efeitos são sistêmicos e cumulativos</li> </ul>	Medicina Tropical, Ciências Sociais Interdisciplinares, Parasitologia, Ciências Ambientais e Estudos Ambientais, Geografia, Economia, Direito e Estudos do Desenvolvimento	[30] [34-35] [125] [130]; 134] [144-146] [159-164]

Tópicos interdisciplinares	Principais temas	Avanços	Lacunas	Categorias disciplinares da base WOS	Referências
		<p>As comunidades locais não têm acesso às informações produzidas por pesquisadores e cientistas</p> <p>- O conhecimento indígena e local não é considerado no planejamento e tomada de decisão da energia hidrelétrica na Amazônia brasileira</p> <p>- Os benefícios das barragens são alcançados na escala nacional, enquanto os custos são sentidos nas escalas local e regional</p> <p>- Benefícios socioeconômicos e impactos negativos são complexos, ocorrem através de múltiplas escalas espaço-temporais e envolvem múltiplas dimensões</p>	<p>- Compreensão das interconexões entre deslocamento forçado e processos socioeconômicos a montante e a jusante de barragens</p> <p>- Estudos integrados, passando de uma abordagem projeto por projeto para uma escala regional e sistêmica</p>		

## Capítulo 6.2

### Fragmentação da conectividade dos Andes para Amazônia por barragens hidrelétricas

*Elizabeth P. Anderson*<sup>1</sup>

*Clinton N. Jenkins*<sup>2</sup>

*Sebastian Heilpern*<sup>3</sup>

*Javier Maldonado-Ocampo*<sup>4</sup>

*Fernando M. Carvajal-Vallejos*<sup>5</sup>

*Andrea C. Encalada*<sup>6</sup>

*Juan Francisco Rivadeneira*<sup>7</sup>

*Max Hidalgo*<sup>8</sup>

*Carlos M. Cañas*<sup>9</sup>

*Hernan Ortega*<sup>10</sup>

*Norma Salcedo*<sup>11</sup>

*Mabel Maldonado*<sup>12</sup>

*Pablo A. Tedesco*<sup>13</sup>

---

<sup>1</sup> Department of Earth & Environment and Institute for Water and Environment, Florida International University, Miami, FL, USA. \*Corresponding author: Elizabeth P. Anderson, eanders@fiu.edu

<sup>2</sup> IPÊ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, Nazaré Paulista, São Paulo 12960, Brazil. ORCID 0000-0003-2198-0637.

<sup>3</sup> Department of Ecology, Evolution and Environmental Biology, Columbia University, New York, NY 10027.

<sup>4</sup> Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Laboratorio de Ictiología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia; ORCID 0000-0003-3024-237X.

<sup>5</sup> FAUNAGUA, Cochabamba, Plurinational State of Bolivia; ECOSINTEGRALES SRL, Cochabamba, Plurinational State of Bolivia.

<sup>6</sup> Instituto BIOSFERA, Laboratorio de Ecología Acuática, Universidad San Francisco de Quito, Cumbaya, Ecuador.

<sup>7</sup> Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

<sup>8</sup> Departamento de Ictiología, Museo de Historia Natural-Universidad Nacional Mayor San Marcos. Lima, Peru.

<sup>9</sup> Wildlife Conservation Society, Av. Roosevelt 6360, Miraflores, Lima, Peru.

<sup>10</sup> Departamento de Ictiología, Museo de Historia Natural-Universidad Nacional Mayor San Marcos. Lima, Peru.

<sup>11</sup> Department of Biology, Francis Marion University, Florence, SC, USA.

<sup>12</sup> Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

<sup>13</sup> UMR5174 EDB (Laboratoire Evolution et Diversité Biologique), CNRS, IRD, UPS, ENSFEA, Université Paul Sabatier, F-31062 Toulouse, France.

## Resumo

A conectividade do rio Andes para a Amazônia controla numerosos sistemas naturais e humanos na grande Amazônia. No entanto, o mesmo está sendo rapidamente alterado por uma onda de desenvolvimento de novas hidrelétricas, cujos impactos anteriormente foram subestimados. Foram documentadas 142 barragens existentes ou em construção e 160 barragens propostas para rios que drenam as nascentes dos Andes da Amazônia. As barragens existentes fragmentaram as redes tributárias de seis das oito principais bacias hidrográficas dos Andes da Amazônia. As barragens propostas poderiam resultar em perdas significativas na conectividade dos rios nos cinco dos oito principais sistemas - o Napo, Maraón, Ucayali, Beni e Mamoré. Com um total de 671 espécies de peixes de água doce que habitam as nascentes dos Andes da Amazônia (> 500 m), as represas ameaçam a biodiversidade anteriormente não reconhecida, particularmente entre as espécies endêmicas e migratórias. Como os rios andinos contribuem com a maior parte do sedimento no ecossistema principal da Amazônia, as perdas na conectividade do rio se traduzem em drástica alteração da geomorfologia do canal e da planície aluvial e dos serviços ecossistêmicos associados a mudança.

## Introdução

A conectividade dos Andes à Amazônia - facilitada pelos rios - suporta muitos sistemas naturais e humanos na Amazônia. Os rios de origem andina, por exemplo, contribuem com aproximadamente metade do fluxo anual do canal principal do Rio Amazonas e exportam grandes quantidades de sedimentos, matéria orgânica e nutrientes para a planície (1). Consequentemente, os rios andinos controlam amplamente os processos geomorfológicos como meandros de rios, depósito de sedimentos e formação de planícies de inundação por milhares de quilômetros a jusante (2). Estes processos criam e mantêm habitats para muitas espécies de vertebrados e invertebrados, tanto terrestres como aquáticos. A conexão fluvial é particularmente crítica para os peixes de água doce (3), cuja diversidade atinge o pico mundial na Amazônia, com uma estimativa de 3500-5000 espécies (2258 spp. conhecidas até o momento; 4,5). Alguns peixes amazônicos migram milhares de quilômetros entre as planícies da Amazônia e os Andes, incluindo os bagres (*Brachyplatystoma* spp.) que sofrem a mais longa migração de

água doce do mundo (6). Os peixes migratórios dominam a pesca de água doce da Amazônia e, juntamente com a agricultura de várzea e os produtos da floresta ripária, fornecem uma fonte primária de renda ou proteína para as 30 milhões de pessoas que habitam a Bacia Amazônica. Ritmos de vida, tradições culturais e cosmologias indígenas são todos fortemente influenciados pela conectividade entre os Andes e a Amazônia (7,8,9).

Um *boom* sem precedentes no desenvolvimento de energia hidrelétrica começou a romper as ligações críticas entre as cabeceiras dos Andes e as planícies da Amazônia, ameaçando desencadear uma mudança irreversível (10,11,12). Nesse sentido, a proliferação de barragens nas nascentes dos Andes da Amazônia foi recentemente identificada como uma das 15 principais questões globais de conservação (13). Dado o forte controle dos rios andinos na Amazônia, há uma necessidade urgente de análises em escala de bacia e regional para quantificar os efeitos da proliferação de represas na conectividade do rio. Os estudos de impacto ambiental e licenciamento para energia hidrelétrica são tipicamente específicos do local e ignoram em grande parte os efeitos cumulativos ou sinérgicos de várias barragens em uma rede fluvial ou dentro de uma bacia hidrográfica (10,12). Estudos globais anteriores sobre a fragmentação de grandes rios mostram que mais da metade dos grandes sistemas fluviais do mundo são afetados pelas barragens existentes (14), e muitas bacias hidrográficas tropicais de grande porte podem ser alteradas pelas barragens propostas (12,15). Essas avaliações ajudaram a documentar tendências gerais, mas frequentemente mascararam a natureza hierárquica das redes fluviais, tratam a Bacia Amazônica como uma única unidade e não consideram as consequências das perdas na conectividade da Cordilheira dos Andes com a Amazônia.

Apresentamos aqui uma análise atual e regional da fragmentação de rios por barragens de hidrelétricas nas nascentes dos Andes da Amazônia, incluindo uma das primeiras tentativas de aplicar um índice padrão de conectividade fluvial em escala regional. Em particular, nós (i) atualizamos dados previamente publicados (10) sobre projetos hidrelétricos existentes

e propostos através da revisão de documentos governamentais e contato direto com autoridades na Colômbia, Equador, Peru e Bolívia; (ii) verificamos a localização das barragens existentes usando imagens de satélite; (iii) quantificamos efeitos cumulativos das barragens e barragens existentes em construção na conectividade longitudinal dos rios; (iv) projetamos os potenciais efeitos aditivos das barragens propostas na conectividade longitudinal dos rios; e (v) examinamos a fragmentação da rede fluvial à luz da conectividade Andes-Amazônia e da biodiversidade de peixes de água doce.

## **Metódos**

O trabalho para este estudo começou em um workshop internacional realizado em Bogotá, Colômbia, em junho de 2015, com representantes dos quatro países amazônicos andinos e do Brasil. Após este workshop, obtivemos informações sobre as barragens na Amazônia andina a partir de numerosas fontes na Colômbia, Equador, Peru e Bolívia. Estes incluíram estudos anteriores (10,12,15), documentos de planejamento do governo e correspondência direta com representantes das autoridades governamentais de energia. Nós projetamos todas as barragens existentes e em construção usando o Google Earth e o ArcMap 10.5 para confirmar sua existência e verificar sua localização com imagens de satélite de alta resolução. Todos os dados sobre peixes vieram do Amazon Fish Project ([www.amazon-fish.com](http://www.amazon-fish.com)).

Foram definidas oito bacias dos rios da Amazônia andina - grandes rios com nascentes na região dos Andes > 500 metros acima do nível do mar (a.n.m.) - e consideramos cada bacia desde suas origens até a foz no sistema central da Amazônia para realizar análises de conectividade. As bacias focais foram Caquetá, Putumayo, Napo, Marañón, Ucayali e Madeira. O grande Madeira foi subdividido nas sub-bacias de Madre de Dios, Beni e Mamoré para análise. Para análises de comprimentos de rede de rios e índices de fragmentação, foi utilizado o banco de dados do rio

HydroSHEDS (48). Para os cálculos do trecho do rio e dos comprimentos gerais da rede, foi usado a *Barrier Analysis Tool* (BAT) desenvolvida pela *The Nature Conservancy* (49). Para quantificar as perdas na conectividade, foi aplicado o Índice de Conectividade Dendrítica (DCI), desenvolvido por Cote et al. (16), e disponível para o ArcGIS através do Fish Passage Extension (FIPEX; 50). As bacias hidrográficas eram do banco de dados *Nested Watersheds of South America*, desenvolvido pela *The Nature Conservancy* (48, 51-53).

## Resultados

Aqui foram relatadas quatro descobertas principais. Primeiramente, o cenário do desenvolvimento de energia hidrelétrica na Amazônia andina foi severamente subestimada. Documentamos 302 represas hidrelétricas ou projetos na região, correspondendo a 142 represas em operação ou em construção e 160 barragens em vários estágios de planejamento (Tabela 1; Fig. 1). O número de barragens em operação ou em construção é quase duas vezes maior do que o que foi relatado anteriormente (10,12,15), uma consequência do desenvolvimento de energia hidrelétrica nos últimos cinco anos e a aquisição de novos dados. Duas outras megabarragens adicionais foram concluídas em 2012 no rio Madeira, no Brasil (Santo Antônio, Jirau), fora da região amazônica andina. As mesmas foram incluídas em nossas análises de conectividade, uma vez que elas fragmentam as nascentes andinas do rio Madeira, a jusante da Amazônia.

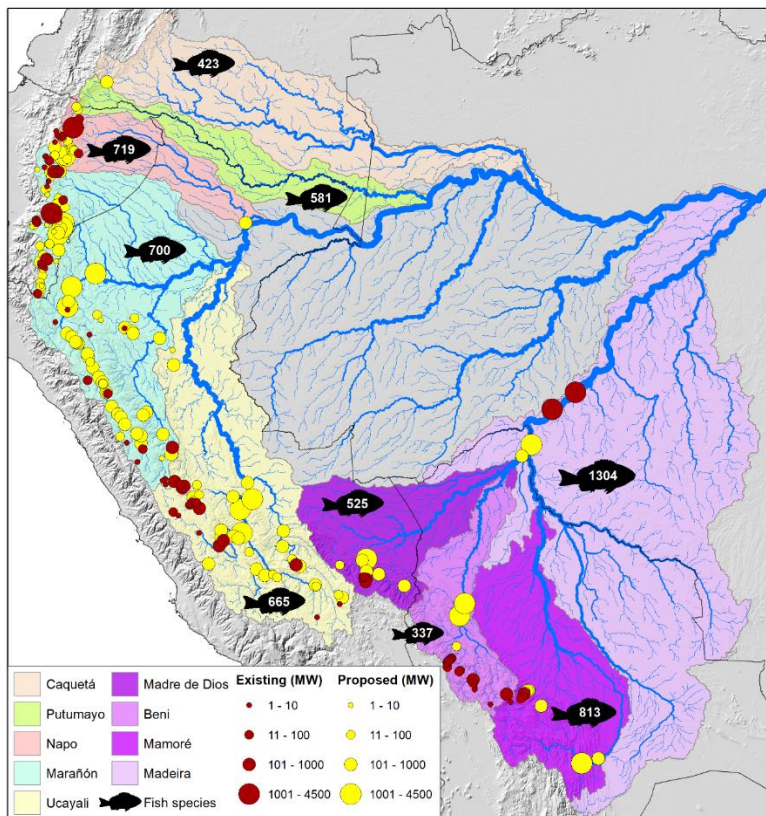


Fig. 1. Barragens existentes ou em construção (vermelhas) e propostas (amarelas) nas bacias dos rios Andino-Amazonônicos. A riqueza estimada de espécies de peixes para cada bacia é representada pelo símbolo do peixe; dados sobre peixes fornecidos pelo Amazon Fish Project (4).

Dos quatro países amazônicos andinos, o Peru possui o maior número de barragens existentes e propostas (Tabela 1). A maioria das barragens existentes no Peru são pequenos projetos (<50 MW) localizados em altas altitudes nos Andes, além de algumas barragens na faixa de tamanho de 100-1000 MW. Em contraste, a maioria das barragens propostas no Peru está entre 100-1000 MW, e pelo menos seis projetos em consideração podem exceder a capacidade de geração instalada de 1.000 MW. A Bolívia mostra tendências semelhantes ao Peru. As barragens existentes tendem a ser projetos pequenos ou médios <50 MW, enquanto as barragens propostas, embora em menor número, quase todas excedem



a capacidade instalada de 100 MW. No Equador, a maioria das barragens existentes também tende a ser <50 MW, além de um conjunto de barragens antigas e o projeto Coca Codo Sinclair (~ 1500 MW), que recentemente começou a operar na Bacia do Rio Napo. A Colômbia é o único país sem barragens hidrelétricas atualmente em operação ou em construção na Amazônia andina. No entanto, o cenário de energia hidrelétrica pode mudar significativamente no futuro, considerando os acordos de paz assinados recentemente pela Colômbia e o aumento relacionado à segurança, acesso e interesse comercial na região amazônica (18,19).

Tabela 1. Barragens existentes e propostas nos rios de origem andina na Bacia Amazônica, classificados de acordo com a principal bacia, país, tamanho (capacidade de geração instalada, com base nos dados disponíveis) e eco região de água doce (20). \* As estimativas de Madre de Dios incluem a Bacia do Rio Beni. \*\* As estimativas da Madeira incluem as bacias dos rios Madre de Dios, Beni e Mamoré. \*\*\* A estimativa do Brasil inclui apenas as barragens de Santo Antônio e Jirau.

	Existente/Em Construção		Proposto	
	Número	Total MW (≥)	Número	Total MW
<b>Bacia</b>				
Caquetá	0	0	1	687
Putumayo	0	0	0	0
Napo	9	1,669	22	2,949
Marañón	36	2,723	82	25,785
Ucayali	67	1,873	37	11,852
Madre de Dios*	25	965	11	8,595
Beni	20	625	3	5,000
Mamoré	5	279	6	3,871
Madeira**	32	7,693	18	15,466
<b>País</b>				
Colômbia	0	0	1	687
Equador	31	3,766	64	10,710
Peru	86	2,838	84	32,482
Bolívia	25	903	11	12,861
Brasil***	2	6,450	-	-
<b>Tamanho (MW)</b>				
sem dato	51	-	0	-
1 a 10	37	207	21	111
11 a 100	35	1,268	57	2,608
101 a 1000	17	3,457	67	25,801
1001 a 4500	4	9,025	15	28,219
<b>Ecorregião</b>				
Amazonas High Andes	141	7,502	123	23,325
Western Amazon Piedmont	1	6	16	12,487

	Existente/Em Construção		Proposto	
	Número	Total MW ( $\geq$ )	Número	Total MW
Ucayali-Urubamba Piedmont	0	0	10	7,271
Mamoré-Madre de Dios Piedmont	0	0	9	8,507
Outros	2	6,450	2	3,150

Segundo, a maior parte do desenvolvimento hidrelétrico existente afetou as redes tributárias da Amazônia andina, mas não os principais rios. Das oito bacias amazônicas andinas analisadas, seis têm hidrelétricas em operação ou em construção (Fig. 1). As regiões equatorianas da bacia do alto rio Marañón - incluindo as sub-bacias de Pastaza e Santiago - têm muitos projetos de hidrelétricas existentes, assim como os afluentes do alto Ucayali (Peru) e Beni (Bolívia). As únicas bacias amazônicas andinas atualmente não afetadas pelas represas hidrelétricas existentes são Caquetá (Colômbia-Brasil) e Putumayo (Colômbia-Peru-Brasil). A aplicação do Índice de Conectividade Dendrítica (ICD) mostrou que as redes tributárias Marañón e Ucayali já experimentaram fragmentação moderada pelas barragens existentes - refletindo perdas de aproximadamente 20% da conectividade de rede em cada bacia (Tabela 2).

Esta situação provavelmente mudará se as represas propostas forem construídas. Nossa análise sugere que o Putumayo em breve poderá ser o único grande sistema fluvial livre de barragens de hidrelétricas em toda a região amazônica andina. Em cenários futuros de desenvolvimento de barragens, as perdas na conectividade de rede poderiam aumentar em > 50% em Marañón, Ucayali e Beni e > 35% em Madre de Dios e Mamoré (Tabela 2). A fragmentação significativa da calha principal é uma possibilidade para cinco dos oito principais rios da Amazônia andina. Destes, Napo, Beni e Mamoré propuseram represas próximas à foz do sistema principal, o que isolaria quase toda a rede fluvial a montante das planícies da Amazônia. Uma situação semelhante já ocorreu no Rio Madeira, no tronco principal, no Brasil, onde as barragens de Santo Antônio e Jirau - a jusante da confluência dos rios Madre de Dios, Beni e Mamoré - introduziram barreiras físicas que interrompem a conectividade

longitudinal entre todos os rios. três dessas bacias hidrográficas e áreas a jusante da Amazônia.

Tabela 2. Fragmentação dos afluentes andinos da Amazônia pelas hidrelétricas existentes e propostas. O comprimento da rede fluvial e o maior alcance contínuo do rio (km) são baseados nos comprimentos dos rios no HydroSHEDS (48). Para métricas de fragmentação, as pontuações de conectividade principal e tributária seguem a abordagem de Dynesius & Nilsson 1994 (54). O índice de conectividade dendrítica (DCI) segue Cote et al. 2009 (16)

e Grill et al. 2014 (17), onde 100 é igual a conectividade total.

Bacia	Comprimento da calha do rio (km)	Maior calha contínua de rio encontrada (km)	Maior calha (km)- Barragens existentes	Maior calha (km)- Barragens existentes e propostas	Conectividade da calha - barragens existentes	Conectividade da calha - Barragens existentes e propostas	DCI - Barragens existentes	DCI - Barragens existentes e propostas
Caquetá	46,871	2,216	2,216	2,216	100.0%	100.0%	100	99.60
Putumayo	21,165	1,952	1,952	1,952	100.0%	100.0%	100	100
Napo	17,999	1,108	1,108	981	100.0%	88.5%	92.63	82.01
Marañón	61,619	1,656	1,551	1,135	93.7%	68.5%	82.40	28.17
Ucayali	59,747	2,463	2,376	1,879	96.5%	76.3%	79.68	32.65
Madre de Dios	48,324	1,417	1,417	1,346	100.0%	95.0%	97.09	53.49
Beni	20,103	1,260	1,260	767	100.0%	60.9%	97.18	39.13
Mamoré	42,010	2,048	2,048	1,427	100.0%	69.7%	99.56	61.16

Em terceiro lugar, as represas ameaçam a diversidade de peixes de água doce e o endemismo anteriormente não reconhecidos na Amazônia Andina. As Ecorregiões de Água Doce do Mundo (FEOW) estabeleceram quatro divisões para a região amazônica andina: Amazonas, Andes, Piemonte, Ucayali-Urubamba e Piemonte, Mamoré-Madre de Dios (20). O desenvolvimento hidrelétrico existente e proposto está fortemente concentrado nos Altos Andes do Amazonas. Esta ecorregião abriga numerosas espécies de peixes que são adaptadas morfologicamente para sobreviver em rios de montanha de alto declive e de fluxo rápido, e é caracterizada por alta substituição das assembleias de espécies ao longo de curtos gradientes de elevação (21,22). No entanto, os sistemas dos rios da Amazônia andina, especialmente os principais Caquetá, Putumayo e Alto Maranhão, permanecem pouco estudados. Nossa compilação de dados existentes de coleções de peixes em locais > 500 msl produziu um total de 671 espécies, a primeira estimativa para a região amazônica andina (4; Tabela 3). As barragens alteram o habitat dessas espécies e criam barreiras intransponíveis ao seu movimento ao longo dos corredores fluviais; esses impactos serão exacerbados pelas futuras mudanças climáticas e prevê-se

a redução da distribuição das espécies. Estudos de outras regiões confirmaram a relevância biológica do ICD para peixes de água doce, ligando declínios na diversidade alfa (local) e beta (rede de rios) com aumentos na fragmentação do rio (23,24). Com base nas projeções de redução nos valores do ICD com o desenvolvimento hidrelétrico em andamento, prevemos declínios semelhantes na diversidade alfa e beta de peixes na Amazônia andina - particularmente nas bacias de Marañón, Ucayali, Beni e Mamoré e Madre de Dios (Tabela 2).

Tabela 3. Desagregação do desenvolvimento de energia hidroelétrica e estimativa da riqueza de espécies de peixe por gama de elevação (masl = metros acima do nível do mar). Dados sobre espécies de peixes fornecidos pelo Projeto Peixe da Amazônia (4).

Elevação (intervalo)	Barragens existentes e em construção	Barragens propostas	Número estimado de espécies de peixes
>4000	52	1	65
3000-4000	23	10	35
2000-3000	29	24	69
1000-2000	30	57	257
500-1000	7	41	602
<500	3	27	1549

Peixes de toda a bacia amazônica exibem uma série de movimentos ou padrões de migração ligados principalmente à reprodução ou à alimentação (6,25-27). As bem conhecidas migrações de peixes Siluriformes e Characiformes, notadamente *Prochilodus*, sustentam a pesca amazônica e influenciam os processos ecossistêmicos nos rios andinos, muitas vezes sem redundância funcional (28-29). Além disso, um recente aumento na pesquisa fluvial na Amazônia andina documentou movimentos notáveis em espécies de pequeno porte; isto é exemplificado por *Trichomycterus barbourni*, um bagre andino de corpo pequeno cujos juvenis migram em massa a montante com distâncias > 300 km na Amazônia boliviana (26). Barragens interrompem tanto os corredores de migração quanto nos gatilhos de reprodução porque elas representam barreiras físicas e suas operações criam uma hidrografia não natural, com flutuações no fluxo que ocorrem fora de sincronia com padrões históricos

e/ou sazonais. Fatores hidro-climatológicos desempenham papéis importantes nos gatilhos de reprodução de peixes Caraciformes e Siluriformes em diferentes estágios de suas migrações (25,30). Portanto, represas distantes a montante podem influenciar o comportamento migratório desses peixes ao interromper os sinais hidrológicos aos quais responderam por milhares de anos. Além disso, mudanças na temperatura da água associadas às barragens têm o potencial de afetar a viabilidade de larvas, tanto para espécies migratórias como não-migratórias (31).

Quarto, a presença de represas hidrelétricas nas nascentes dos Andes afetará múltiplos processos naturais e culturais a jusante, dependentes das conexões entre os Andes e a Amazônia. Estimativas atuais sugerem que 93% dos sedimentos no rio Amazonas são derivados de uma fonte andina (32), assim como a maioria dos nitrogênio e fósforo particulado (33). O sedimento dos Andes impulsiona as taxas anuais de migração de canais, meandração e formação de lagos marginais nas planícies da Amazônia (2), processos que por sua vez influenciam a disponibilidade de habitat e recursos para espécies pesqueiras, navegação fluvial, agricultura de várzea e práticas culturais (8,34,35). Nossos dados indicam que as represas andinas normalmente operam como barragens de armazenamento ou projetos de desvio de água, diferentes das represas amazônicas de planície, como Santo Antônio e Jirau, no rio Madeira, que são projetos a fio d'água. Consequentemente, as represas andinas são projetadas para capturar até 100% dos sedimentos (36). Embora muitas barragens andinas possam estar geograficamente distantes das terras baixas da Amazônia, a profunda alteração nos regimes de sedimentos e fluxo provavelmente transformará conjuntamente os sistemas natural-humanos a jusante.

O alto rio Amazonas, próximo à confluência dos rios Marañón e Ucayali, no Peru, exemplifica a suscetibilidade de sistemas humanos e naturais interconectados entre a planície Amazônica e o desenvolvimento de energia hidrelétrica dos Andes. Aqui, a dinâmica fluvial influenciou os padrões históricos de vegetação no ecossistema mais denso em carbono na bacia amazônica: o os pântanos de Pastaza-Marañón. Essas florestas

cobrem uma estimativa de 35.600 km<sup>2</sup> e têm pântanos de até 7,3 m de espessura (37-39). Altos níveis de biodiversidade na Reserva Nacional Pacaya Samiria, no Peru, também foram ligados à interação de água e sedimentos na confluência do rio Marañón - um sistema anabrangeano de rios, com vários canais e ilhas - e o rio Ucayali - um rio sinuoso sistema, marcado por alta sinuosidade (40-41). Os Kukama, que habitam essa região, consideram as lagoas marginais como águas sagradas e distinguem características culturalmente importantes no curso principal de Marañón, como as entradas para as cidades submarinas (8). Não muito longe, uma mega represa de 4500 MW é atualmente proposta para o Pongo de Manseriche - um cânion de 12 km no rio Marañón, frequentemente chamado de portão entre os Andes e a Amazônia. Os efeitos hidrogeomorfológicos esperados deste projeto ameaçam alterar fundamentalmente a capacidade de armazenamento de carbono da região de pastaza-Marañón, a viabilidade da Pacaya Samiria como área protegida e as conexões culturais com os Marañón, críticos para a sobrevivência dos Kukama. Estórias semelhantes estão sendo previstas para outras regiões da Amazônia Ocidental, onde a conectividade Andes-Amazônia atua como um controle principal para os sistemas humanos e naturais.

## **Discussão**

Nosso conjunto de dados e quantificação da fragmentação do rio Amazonas andino enfatiza como o boom da energia hidrelétrica da Amazônia deve ser examinado em detalhes, além do número de barragens. Argumentamos que os fortes controles da região andina sobre os sistemas natural-humanos em grande parte da Amazônia realçam a importância das análises regionais, especialmente porque o desenvolvimento de energia hidrelétrica na Amazônia Andina foi subestimado. Os dados sobre as barragens podem ser difíceis de obter nos países amazônicos andinos, uma vez que eles são frequentemente alojados em lugares diferentes, dependendo do status, propriedade, operação, tamanho ou localização da

barragem. Barragens propostas - mesmo em estágios avançados de desenvolvimento - às vezes mudam o nome ou os planos de construção, tornando-os ainda mais difíceis de rastrear. Se a mesma tendência se aplica à África tropical e à Ásia - onde os dados de barragens também podem ser difíceis de obter e os planos mudam com frequência - as avaliações existentes podem subestimar o boom de energia hidrelétrica tropical em escala global. Embora tenhamos examinado os efeitos cumulativos das barragens na conectividade de rios longitudinais, também notamos que o desenvolvimento de energia hidrelétrica na Amazônia andina e em outros lugares nos trópicos ocorre junto com muitas outras transformações paisagísticas ou sociais. Além disso, os efeitos indiretos do aumento da disponibilidade de energia hidrelétrica poderiam ser consideráveis para os ecossistemas e populações humanas da Amazônia, já que eletricidade nova ou mais barata poderia estimular a construção de estradas, mineração ou desmatamento na ausência de controles fortes (42). Nossos dados poderiam ser combinados com outras informações da região - por exemplo, dados de biodiversidade, análises de mudanças climáticas, cobertura florestal, áreas de importância cultural - para estabelecer prioridades e examinar as compensações entre a energia hidrelétrica e outros serviços ecossistêmicos, como já foi feito em outras partes do mundo (43,44).

Em nosso conjunto de dados, as barragens propostas incluem projetos em uma variedade de etapas - do conceito ao planejamento avançado e à pré-construção - e é improvável que todos os projetos propostos que foram documentados aqui sejam construídos. Se uma barragem proposta individualmente avança ou não, é influenciada pela demanda de energia, bem como pelas condições políticas e econômicas. No Brasil, por exemplo, a recente desaceleração econômica e os escândalos de corrupção têm implicações para a construção de barragens, bem como nos países andinos, onde numerosas barragens recentemente concluídas foram construídas por empresas brasileiras (por exemplo, Odebrecht) ou parcialmente financiadas pelo capital brasileiro. No Peru, uma recente

mudança de administração - combinada com a desaceleração econômica brasileira - temporariamente diminuiu o interesse no desenvolvimento de novos projetos mega hidrelétricos na região de planície amazônica e parece mais favorável às propostas de barragens menores nos Andes (45). A alteração do clima político e econômico no Peru também poderia favorecer outros tipos de projetos de infraestrutura, como a Hidrovia Amazônica, que envolve a dragagem e canalização de longos trechos dos rios Marañon, Ucayali e Amazonas para facilitar o aumento da navegação de mercadorias dentro e fora a Amazônia ocidental. Além disso, como as experiências globais mostraram, projetos de barragens em espera podem ressurgir e ser concluídos anos ou décadas após sua proposta original (46).

Nossos resultados ressaltam a necessidade de considerar os efeitos cumulativos e sinérgicos de várias barragens, bem como outros projetos de infraestrutura, como a Hidrovia Amazônica nos rios Andino-Amazônicos. Apenas um dos oito principais sistemas fluviais andinos da Amazônia - o Putumayo - atualmente não é afetado pelas barragens existentes e propostas. Além disso, nossa análise mostrou o potencial para a extensa fragmentação do rio em uma eco região de água doce - Altos Andes do Amazonas - caracterizada por uma fauna aquática altamente endêmica e pouco estudada. A ausência de perspectivas regionais ou avaliações de efeitos cumulativos de barragens hidrelétricas e outros projetos de infra-estrutura mascara condições que poderiam transformar a dinâmica ecológica e social na Amazônia Ocidental. Como os países normalmente governam individualmente a avaliação de impacto ambiental e o licenciamento, avaliações de efeitos cumulativos devem ser realizadas em nível de país, no mínimo. Idealmente, tais avaliações seriam realizadas através de uma série de estudos aninhados, começando com a bacia hidrográfica onde a barragem está localizada, e então sucessivamente aumentando até o nível de toda a Bacia Amazônica. Esse tipo de processo proporcionaria a oportunidade de considerar os impactos de uma barragem individual e seu potencial para efeitos aditivos ou



interativos em sistemas sociais, econômicos e ecológicos na grande Amazônia.

Além disso, a análise feita enfatiza a necessidade urgente de maior cooperação internacional e gestão hídrica transfronteiriça, algo que atualmente não é característico do planejamento hidrelétrico na Amazônia. Por exemplo, nenhum país da Amazônia ratificou a Convenção dos Cursos de Água da ONU (Convenção das Nações Unidas sobre a Lei dos Cursos de Água Internacionais; UNWC). Esta convenção aplica-se a usos de cursos de água internacionais para outros fins que não a navegação e trabalha para promover medidas de proteção, preservação e gestão de águas internacionais. Se os países da Amazônia se tornassem signatários, a UNWC poderia fornecer uma base legal para encorajar o manejo hídrico transfronteiriço sustentável à luz do desenvolvimento de energia hidrelétrica, incluindo a proteção de ecossistemas compartilhados de água doce, estruturas para resolução de conflitos e mecanismos de troca de informações. Da mesma forma, o atual Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) poderia fornecer um veículo para melhorar a gestão transfronteiriça da água entre os países amazônicos, caso fossem introduzidos protocolos específicos ou emendas relacionadas à governança internacional da água e à proteção dos ecossistemas de água doce.

Esforços globalmente relevantes para proteger a riqueza biológica e cultural da Amazônia Andina - envolvendo colaboração multilateral, grandes fundações filantrópicas, milhões de dólares e milhares de cientistas - concentraram-se na criação e manutenção de uma rede de áreas protegidas e territórios indígenas nos países da Amazônia andina. A capacidade de áreas protegidas ou territórios indígenas conservarem a biodiversidade, a diversidade cultural e os meios de subsistência indígenas pode ser prejudicada por alterações no rio e na paisagem relacionadas ao desenvolvimento de energia hidrelétrica. No entanto, os rios, sua biodiversidade e os processos e serviços ecossistêmicos exclusivos que eles fornecem muitas vezes não são considerados no projeto ou na gestão de

áreas protegidas (47). Além disso, as implicações de alterações de fluxo de barragens existentes e propostas devem ser consideradas em locais com potencial para fortes controles hidrológicos sobre florestas ou armazenamento de carbono nos pântanos.

Finalmente, além da necessidade de reforma nos processos decisórios individuais baseados em barragens e análises regionais do desenvolvimento de energia hidrelétrica, é encorajado uma mudança no sentido de um maior reconhecimento das ligações ecológicas, culturais e econômicas aos rios dos Andes e da Grande Bacia Amazônica. O conceito de florestas intactas em pé como importantes objetos de conservação é amplamente aceito e apoiado por políticas em todos os países amazônicos. Consciência similar e mecanismos para a proteção de rios amazônicos de fluxo livre estão faltando. Pesquisas futuras e defesa de direitos são necessárias para destacar a importância dos rios amazônicos andinos, especialmente à luz das tendências atuais no desenvolvimento de energia hidrelétrica.

### **Agradecimentos**

Este estudo foi publicado originalmente na *Science Advances in English* (Anderson et al. 2018; 4: ea01642). A pesquisa foi o produto de um workshop internacional realizado em Bogotá, Colômbia, em junho de 2015, com o apoio de Parceiros para a Conservação na Amazônia colombiana, financiado pela Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional através da Educação Superior para o Desenvolvimento no âmbito da Iniciativa para a Conservação na Região da Amazônia Andina. Recebemos apoio complementar da MacArthur Foundation e do Amazon Fish Project, financiado pelo Sétimo Programa-Quadro da União Européia ERANet LAC (ELAC2014/DCC-0210). Agradecemos o apoio do Laboratório Francês de Projetos de Excelência "CEBA" e "TULIP" (CEBA: ANR-10-LABX-25-01; TULIPA: ANR-10-LABX-41 e ANR-11-IDEX-0002-02). Somos gratos a V. Correa, D. Rosero, C. Bernal, S. Davila, A. Mercado, a Autoridade Nacional de Águas (ANA) no Peru, e a Agência de Regulação e Controle de Energia Elétrica (ARCONEL) no Equador para assistência com dados e informações sobre barragens.

### **Referências**

1. M.E. McClain, R.J. Naiman, Andean influences on the biogeochemistry and ecology of the Amazon River. *BioScience* **58**, 325-338 (2008).
2. J.A. Constantine, T. Dunne, J. Ahmed, C. Legleiter, E.D. Lazarus, Sediment supply as a driver of river meandering and floodplain evolution in the Amazon Basin. *Nature Geoscience* **7**, 899-903 (2014).
3. J. Lessmann, J.M. Guayasamin, K.L. Casner, A.S. Flecker, W.C. Funk, C.K. Ghalambor, B.A. Gill, I.Jacomé-Negrete, B.C. Kondratieff, L.N. Poff, J. Schreckinger, S.A. Thomas, E. Toral-Contreras, K.R. Zamudio, A.C. Encalada, Freshwater vertebrate and invertebrate diversity patterns in an Andean-Amazon basin: implications for conservation efforts. *Neotropical Biodiversity* **2**:99-114 (2016).
4. [www.amazon-fish.com](http://www.amazon-fish.com); accessed 14 November 2017
5. R.E. Reis, J.S. Albert, F. DiDario, M.M. Mincarone, P. Petry, L.A. Rocha, Fish biodiversity and conservation in South America. *Journal of Fish Biology* **89**, 12-47 (2016).
6. R.B. Barthem, M. Goulding, R.G. Leite, C. Cañas, B. Forsberg, E. Venticinque, P. Petry, M.L. de B. Ribeiro, J. Chictaya, A. Mercado, Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Scientific Reports* **7**, 41784 (2017).
7. B. Huertas Castillo, M. Chanchari, *Mitos Shawi sobre el Agua* (2012).
8. B. Fraser, L. Tello Imaina, Culture, ecology get short shrift in river plan. *EcoAmericas*. **January**, 6-8 (2015)
9. E.P. Anderson, J.C. Veilleux, Cultural costs of tropical dams. *Science* **352**, 159 (2016).
10. M. Finer, C.N. Jenkins, Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. *PLoS ONE* **7**, e35126 (2012).
11. A.C. Lees, C.A. Peres, P.M. Fearnside, M. Schneider, J.A.S. Zuanon, Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity Conservation* **25**, 451-466 (2016).
12. K.O. Winemiller, P.B. McIntyre, L. Castello, E. Fluet-Chouinard T. Giarrizzo, S. Nam, I.G. Baird, W. Darwall, N.K. Lujan, I. Harrison, M.L.J. Stiassny, R.A.M. Silvano, D.B. Fitzgerald, F.M. Pelicice, A.A. Agostinho, L.C. Gomes, J.S. Albert, E. Baran, M. Petrere

- Jr., C. Zarfl, M.Mulligan, J.P. Sullivan, C.C. Arantes, L.M. Sousa, A.A. Koning, D.J. Hoenighaus, M. Sabaj, J.G. Lundberg, J. Arbruster, M.L. Thieme, P. Petry, J. Zuanon, G. Torrente Vilara, J. Snoeks, C. Ou, W. Rainboth, C.S. Pavanelli, A. Akama, A. van Soesbergen, L. Sáenz, Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science* **351**, 128-129 (2016).
13. W.J. Sutherland, S. Bardsley, M. Clout, M.H. Depledge, L.V. Dicks, L. Fellman, E. Fleishman, D.W. Gibbons, B. Keim, F. Lickorish, C. Margerison, K.A. Monk, K. Norris, L.S. Peck, S.V. Prior, J.P.W. Scharlemann, M.D. Spalding, A.R. Watkinson, A horizon scan of global conservation issues for 2013. *Trends in Ecology and Evolution* **28**, 16-22 (2013).
  14. C. Nilsson, C.A. Reidy, M. Dynesius, C. Revenga, Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* **308**, 405-408 (2005).
  15. C. Zarfl, A.E. Lumsdon, J. Berlekamp, L. Tydecks, K. Tockner, A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences* **77**, 161-171 (2014).
  16. D. Cote, D.G. Kehler, C. Bourne, Y.F. Wiersma, A new measure of longitudinal connectivity for stream networks. *Landscape Ecology* **24**, 101-113 (2009).
  17. G. Grill, C.O. Dallaire, E.F. Chouinard, N. Sindorf, B. Lehner, Development of new indicators to evaluate river fragmentation and flow regulation and large scales: A case study for the Mekong River. *Ecological Indicators* **45**, 148-159 (2014).
  18. A. Regalado, Venturing back into Colombia. *Science* **341**, 450-452 (2013).
  19. P.J. Negret, J. Allan, A. Braczkowski, M. Maron, J.E.M. Watson, Need for conservation planning in postconflict Colombia. *Conservation Biology* **31**, 499-500 (2017).
  20. R. Abell, M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Nogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S. Contreras Balderas, W. Bussing, M.L.J. Stiassny, P. Skelton, G.R. Allen, P. Unmack, A. Naseka, R. Ng, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J.V. Higgins, T.J. Heibel, E. Wikramanayake, D. Olson, H.L. Lopez, R.E. Reis, J.G. Lundberg, M.H. Sabaj Pérez, P. Petry, Freshwater ecoregions of the world: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* **58**, 403-414 (2008).
  21. E.P. Anderson, J.A. Maldonado-Ocampo, A regional perspective on the diversity and conservation of tropical Andean fishes. *Conservation Biology* **25**, 30-39 (2011).

22. E. De La Barra, J. Zubieta, G. Aguilera, M. Maldonado, M. Pouilly, T. Oberdorff, Qué factores determinan la distribución altitudinal de los peces de ríos tropicales andinos? *Revista de Biología Tropical* **64**, 157-176. (2016).
23. J. Perkin, K.B Gido, Fragmentation alters stream fish community structure in dendritic ecological networks. *Ecological Applications* **22**, 2176-2187 (2012).
24. S. Mahlum, D. Kehler, D. Cote, Y.F. Wiersma, L. Stanfield, Assessing the biological relevance of aquatic connectivity to stream fish communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **71**, 1852-1863. (2014).
25. C.M. Cañas, W.E. Pine, Documentation of the temporal and spatial patterns of Pimelodidae catfish spawning and larvae dispersion in the Madre de Dios River (Peru): Insights for conservation in the Andean-Amazon headwaters. *River Research and Applications* **27**, 602-611 (2011).
26. G. Miranda-Chumacero, G. Álvarez, V. Luna, R.B. Wallace, L. Painter, First observations on annual massive upstream migration of juvenile catfish *Trichomycterus* in an Amazonian river. *Environmental Biology of Fishes* **98**, 1913-1926 (2015).
27. F. Duponchelle, M. Pouilly, C. Pécheyran, M. Hauser, J.F. Renno, J. Panfili, A.M. Darnaude, A. García-Vasquez, F. Carvajal-Vallejos, C. García-Dávila, C. Doria, S. Bérail, A. Donard, F. Sondag, R.V. Santos, J. Nuñez, D. Point, M. Labonne, E. Baras, Trans-Amazonian natal homing in giant catfish. *Journal of Applied Ecology* **53**, 1511-1520 (2016).
28. J.D. Allan, R. Abell, Z. Hogan, C. Revenga, B.W. Taylor, R.L. Welcomme, K.O. Winemiller, Overfishing of inland waters. *BioScience* **55**, 1041-1051 (2005).
29. B.W. Taylor, A.S. Flecker, R.O. Hall Jr, Loss of a harvested fish species disrupts carbon flow in a diverse tropical river. *Science* **313**, 833-836 (2006).
30. C.M. Cañas, P.R. Waylen, Modelling production of migratory catfish larvae (Pimelodidae) on the basis of regional hydro-climatology features of the Madre de Dios Basin in southeastern Peru. *Hydrological Processes* **26**, 996-1007 (2012).

31. F. Villamarin, W.E. Magnusson, T.D. Jardine, D. Valdez, R. Woods, S.E. Bunn, Temporal uncoupling between energy acquisition and allocation to reproduction in a herbivorous-detritivorous fish. *PLoS ONE* **11**, e0150082 (2016).
32. N. Filizola, J.L. Guyot, Suspended sediment yields in the Amazon basin: an assessment using the Brazilian national data set. *Hydrological Processes* **23**, 3207-3215 (2009).
33. A.H. Devol, J.E. Richey, B.R. Forsberg, "Phosphorus in the Amazon River mainstem: concentrations, forms, and transport to the ocean" in *Phosphorus Cycles in Terrestrial and Aquatic Ecosystems* (SCOPE, Saskatchewan Institute of Pedology, 1991), pp. 9-23.
34. O.T. Coomes, Y. Takasaki, C. Abizaid, B.L. Barham, Floodplain fisheries as natural insurance for the rural poor in tropical forest environments: evidence from Amazonia. *Fisheries Management and Ecology* **17**, 513-521 (2010).
35. O.T. Coomes, M. Lapointe, M. Templeton, G. List, Amazon river flow regime and flood recession agriculture: Flood stage reversals and risk of annual crop loss. *Journal of Hydrology* **539**, 214-222 (2016).
36. B. Forsberg, J.M. Melack, T. Dunne, R. Barthem, M. Goulding, R. Paiva, M. Sorribas, U.L. Silva Jr., S. Weisser, The potential impact of new Andean dams on the Amazon fluvial ecosystem. *PLoS ONE* (2017).
37. O. Lahteenoja, Y.R. Reátegui, M. Rasanen, D. del Castillo Torres, M. Ounonen, S. Page, The large Amazonian peatland carbon sink in the subsiding Pastaza-Marañón foreland basin, Peru. *Global Change Biology* **18**, 164-178 (2012).
38. F.C. Draper, K.H. Roucoux, I.T. Lawson, E.T.A. Mitchard, E.N. Honorio Coronado, O. Lahteenoja, L. Torres Montenegro, E. Valderrama Sandoval, R. Zaráte, T.R. Baker, The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environmental Research Letters* **9**, 124017 (2014).
39. T.J. Kelly, I.T. Lawson, K.H. Roucoux, T.R. Baker, T.D. Jones, N.K. Sanderson, The vegetation history of an Amazonian domed peatland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **468**, 129-141 (2017).

40. J.D. Abad, C. Ortals, J. Paredes, J. Vizcarra, The birthplace of the Amazon river, the confluence of the Marañon and Ucayali rivers, presented at the American Geophysical Union, San Francisco, CA, December 2014.
41. A. Mendoza, J.D. Abad, C.E. Frias, C. Ortals, J. Paredes, H. Montoro, J. Vizcarra, C. Simon, G. Soto-Cortes, Planform dynamics of the Iquitos anabranching structure in the Peruvian Upper Amazon River. *Earth Surface Processes and Landforms* **41**, 961-970 (2016).
42. P.E. Little, *Mega-development Projects in Amazonia* (Derecho, Ambiente y Recursos Naturales, Peru, 2014).
43. G. Ziv, E. Baran, S. Nam, I. Rodriguez-Iturbe, S.A. Levin, Trading-off fish biodiversity, food security, and hydropower in the Mekong River Basin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109**, 5609-5614 (2012).
44. J.D. Carvajal-Quintero, S.R. Januchowski-Hartley, J.A. Maldonado-Ocampo, C. Jézéquel, J. Delgado, P.A. Tedesco, Damming fragments species' ranges and heightens extinction risk. *Conservation Letters* in press (2017). DOI: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/conl.12336/full>
45. M. Dourojeanni, Grandes proyectos en la Amazonía y las prioridades de PPK, *SPDA Actualidad Ambiental* (2016). [http://www.actualidadambiental.pe/?p=41201#\\_edn5](http://www.actualidadambiental.pe/?p=41201#_edn5)
46. P. McCully, *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams* (Zed Books, 2001).
47. L. Castello, M.N. Macedo, Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology* **22**, 990-1007 (2016).
48. B. Lehner, K. Verdin, A. Jarvis, New global hydrography derived from spaceborne elevation data. *Eos, Transactions American Geophysical Union* **89**, 93-94 (2008).
49. <https://www.geodata.soton.ac.uk/geodata/gis/project173>
50. Fisheries and Oceans Canada. The Fish Passage Extension for ArcGIS (FIPEX). (Fisheries and Oceans Canada, Habitat Management, Maritimes Region, 2011).

51. P. Petry L. Sotomayor, Mapping Freshwater Ecological Systems with Nested Watersheds in South America. The Nature Conservancy. 2009.
52. T.W. Fitzhugh, "GIS Tools for Freshwater Biodiversity Conservation Planning" in *Transactions in GIS* (The Nature Conservancy, Olympia, Washington, 2005), pp: 247-263. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9671.2005.00215.x>
53. J.V. Higgins, M.T. Bryer, M.L. Khoury, T.W. Fitzhugh, A freshwater classification approach for biodiversity conservation planning. *Conservation Biology* **19**, 432-445 (2005).
54. M. Dynesius, C. Nilsson, Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science* **266**, 753-762 (1994).



# Fragmentation of Andes-to Amazon connectivity by hydropower dams

*Elizabeth P. Anderson*<sup>1</sup>

*Clinton N. Jenkins*<sup>2</sup>

*Sebastian Heilpern*<sup>3</sup>

*Javier Maldonado-Ocampo*<sup>4</sup>

*Fernando M. Carvajal-Vallejos*<sup>5</sup>

*Andrea C. Encalada*<sup>6</sup>

*Juan Francisco Rivadeneira*<sup>7</sup>

*Max Hidalgo*<sup>8</sup>

*Carlos M. Cañas*<sup>9</sup>

*Hernan Ortega*<sup>10</sup>

*Norma Salcedo*<sup>11</sup>

*Mabel Maldonado*<sup>12</sup>

*Pablo A. Tedesco*<sup>13</sup>

## Abstract

Andes-to-Amazon river connectivity controls numerous natural and human systems in the greater Amazon. However, it is being rapidly altered by a wave of new hydropower development, the impacts of which previously have been underestimated. We document

---

<sup>1</sup> Department of Earth & Environment and Institute for Water and Environment, Florida International University, Miami, FL, USA. \*Corresponding author: Elizabeth P. Anderson, epanders@fiu.edu

<sup>2</sup> IPÉ - Instituto de Pesquisas Ecológicas, Nazaré Paulista, São Paulo 12960, Brazil. ORCID 0000-0003-2198-0637.

<sup>3</sup> Department of Ecology, Evolution and Environmental Biology, Columbia University, New York, NY 10027.

<sup>4</sup> Unidad de Ecología y Sistemática (UNESIS), Laboratorio de Ictiología, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia; ORCID 0000-0003-3024-237X.

<sup>5</sup> FAUNAGUA, Cochabamba, Plurinational State of Bolivia; ECOSINTEGRALES SRL, Cochabamba, Plurinational State of Bolivia.

<sup>6</sup> Instituto BIOSFERA, Laboratorio de Ecología Acuática, Universidad San Francisco de Quito, Cumbaya, Ecuador.

<sup>7</sup> Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

<sup>8</sup> Departamento de Ictiología, Museo de Historia Natural-Universidad Nacional Mayor San Marcos. Lima, Peru.

<sup>9</sup> Wildlife Conservation Society, Av. Roosevelt 6360, Miraflores, Lima, Peru.

<sup>10</sup> Departamento de Ictiología, Museo de Historia Natural-Universidad Nacional Mayor San Marcos. Lima, Peru.

<sup>11</sup> Department of Biology, Francis Marion University, Florence, SC, USA.

<sup>12</sup> Unidad de Limnología y Recursos Acuáticos, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

<sup>13</sup> UMR5174 EDB (Laboratoire Evolution et Diversité Biologique), CNRS, IRD, UPS, ENSFEA, Université Paul Sabatier, F-31062 Toulouse, France.

142 dams existing or under construction and 160 proposed dams for rivers draining Andean headwaters of the Amazon. Existing dams have fragmented the tributary networks of six of eight major Andean Amazon river basins. Proposed dams could result in significant losses in river connectivity in river mainstems of five of eight major systems—the Napo, Marañón, Ucayali, Beni, and Mamoré. With a newly reported 671 freshwater fish species inhabiting the Andean headwaters of the Amazon (>500 m), dams threaten previously unrecognized biodiversity, particularly among endemic and migratory species. Since Andean rivers contribute the majority of sediment in the mainstem Amazon, losses in river connectivity translate to drastic alteration of river channel and floodplain geomorphology and associated ecosystem services.

## Introduction

Andes-to-Amazon connectivity—facilitated by rivers—supports many natural and human systems in the Amazon. For example, Andean-origin rivers contribute roughly half of the Amazon mainstem’s annual flow and export massive quantities of sediment, organic matter, and nutrients to the lowlands (1). Consequently, Andean rivers largely control geomorphological processes like river meandering, sediment deposition, and floodplain formation for thousands of kilometers downstream (2). These processes create and maintain habitats for many vertebrate and invertebrate species, both terrestrial and aquatic. River connectivity is particularly critical for freshwater fishes (3), whose diversity peaks globally in the Amazon with an estimated 3500-5000 species (2258 spp. known to date; 4,5). Some Amazonian fishes migrate thousands of kilometers between the Amazonian lowlands and the Andes, including the goliath catfishes (*Brachyplatystoma* spp.) which undergo the longest strictly freshwater migration in the world (6). Migratory fishes dominate Amazonian freshwater fisheries, and coupled with floodplain agriculture and riparian forest products provide a primary source of income or protein for the >30 million people that inhabit the Amazon Basin. Rhythms of life, cultural traditions, and Indigenous cosmologies are all strongly influenced by Andes-to-Amazon connectivity as well (7,8,9).

An unprecedented boom in hydropower development has begun to disrupt the critical linkages between the Andean headwaters and the lowland Amazon, threatening to trigger irreversible change (10,11,12). Accordingly, the proliferation of dams in the Andean headwaters of the Amazon recently was identified as one of the top 15 global conservation issues (13). Given the strong controls of Andean rivers on the greater Amazon, there is an urgent need for basin and regional scale analyses to quantify the effects of the proliferation of dams on river connectivity. Environmental impact and licensing protocols for hydropower are typically site-specific, and largely ignore the cumulative or synergistic effects of multiple dams on a river network or within a watershed (10,12). Previous global studies of fragmentation of large rivers show that over half of the world's large river systems are affected by existing dams (14), and many large tropical river basins stand to be altered by proposed dams (12,15). These assessments have helped document general trends, but often mask the hierarchical nature of river networks, treat the Amazon Basin as a single unit, and do not consider the consequences of losses in Andes-to-Amazon connectivity.

Here we present a current, regional analysis of river fragmentation by hydropower dams in the Andean headwaters of the Amazon, including one of the first attempts to apply a standard river connectivity index at a regional scale. In particular, we (i) updated previously published data (10) on existing and proposed hydropower projects through review of government documents and direct contact with authorities in Colombia, Ecuador, Peru, and Bolivia; (ii) verified the location of existing dams using satellite imagery; (iii) quantified cumulative effects of existing dams and dams under construction on longitudinal river connectivity; (iv) projected potential additive effects of proposed dams on longitudinal river connectivity; and (v) examined river network fragmentation in light of Andes-to-Amazon connectivity and freshwater fish biodiversity.

## Methods

Work towards this study began at an international workshop held in Bogotá, Colombia, in June 2015, with representatives from the four Andean Amazon countries and Brazil. Following this workshop, we obtained information on dams in the Andean Amazon from numerous sources in Colombia, Ecuador, Peru, and Bolivia. These included previous studies (10,12,15), government planning documents, and direct correspondence with representatives from government energy authorities. We plotted all existing dams and dams under construction using Google Earth and ArcMap 10.5 to confirm their existence and to verify their location with high resolution satellite imagery. All fish data came from the Amazon Fish Project ([www.amazon-fish.com](http://www.amazon-fish.com)).

We defined eight Andean Amazon river basins—major rivers with headwaters in the Andes region >500 meters above sea level (masl)—and considered each basin from its origins to discharge in the Amazon mainstem to perform connectivity analyses. Focal basins were the Caquetá, Putumayo, Napo, Marañón, Ucayali, and Madeira. The large Madeira was sub-divided into the Madre de Dios, Beni, and Mamoré sub-basins for analysis. For analyses of river network lengths and fragmentation indices, we used the HydroSHEDS river database (48). For calculations of river stretch and overall network lengths, we used the Barrier Analysis Tool (BAT) developed by The Nature Conservancy (49). To quantify losses in connectivity, we applied the Dendritic Connectivity Index (DCI), developed by Cote et al. (16), and available for ArcGIS through the Fish Passage Extension (FIPEX; 50). River basins were from the Nested Watersheds of South America database, developed by The Nature Conservancy (48, 51-53).

## Results

Here we report four major findings. First, the footprint of hydropower development in the Andean Amazon has been severely underestimated. We

documented 302 hydropower dams or projects in the region, corresponding to 142 dams in operation or under construction and 160 dams in various stages of planning (Table 1; Fig. 1). The number of dams in operation or under construction is nearly two times higher than reported previously (10,12,15), a consequence of hydropower development over the past five years and our procurement of new data. Two additional mega dams were completed in 2012 on the Madeira River in Brazil (Santo Antônio, Jirau) outside of the Andean Amazon region. We included these dams in our connectivity analyses since they fragment the Madeira's Andean headwaters from the downstream Amazon.

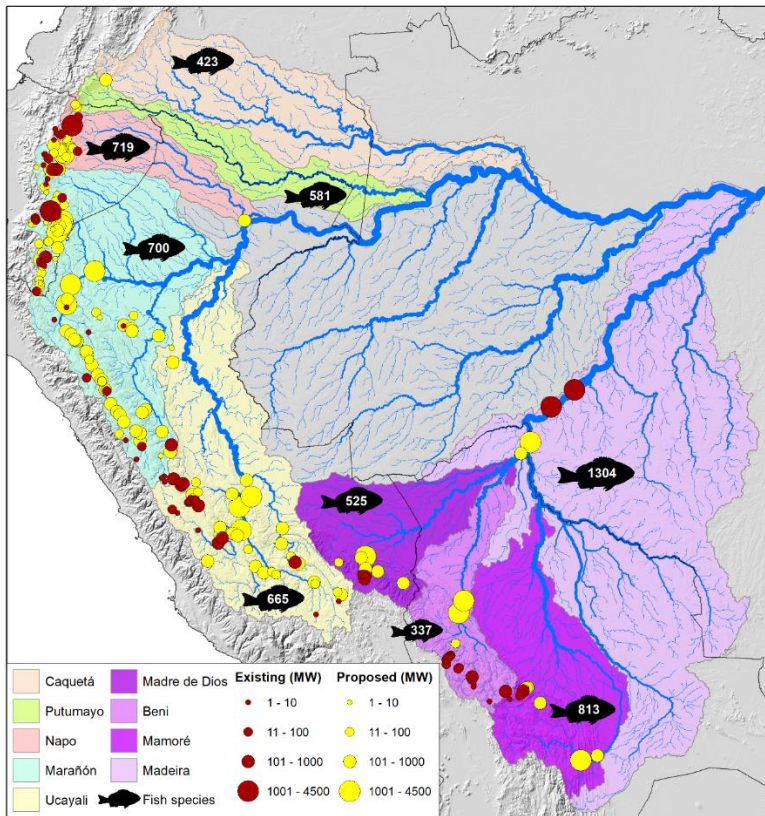


Fig. 1. Dams existing or under construction (red) and proposed (yellow) in Andean Amazon river basins. Estimated fish species richness for each basin is depicted by the fish symbol; fish data provided by the Amazon Fish Project (4).

Of the four Andean Amazon countries, Peru has the highest numbers of both existing and proposed dams (Table 1). Most existing dams in Peru are small projects (<50 MW) located high in the Andes, apart from a few dams in the 100-1000 MW size range. In contrast, most proposed dams in Peru are between 100-1000 MW, and at least six projects under consideration could exceed 1000 MW installed generation capacity. Bolivia shows similar trends to Peru. Existing dams tend to be small or medium sized projects <50 MW, while proposed dams, although fewer in number, nearly all exceed 100 MW installed capacity. In Ecuador, most existing dams also tend to be <50 MW, apart from a handful of older dams and the Coca Codo Sinclair project (~1500 MW), which recently began operation in the Napo River Basin. Colombia is the only country with no hydropower dams currently in operation or under construction in the Andean Amazon. However, the hydropower scenario could change significantly in the future, given Colombia's recently signed peace accords and the related increase in security, access, and business interest in the Amazon region (18,19).

Table 1. Existing and proposed dams on Andean-origin rivers in the Amazon Basin, classified according to major basin, country, size (installed generation capacity, based on available data), and freshwater ecoregion (20). \*The Madre de Dios estimates include the Beni River Basin. \*\*The Madeira estimates include the Madre de Dios, Beni, and Mamoré river basins. \*\*\* The Brazil estimate includes only the Santo Antônio and Jirau dams.

	Existing/In Construction		Proposed	
	Number	Total MW (≥)	Number	Total MW
<b>Basin</b>				
Caquetá	0	0	1	687
Putumayo	0	0	0	0
Napo	9	1,669	22	2,949
Marañón	36	2,723	82	25,785
Ucayali	67	1,873	37	11,852
Madre de Dios*	25	965	11	8,595
Beni	20	625	3	5,000
Mamoré	5	279	6	3,871
Madeira**	32	7,693	18	15,466
<b>Country</b>				
Colombia	0	0	1	687
Ecuador	31	3,766	64	10,710
Peru	86	2,838	84	32,482
Bolivia	25	903	11	12,861

	Existing/In Construction		Proposed	
	Number	Total MW ( $\geq$ )	Number	Total MW
Brazil***	2	6,450	-	-
<b>Size (MW)</b>				
no data	51	-	0	-
1 to 10	37	207	21	111
11 to 100	35	1,268	57	2,608
101 to 1000	17	3,457	67	25,801
1001 to 4500	4	9,025	15	28,219
<b>Ecoregion</b>				
Amazonas High Andes	141	7,502	123	23,325
Western Amazon Piedmont	1	6	16	12,487
Ucayali-Urubamba Piedmont	0	0	10	7,271
Mamoré-Madre de Dios Piedmont	0	0	9	8,507
Others	2	6,450	2	3,150

Second, most existing hydropower development has affected tributary networks of the Andean Amazon, but not river mainstems. Of the eight Andean Amazon river basins we analyzed, six have hydropower dams in operation or under construction (Fig. 1). The Ecuadorian regions of the upper Marañón River Basin—including the Pastaza and Santiago sub-basins—have many existing hydropower projects, as do the tributaries of the upper Ucayali (Peru) and Beni (Bolivia). The only Andean Amazon basins currently unaffected by existing hydropower dams are the Caquetá (Colombia-Brazil) and the Putumayo (Colombia-Peru-Brazil). Application of the Dendritic Connectivity Index (DCI) showed that the Marañón and Ucayali tributary networks have already experienced moderate fragmentation by existing dams—reflecting losses of approximately 20% of network connectivity in each basin (Table 2).

Table 2. Fragmentation of the Andean tributaries of the Amazon by existing and proposed hydropower dams. River network length and longest continuous river reach (km) are based on river lengths in HydroSHEDS (48). For fragmentation metrics, the Mainstem and Tributary Connectivity scores follow the approach of Dynesius & Nilsson 1994 (54). The Dendritic Connectivity Index (DCI) follows Cote et al. 2009 (16) and Grill et al. 2014 (17), where 100 equals full connectivity.

Basin	River network length (km)	Longest continuous mainstem river reach (km)	Longest reach (km) – existing dams	Longest reach (km) – existing and proposed dams	Mainstem Connectivity – existing dams	Mainstem Connectivity – existing and proposed dams	DCI – existing dams	DCI – existing and proposed dams
Caquetá	46,871	2,216	2,216	2,216	100.0%	100.0%	100	99.60
Putumayo	21,165	1,952	1,952	1,952	100.0%	100.0%	100	100

Basin	River network length (km)	Longest continuous mainstem river reach (km)	Longest reach (km) – existing dams	Longest reach (km) – existing and proposed dams	Mainstem Connectivity – existing dams	Mainstem Connectivity – existing and proposed dams	DCI – existing dams	DCI – existing and proposed dams
Napo	17,999	1,108	1,108	981	100.0%	88.5%	92.63	82.01
Marañón	61,619	1,656	1,551	1,135	93.7%	68.5%	82.40	28.17
Ucayali	59,747	2,463	2,376	1,879	96.5%	76.3%	79.68	32.65
Madre de Dios	48,324	1,417	1,417	1,346	100.0%	95.0%	97.09	53.49
Beni	20,103	1,260	1,260	767	100.0%	60.9%	97.18	39.13
Mamoré	42,010	2,048	2,048	1,427	100.0%	69.7%	99.56	61.16

This situation is likely to change if proposed dams are constructed. Our analysis suggests that the Putumayo soon may be the only major river system unimpeded by hydropower dams in the entire Andean Amazon region. Under future dam development scenarios, losses in network connectivity could increase by >50% in the Marañón, Ucayali, and Beni, and >35% in the Madre de Dios and Mamoré (Table 2). Significant mainstem fragmentation is a possibility for five of eight major Andean Amazon rivers. Of these, the Napo, Beni, and Mamoré have proposed dams near the mouth of the mainstem, which would isolate almost the entire upstream river network from the lowland Amazon. A similar situation has already occurred on the mainstem Madeira River in Brazil, where the Santo Antônio and Jirau dams—just downstream from the confluence of the Madre de Dios, Beni, and Mamoré rivers—have introduced physical barriers that disrupt longitudinal river connectivity between all three of these river basins and downstream areas of the Amazon.

Third, dams threaten previously unrecognized freshwater fish diversity and endemism in the Andean Amazon. Freshwater Ecoregions of the World (FEOW) established four divisions for the Andean Amazon region: Amazonas High Andes, Western Amazon Piedmont, Ucayali-Urubamba Piedmont, and Mamoré-Madre de Dios Piedmont (20). Both existing and proposed hydropower development is heavily concentrated in the Amazonas High Andes. This ecoregion harbors numerous fish species that are morphologically adapted to survive in fast-flowing, high-gradient mountain rivers, and it is characterized by high species



assemblage turnover along short elevational gradients (21,22). Nevertheless, Andean Amazon river systems—especially the Caquetá, Putumayo, and upper Marañón mainstem—remain understudied. Our synthesis of existing data from fish collections at sites >500 masl yielded a total of 671 species, the first estimate for the Andean Amazon region (4; Table 3). Dams alter the habitat for these species and create insurmountable barriers to their movement along river corridors; these impacts will be exacerbated by future climate change and predicted contraction of species ranges. Studies from other regions have confirmed the biological relevance of the DCI for freshwater fishes, linking declines in alpha (local) and beta (river network) diversity with incremental increases in river fragmentation (23,24). Based on the projected decreases in DCI values with ongoing hydropower development, we anticipate similar declines in alpha and beta diversity of fishes in the Andean Amazon—particularly the Marañón, Ucayali, Beni, and Mamoré, and Madre de Dios basins (Table 2).

Table 3. Breakdown of hydropower development and estimated fish species richness by elevation range (masl=meters above sea level). Data on fish species provided by the Amazon Fish Project (4).

Elevation range (masl)	Existing dams/under construction	Proposed dams	Estimated number of fish species
>4000	52	1	65
3000-4000	23	10	35
2000-3000	29	24	69
1000-2000	30	57	257
500-1000	7	41	602
<500	3	27	1549

Basin-wide, Amazonian fishes display a range of movement or migration patterns linked mainly with reproduction or feeding (6,25-27). The well-known migrations of Siluriform and Characiform fishes, notably Prochilodus, sustain Amazonian fisheries and influence ecosystem processes in Andean rivers, often without functional redundancy (28-29). As well, a recent uptick in river research in the Andean Amazon has documented remarkable movements in small-bodied species; this is

exemplified by *Trichomycterus barbouri*, a small-bodied Andean catfish whose juveniles migrate en masse upstream over distances >300 km in the Bolivian Amazon (26). Dams interrupt both migration corridors and cues because they present physical barriers and their operations create an unnatural hydrograph, with fluctuations in flow that occur out of sync with historical and/or seasonal patterns. Hydro-climatologic factors play important roles in cueing Characiform and Siluriform fishes at different stages of their migrations (25,30). Therefore, dams far upstream may influence the migratory behavior of these fishes by disrupting the hydrological signals to which they have responded for thousands of years. Further, water temperature changes associated with dams have the potential to affect viability of larval fishes, for both migratory and non-migratory species (31).

Fourth, the presence of hydropower dams in the Andean headwaters will affect multiple downstream natural and cultural processes dependent on Andes-to-Amazon connections. Current estimates suggest that 93% of sediments in the Amazon River are derived from an Andean source (32), as is most particulate nitrogen and phosphorus (33). Sediment from the Andes drives annual channel migration rates, meandering, and formation of oxbow lakes in the lowland Amazon (2), processes which in turn influence habitat and resource availability for fishery species, navigation by river, floodplain agriculture, and cultural practices (8,34,35). Our data indicate that Andean dams typically operate as storage dams or water diversion projects, different from lowland Amazonian dams like Santo Antônio and Jirau on the Madeira River, which are run-of-river projects. Consequently, Andean dams are projected to trap as much as 100% of sediment (36). Even though many Andean dams may be geographically distant from Amazonian lowlands, their profound alteration of sediment and flow regimes is likely to transform coupled human-natural systems downstream.

The upper Amazon River, near to the confluence of the Marañón and Ucayali rivers in Peru, exemplifies the susceptibility of interconnected

human and natural systems in lowland Amazonia to Andean hydropower development. Here, fluvial dynamics have influenced historical patterns of vegetation in the most carbon-dense ecosystem in the Amazon basin: the peatland pole forests of the Pastaza-Marañón foreland. These forests cover an estimated 35,600 km<sup>2</sup> and have peat up to 7.3 m thick (37-39). High levels of biodiversity in the Pacaya Samiria National Reserve in Peru also have been linked to the interaction of water and sediment at the confluence of the Marañón River—an anabranching river system, with several channels and islands—and the Ucayali River—a meandering river system, marked by high sinuosity (40-41). The Kukama, who inhabit this region, consider oxbow lakes as sacred waters and distinguish culturally important features on the mainstem Marañón, such as entrances to underwater cities (8). Not far upstream, a ~4500 MW mega dam is currently proposed for the Pongo de Manseriche—a ~12 km canyon on the Marañón River often called the gate between the Andes and the Amazon. The anticipated hydro-geomorphological effects of this project threaten to fundamentally alter the carbon storage capacity of the Pastaza-Marañón foreland region, the viability of Pacaya Samiria as a protected area, and the cultural connections to the Marañón critical to the Kukama’s survival. Similar stories are being foreseen for other regions of the western Amazon, where Andes-to-Amazon connectivity acts as a master control for human and natural systems.

## **Discussion**

Our dataset and quantification of Andean Amazon river fragmentation emphasize how the Amazon hydropower boom must be examined in detail beyond just the number of dams. We argue that the Andean region’s strong controls on coupled human-natural systems in much of the greater Amazon highlight the importance of regional analyses—especially since hydropower development in the Andean Amazon previously has been underestimated. Data on dams can be

difficult to obtain in Andean Amazon countries, since they are often housed in different places depending on the dam's status, ownership, operation, size, or location. Proposed dams—even at advanced development stages—sometimes change name or construction plans, making them even more challenging to track. If the same trend applies to tropical Africa and Asia—where dam data can also be difficult to obtain and plans frequently change—existing assessments may underestimate the tropical hydropower boom at a global scale. While we examined cumulative effects of dams on longitudinal river connectivity, we also note that hydropower development in the Andean Amazon and elsewhere across the tropics occurs alongside many other landscape or social transformations. Additionally, the indirect effects of increased availability of hydroelectricity could be considerable for Amazonian ecosystems and human populations, as new or cheaper electricity could stimulate road construction, mining, or forest clearing in the absence of strong controls (42). Our data could be combined with other information from the region—e.g., biodiversity data, climate change analyses, forest cover, fisheries, areas of cultural importance—to set priorities and examine tradeoffs between hydropower and other ecosystem services, as has been done in other parts of the world (43,44).

In our dataset, proposed dams include projects at a range of stages—from concept to advanced planning to preconstruction—and it is unlikely that all of the proposed projects documented here will be constructed. Whether or not an individual proposed dam moves forward is influenced by energy demand as well as political and economic conditions. In Brazil, for example, the recent economic downturn and corruption scandals have implications for dam building at home and in Andean countries, where numerous recently completed dams were built by Brazilian companies (e.g., Odebrecht) or partly financed by Brazilian capital. In Peru, a recent change of administration—combined with the Brazilian economic downturn—temporarily has slowed interest in development of new mega hydropower projects in the lowland Amazon region and seems more likely

to favor proposals for smaller dams high in the Andes (45). Changing political and economic climates in Peru could also favor other kinds of infrastructure projects, such as the Hidrovía Amazónica, which involves dredging and channelization of long stretches of the Marañon, Ucayali, and mainstem Amazon rivers to facilitate increased navigation of goods in and out of the western Amazon. Additionally, as experiences globally have shown, dam projects on hold can resurface and be brought to completion years or decades after their original proposal (46).

Our results underscore the need for consideration of cumulative and synergistic effects of multiple dams, as well as other infrastructure projects like the Hidrovía Amazónica, on Andean Amazon rivers. Only one of eight major Andean Amazon river systems—the Putumayo—is currently unaffected by existing and proposed dams. Further, our analysis has shown the potential for extensive river fragmentation in one freshwater ecoregion—Amazonas High Andes—characterized by a highly endemic and understudied aquatic fauna. The absence of regional perspectives or cumulative effects assessments of hydropower dams and other infrastructure projects masks conditions that could transform ecological and social dynamics in the western Amazon. Since individual countries typically govern environmental impact assessment and licensing, cumulative effects assessments should be undertaken at a country level, at a minimum. Ideally, such assessments would be realized through a series of nested studies, beginning with the river basin where the dam is located, and then successively scaling up to the level of the entire Amazon Basin. This kind of process would provide the opportunity to consider the impacts of an individual dam, and its potential for additive or interactive effects on social, economic, and ecological systems in the greater Amazon.

Further, our analysis emphasizes the urgent need for greater international cooperation and transboundary water management, something that is currently uncharacteristic of hydropower planning in the Amazon. For example, no Amazon country has ratified the UN Watercourses Convention (United Nations Convention on the Law of

International Watercourses; UNWC). This convention applies to uses of international watercourses for purposes other than navigation and works to promote measures of protection, preservation, and management of international waters. If Amazonian countries became signatories, the UNWC could provide a legal basis to encourage sustainable, transboundary water management in light of hydropower development, including protection of shared freshwater ecosystems, frameworks for conflict resolution, and mechanisms for information exchange. Similarly, the existing Amazon Cooperation Treaty (ACT) could provide a vehicle for improving transboundary water management between Amazonian countries, if specific protocols or amendments were introduced as related to international water governance and protection of freshwater ecosystems.

Globally relevant efforts to protect the biological and cultural richness of the Andean Amazon—involving multilateral collaboration, major philanthropic foundations, millions of dollars, and thousands of scientists—have focused on creation and maintenance of a network of protected areas and Indigenous territories in Andean Amazon countries. The ability of protected areas or Indigenous territories to conserve biodiversity, cultural diversity, and Indigenous livelihoods could be thwarted by river and landscape alterations related to hydropower development. Yet rivers, their biodiversity, and the unique ecosystem processes and services they provide are often not considered in protected areas design or management (47). Additionally, the implications of flow alterations from existing and proposed dams should be considered in places with potential for strong hydrological controls on forests or peatland carbon storage.

Finally, beyond the need for reform of individual dam-based decision making processes and regional analyses of hydropower development, we encourage a shift towards greater recognition of the ecological, cultural, and economic linkages to rivers in the Andes and greater Amazon Basin. The concept of standing, intact forests as important conservation objects

is widely accepted and backed with policies in all Amazonian countries. Similar awareness of and mechanisms for the protection of free-flowing Amazonian rivers is lacking. Future research and advocacy is needed to herald the importance of free-flowing Andean Amazon rivers, especially in light of current trends in hydropower development.

## Capítulo 6.3

# A invisibilidade da pesca no processo de desenvolvimento de energia hidrelétrica na Amazônia <sup>1</sup>

*Carolina R. C. Doria* <sup>2</sup>

*Simone Athayde* <sup>3</sup>

*Elineide E. Marques* <sup>4</sup>

*Maria Alice Leite Lima* <sup>5</sup>

*Jynessa Dutka-Gianelli* <sup>6</sup>

*Mauro Ruffino* <sup>7</sup>

*David Kaplan* <sup>8</sup>

*Carlos Edwar de Carvalho Freitas* <sup>9</sup>

*Victoria Judith Isaac* <sup>10</sup>

---

<sup>1</sup> Tradução disponibilizada pelos autores do artigo Doria et al. 2017. "The Invisibility of Fisheries in the Process of Hydropower Development across the Amazon." *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0994-7>.

<sup>2</sup> Laboratório de Ictiologia e Pesca - Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional (PGDRA) da Universidade Federal de Rondônia - Porto Velho, Brasil. [carolinarcdoria@gmail.com](mailto:carolinarcdoria@gmail.com).

<sup>3</sup> Rede de Barragens Amazônicas, Programa Tropical de Conservação e Desenvolvimento, Centro de Estudos Latino-Americanos da Universidade da Florida, Gainesville - EUA. [simonea@ufl.edu](mailto:simonea@ufl.edu).

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Departamento de Biologia da Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional - Brasil. [emarques@uft.edu.br](mailto:emarques@uft.edu.br).

<sup>5</sup> Laboratório de Ictiologia e Pesca, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 76801-059, Brasil. Email: [alichelima.lima@gmail.com](mailto:alichelima.lima@gmail.com)

<sup>6</sup> Programa de Pesca e Ciências Aquáticas, Escola de Recursos Florestais e Conservação da Universidade da Florida, Gainesville - EUA. [jdgianelli@ufl.edu](mailto:jdgianelli@ufl.edu).

<sup>7</sup> GSA Consultoria em Meio Ambiente Ltda. Rua Jornalista Umberto Calderaro Filho. Manaus - Brasil. [maurolois.ruffino@gmail.com](mailto:maurolois.ruffino@gmail.com)

<sup>8</sup> Escola de Engenharia de Infraestrutura Sustentável e Meio Ambiente, Departamento de Ciências de Engenharia Ambiental da Universidade da Florida, Gainesville - EUA. [dkaplan@ufl.edu](mailto:dkaplan@ufl.edu)

<sup>9</sup> Departamento de Ciências Pesqueiras da Universidade Federal do Amazonas, Manaus - Brasil. [freitasc50@gmail.com](mailto:freitasc50@gmail.com).

<sup>10</sup> Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos da Universidade Federal do Pará - UFPA, Belém - Brasil. [biologiapesqueira@hotmail.com](mailto:biologiapesqueira@hotmail.com).



## Resumo

Foi analisado a invisibilidade das pescarias e a inadequação da participação dos pescadores no processo de desenvolvimento da energia hidrelétrica na Amazônia, com foco em lacunas entre os resultados legalmente exigidos e os reais. Usando os princípios da Ostrom para avaliar o gerenciamento de recursos comuns, foram selecionados cinco estudos de caso das bacias hidrográficas amazônicas brasileiras para realizar uma análise comparativa. Foram identificados problemas semelhantes nas bacias, incluindo: deficiências no processo de licenciamento de barragens; lacunas críticas de dados; participação inadequada das partes interessadas; violação ou negligência do conhecimento dos pescadores; falta de organização e representação dos grupos de pescadores; e falta de estrutura governamental e capacidade para gerenciar atividades de construção de barragens ou apoiar pescadores após a construção de barragens. Os pescadores geralmente foram marginalizados ou excluídos da tomada de decisão sobre planejamento, construção, mitigação, compensação e monitoramento dos impactos socioeconômicos das hidrelétricas. Abordar essas deficiências exigirá investimentos e esforços por promotores de barragens e agências governamentais, e a promoção do diálogo Inter setorial e do planejamento participativo e da tomada de decisões em escala transversal que inclua pescadores e suas associações.

**Palavras chave:** pescarias tropicais de interior; Amazônia; hidrelétricas; governança; políticas ambientais; licenças

## Abstract

We analyze the invisibility of fisheries and inadequacy of fishers' participation in the process of hydropower development in the Amazon, focusing on gaps between legally mandated and actual outcomes. Using Ostrom's institutional design principles for assessing common-pool resource management, we selected five case studies from Brazilian Amazonian watersheds to conduct an exploratory comparative case-study analysis. We identify similar problems across basins, including deficiencies in the dam licensing process; critical data gaps; inadequate stakeholder participation; violation of human rights; neglect of fishers' knowledge; lack of organization and representation by fishers' groups; and lack of governmental structure and capacity to manage dam construction activities or support fishers after dam construction. Fishers have generally been marginalized or excluded from decision-making regarding planning, construction, mitigation, compensation, and monitoring of the social-ecological impacts of hydroelectric dams. Addressing these deficiencies will require concerted investments and efforts by dam developers, government agencies and civil society, and the promotion of inter-sectorial dialogue and cross-scale participatory planning and decision-making that includes fishers and their associations.

**Keywords:** Inland tropical fisheries; Amazon; Hydropower; Governance; Environmental policy; Licensing

## Introdução

As pescarias continentais nos trópicos apoiam a atividade socioeconômica local, regional e nacional e ajudam a sustentar os meios de subsistência tradicionais. Apesar de sua grande contribuição (> 40%) para a produção global de peixes, consumo de proteínas e a produção econômica (Isaac et al., 2015, Cooke et al., 2016, Lynch et al., 2016), essas pescarias têm sido em grande parte "subvalorizadas e negligenciadas" (Cooke et al., 2016) em políticas e programas de gestão. A sua sustentabilidade é ameaçada pela sobrepesca (Petriere et al., 2004), mudanças climáticas (Freitas et al., 2013) e a implementação de grandes projetos de desenvolvimento de infraestrutura (por exemplo, estradas, cais, hidrovias, mineração, extração de petróleo e hidrelétricas) (Castello e Macedo, 2016; Winemiller et al., 2016). A associação entre a ineficiência de gestão das pescarias de interior e a consequente vulnerabilidade das pescarias é exemplificada na bacia Amazônica, que representa cerca de 20% da diversidade mundial de peixes de água doce (13.000 espécies) (Lévêque et al., 2008). A Amazônia brasileira também agrega ~ 330.000 pescadores artesanais (MAPA, 2016), cujos meios de subsistência e bem-estar estão intimamente ligados aos sistemas de pesca, à biodiversidade e aos serviços ambientais fornecidos pelos ecossistemas amazônicos (Alho et al., 2012; Isaac et al., 2016). No entanto, os projetos de infra-estrutura atuais e futuros estão causando transformações irreversíveis em regiões com ecossistemas de água doce e os sistemas de pesca associados (Alho et al., 2015, Castello e Macedo, 2016).

Entre os projetos de infraestrutura, a construção de hidrelétricas tem impactos amplamente reconhecidos na geomorfologia, regime térmico, regime de fluxo e outras características físico-químicas e biológicas que dão forma ao habitat local e impulsionam a diversidade, composição, distribuição e abundância de peixes (Agostinho et al., 2008). Globalmente, o "boom" na expansão da energia hidrelétrica tropical ameaça um terço das espécies de peixes de água doce do mundo, devido às perdas de diversidade projetadas nas bacias Amazônicas, Congo e Mekong

(Winemiller et al., 2016). Além das extinções e extirpações espécies, a implementação de barragens impacta o sustento e o bem-estar dos pescadores devido aos deslocamentos geográficos e ocupacionais, diminuição da renda e falta de emprego alternativo, ameaças à segurança alimentar e qualidade dos alimentos e mudanças no acesso físico aos recursos ou a demanda do mercado pesqueiro (WCD, 2000; Marmulla, 2001). As escalas espaciais e temporais dessas mudanças podem levar a impactos socioeconômicos significativos relacionados a mudanças na renda derivada da pesca e reorganização social (Marmulla, 2001).

No Brasil, a região amazônica tornou-se a última fronteira hidrelétrica do país devido ao esgotamento do potencial hidrelétrico em outras regiões. Atualmente, existem 154 grandes hidrelétricas (> 30 Megawatt, MW) em operação na bacia amazônica, com 14 em construção e 221 planejadas para serem concluídas nas próximas décadas (Castello e Macedo, 2016). Enquanto alguns impactos socioeconômicos das barragens representam compromissos aceitáveis ou inevitáveis, muitos impactos são exacerbados por lacunas ou inconsistências no processo de governança e tomada de decisões. Por exemplo, a falta de informações adequadas antes da construção das barragens para apoiar o planejamento e a tomada de decisões, juntamente com a participação e retorno das partes interessadas no processo de licenciamento, limita a compreensão completa dos retornos por partes afetadas (Athayde et al., 2016; Kirzherr et al., 2016). Outro hiato crítico é a falta de conjuntos de dados confiáveis para realizar avaliações de estoque de pesca e fornecer uma linha de base para estratégias de gerenciamento e governança (Isaac et al., 1998; Batista et al., 2012). Finalmente, as estratégias de gestão das pescarias amazônicas ignoram em grande parte o conhecimento dos pescadores locais e indígenas, que pode ser um componente importante da avaliação e gestão das pescarias, principalmente em pescarias tropicais com escassez de dados (Doria et al., 2014; Villas-Bôas et al., 2015). Embora existam muitas políticas e leis nacionais e internacionais que exigem a participação das comunidades afetadas no processo de licenciamento ambiental (WCD

2000; Marmulla, 2001), em geral, essas políticas são ignoradas, deixando as comunidades locais fora do processo de tomada de decisão (Jaichand e Sampaio, 2013; Athayde, 2014; Rezende, 2009).

As pescarias são sistemas de recursos de propriedade comum regulados por regras formais e informais em uma variedade de atores e escalas (Basurto et al., 2013). A gestão da pesca amazônica é regida pelas regras da comunidade informal dos pescadores e também pelas designadas por autoridades governamentais. Com base no trabalho empírico com uma série de sistemas de recursos de propriedade comum (por exemplo, água, pescarias e florestas geridas comunalmente), Ostrom (1990; 2002) identificou um conjunto de princípios que caracterizam a configuração de regras que são utilizadas pelos atores que coletivamente usam e/ou gerenciam o recurso. Os princípios são definidos como um elemento ou condição "que ajuda a explicar o sucesso dessas organizações na manutenção do [recurso comum] e obter a conformidade de geração após geração de apropriadores com as regras em uso" (Ostrom, 2002). A aplicação dos oito princípios de design de Ostrom (1990) às pescarias amazônicas incluiria: 1. Limites de sistemas de pesca claramente definidos; 2. Congruência, que inclui a eficácia do custo-benefício e as regras de apropriação que restringem o tempo, o lugar, a tecnologia e/ou a quantidade de pescado com base nas condições locais; 3. Os arranjos de escolha coletiva que garantem que a maioria dos indivíduos afetados pelas regras operacionais das pescas (isto é, pescadores de subsistência e grupos indígenas) possam participar de suas modificações; 4. Métodos e sistemas de monitoramento que asseguram a responsabilidade dos monitores e a disponibilidade de dados para os apropriadores ou usuários de recursos; 5. Sanções graduadas para os apropriadores que violam as regras operacionais (de outros usuários, organizações governamentais ou ambos); 6. Acesso a mecanismos de resolução de conflitos locais de baixo custo; 7. Reconhecimento dos direitos dos apropriadores para organizar e elaborar suas próprias organizações, que não são contestadas pelas autoridades governamentais; e 8. Organização agrupada de atividades de

governança da pesca (por exemplo, empresas locais versus estatais versus federais, governo versus coletivo versus empresas privadas).

Neste artigo, foi analisado a invisibilidade das pescarias e a inadequação da participação dos pescadores no processo de desenvolvimento hidrelétrico na Amazônia, com foco em lacunas entre os resultados legalmente exigidos e reais. Foi adotado os princípios de design da Ostrom para analisar como a configuração e a conformidade das regras, bem como as relações de poder entre pescadores, desenvolvedores de barragens e agências governamentais, afetam a tomada de decisões em torno de dados de coleta, negociação, mitigação e procedimentos de compensação durante as diferentes fases da construção da barragem hidrelétrica na Amazônia (Ostrom, 1990; McCormick, 2007; Martínez e Castillo, 2016). Foram selecionados cinco estudos de caso nas principais bacias hidrográficas da Amazônia, onde as hidrelétricas foram construídas a partir da década de 1970 até o presente momento, e para quais os dados relevantes estão disponíveis. Para cada estudo de caso, foram obtidas informações de agências governamentais, relatórios oficiais de licenciamento ambiental e outras publicações, e essas informações foram utilizadas para descrever aspectos relevantes das pescarias em cada barragem implementada. Em seguida, foram discutidos os problemas comuns relacionados à governança da pesca entre os estudos de caso e ao longo do ciclo do projeto da barragem. Foi concluído com as lições aprendidas, insights e recomendações para melhorar as políticas públicas e o processo geral de tomada de decisão.

### **Diferentes barragens, mesmos problemas: estudos de caso das bacias amazônicas**

A abordagem metodológica foi baseada em análises qualitativas comparativas de estudo de caso (Yin, 2009). Foram selecionados cinco estudos de caso em diversas bacias hidrográficas amazônicas, com base nos seguintes critérios: a) experiência de pesquisa dos autores; b)

diversidade temporal (ou seja, uma série cronológica) para entender se e como os processos de tomada de decisão e a participação dos pescadores mudaram ao longo do tempo; c) diversidade espacial (ou seja, através das bacias hidrográficas) para identificar processos específicos do contexto versus padrões globais; e d) informações disponíveis. Foi analisado cada estudo de caso com base em nossa própria experiência e informações publicadas quando disponíveis. Foram identificados elementos únicos e comuns em estudos de caso em relação aos princípios de design da Ostrom para governança bem-sucedida de recursos de propriedade comum (Ostrom, 2002). Finalmente, os resultados foram organizados para ilustrar a abordagem de construção-explicação proposta por Yin (2009), em que cada caso adiciona informações sobre os principais tópicos considerados nesta síntese.

Foram apresentados estudos de caso de barragens construídas nos rios Jamari, Uatumã, Tocantins, Madeira e Xingu de 1988 a 2016 (Fig. 1). A Tabela 1 resume informações disponíveis para cada estudo de caso. Embora esses estudos de caso tenham abrangido quase três décadas de avanços tecnológicos, ambientais e sociais ostensivos, eles compartilham deficiências consistentes em relação à compreensão, regulação, proteção e mitigação de danos aos sistemas de pesca.



Figura 1. Mapa da bacia amazônica, com a localização dos estudos de caso discutidos neste artigo.

Tabela 1. Compilação de dados existentes sobre espécies de peixes e número estimado de usuários de recursos afetados por usinas hidrelétricas em cinco bacias hidrográficas na Amazônia brasileira.

Bacia	Hidrelétrica	Ano	Espécies de peixe	Número de pessoas deslocadas (oficial)	Número de pessoas em áreas indígenas e protegidas	Número de pessoas em comunidades ribeirinhas	Número de pescadores
Uatumã	Balbina	1989	216 <sup>a</sup>	1	1939 <sup>a</sup> Não	3000 Não	120
Jamari	Samuel	1988	122 <sup>b</sup>	1290 <sup>c</sup>	disponível	disponível	Não disponível
Tocantins	Lajeado	2002	343 <sup>d</sup>	6483 <sup>e</sup>	3017 <sup>f</sup>	131316 <sup>e</sup>	175 <sup>g</sup>
Madeira	Santo Antônio	2011	1057 <sup>h</sup>	1645 <sup>c</sup>	3009	50563	1354 <sup>i</sup>
Xingu	Belo Monte	2016	408 <sup>j</sup>	27100 <sup>j</sup>	19692 <sup>j</sup>	320145 <sup>1</sup>	2500 <sup>j</sup>

Fontes<sup>11</sup>: <sup>a</sup> Programa Waimiri-Atroari (<http://www.waimiriatroari.org.br/>); <sup>b</sup> Santos (1995); <sup>c</sup> Observatório de Barragens ([www.observabarragem.ippur.ufrr.br/](http://www.observabarragem.ippur.ufrr.br/)); <sup>d</sup> Lucinda et al. (2007); <sup>e</sup> THEMAG (1996); <sup>f</sup> Funasa (2010); <sup>g</sup> Lima et al. (2015); <sup>h</sup> Ohara et al. (2015); <sup>i</sup> Doria et al. (2009); <sup>j</sup> IBAMA (<http://licenciamento.ibama.gov.br/hidreletricas/Belomonte/>); <sup>1</sup> Villas-Bôas (2015).

A barragem de Samuel no rio Jamari foi construída durante a ditadura militar brasileira, antes da implementação de políticas que regulam o licenciamento ambiental no Brasil. O reservatório foi fechado em 1988, inundando 560 km<sup>2</sup>. A barragem alterou o fluxo do rio Jamari, reduzindo sua conectividade com a planície de inundação do rio Madeira, resultando na diminuição da produtividade das pescarias, impactos nos meios de subsistência indígenas e tradicionais e outros impactos socioeconômicos (Santos, 1995). Cerca de 650 famílias ribeirinhas foram transferidas e ainda não foram financeiramente compensadas. Os programas de monitoramento de peixes foram de curta duração (<2 anos) e focados apenas nos impactos diretos na área do reservatório, resultando na perda de informações sobre os impactos nos recursos de peixes e nas variáveis socioeconômicas que qualificam os meios de subsistência dos pescadores, o que poderia de outra forma fornecer contribuições importantes para projetos futuros (Santos, 1995).

A barragem de Balbina, construída no rio Uatumã em 1989, foi considerada um desastre ambiental devido ao baixo potencial de geração de energia em relação à sua enorme área inundada (Kahn et al., 2014) além do impacto no regime hidrológico (Timpe e Kaplan, 2017). Antes do

<sup>11</sup> Utilizamos as melhores informações disponíveis para esses casos. Referências adicionais sobre esses e outros sistemas represados da Amazônia podem ser encontradas no site da Amazon Dams Network em: [www.amazondamsnetwork.org](http://www.amazondamsnetwork.org)



barramento do rio Uatumã, os assentamentos humanos e as atividades nos rios foram dominados pelo grupo indígena Waimiri-Atroari, que praticava a pesca de subsistência. Após a construção da barragem, desenvolveu-se uma pescaria comercial local, estimulada pelo aumento da abundância de tucunarés (*Cichla* spp.), uma espécie bem adaptada às novas condições ambientais (Santos e Oliveira, 1999). Consequentemente, pescadores comerciais e recreativos de outras partes da bacia migraram para o reservatório de Balbina, concorrendo com pescadores de subsistência locais e grupos indígenas e criando conflitos, que foram negligenciados pelas agências de gestão federais e estaduais (Freitas et al., 2006).

A barragem de Lajeado foi construída no rio Tocantins em 2001, deslocando 6.483 habitantes de acordo com registros oficiais (Themag, 1996). Aproximadamente 175 pescadores e mais de 1.500 residentes de áreas indígenas não foram formalmente reconhecidos na avaliação de impacto ambiental (EIA) requerida no processo de licenciamento (Lima et al., 2015). Por conseguinte, estes pescadores não eram elegíveis para compensação, apesar dos impactos substanciais relacionados com as represas aos seus meios de subsistência (Themag, 1996).

A construção da barragem de Santo Antônio no rio Madeira foi concluída em 2011, levando ao reassentamento de mais de 1.600 pessoas (Leme, 2005). Quando a avaliação de impacto ambiental foi realizada, nenhum pescador comercial foi considerado impactado pelo projeto, apesar de que 1.925 pescadores comerciais moravam próximo a cidade de Porto Velho naquele momento (Doria et al., 2012). Cinco anos após a construção da barragem, o número de "pescadores" auto identificados dobrou, e atualmente ~ 6.000 pescadores apresentaram processos judiciais para obter indenização por perdas induzidas por barragens (presidente da Associação de Pescadores de Porto Velho, com. pessoal). Este número provavelmente inclui comunidades ribeirinhas que não foram inseridas no grupo de pescadores que, apesar de serem altamente dependentes de peixes, não foram originalmente afetados pelas barragens. Estima-se que, cerca de 5.000 famílias ribeirinhas e 3.000 indígenas e

habitantes de áreas protegidas foram impactadas pela barragem de Santo Antônio, mas foram "esquecidas" no processo de mitigação e compensação.

Finalmente, a construção da barragem de Belo Monte, no rio Xingu, foi finalizada em 2016, reassentando mais de 27.100 pessoas. Belo Monte é um caso emblemático devido ao seu tamanho, à biodiversidade e vulnerabilidade do sistema de água doce e à diversidade de grupos sociais cujos meios de subsistência dependem do rio. Estudos de avaliação de impacto desenvolvidos através do processo de licenciamento foram considerados insuficientes quanto aos potenciais impactos socioambientais (Hernández e Magalhães, 2011). Apesar da existência de aproximadamente 3.000 pescadores e de uma produção média de peixe de 1.000 toneladas por ano (Isaac et al., 2015), os dados coletados não foram suficientes para quantificar os impactos sociais e econômicos nos meios de subsistência dos pescadores. O componente socioeconômico do EIA, que não foi integrado aos dados sobre desembarques de pesca, concentrou-se apenas nos pescadores que vivem em torno da área inundada pelo reservatório, ignorando mais da metade dos pescadores registrados (Villas-Bôas et al., 2015).

### **Deficiências na governança das pescarias durante a implantação de hidrelétricas**

O Brasil tem ampla legislação e os arranjos institucionais regulamenta a avaliação e monitoramento dos impactos socioambientais de grandes projetos de infraestrutura (Fiori, 2005; Ferraz, 2012). Mecanismos de licenciamento ambiental, que foram formulados como ferramentas para a mediação de conflitos, buscam orientar um diálogo consistente e documentado entre organizações setoriais e sociedade civil (Fiori, 2005). Na prática, no entanto, esses mecanismos geralmente existem apenas em papel e não são considerados como um fardo burocrático. Muitas das deficiências no processo de licenciamento

ambiental decorrem de diálogo insuficiente entre as partes interessadas, burocracia excessiva no intercâmbio de informações, interpretações ideológicas e díspares dos resultados do estudo e corrupção generalizada (Fearnside, 2016). Infelizmente, o planejamento e a execução da energia no Brasil foram muitas vezes controlados por interesses políticos ou estruturas de poder, que não respeitam necessariamente as diretrizes, marcos e políticas legais existentes, reduzindo severamente a capacidade de gerenciamento das agências governamentais (Fonseca, 2014).

Desde 2007, as políticas de licenciamento ambiental de grandes usinas hidrelétricas no Brasil (> 30 MW) exigem três estágios de avaliação técnica: 1) a etapa de "Licença Prévia", que inclui a avaliação da viabilidade do projeto e a execução do EIA (necessária para aprovação pelas agências governamentais designadas); 2) o estágio "Licença de Instalação", que permite a construção começar, descrições pendentes de procedimentos e condições de mitigação e compensação (incluindo detalhes de um plano de monitoramento para impactos sociais e ambientais, que são sintetizados em um documento do "Plano Ambiental Básico", conhecido como PBA); e 3) a "Licença de Operação", que permite que o projeto comece e deve ser renovado a cada três e cinco anos. Vários inventários e estudos de monitoramento de impacto ambiental, incluindo ações de mitigação e/ou compensação de impactos, são realizadas durante estas três etapas, guiados por um "Termo de Referência", documento emitido pelas agências governamentais designadas.

Criticamente, as políticas brasileiras de licenciamento de barragens hidrelétricas e outros projetos de infraestrutura são ameaçadas por emendas constitucionais atualmente consideradas pelo Senado. A principal alteração constitucional que propõe esta reforma legislativa institui um processo "acelerado" para a aprovação de projetos de mineração, hidrelétrica e outros, ignorando as audiências públicas obrigatórias e o processo atual de licenciamento em três etapas (Athayde et al., 2016; Fearnside, 2016). Se aprovado, essas políticas têm o potencial de aumentar o risco de desastres ambientais, intensificar a violação dos

direitos das populações afetadas, exacerbar conflitos sociais e ambientais e aumentar a incerteza jurídica. Dentro deste contexto político, e com base nos princípios de design da Ostrom e nos estudos de caso descritos acima, foram identificadas cinco deficiências fundamentais na governança e gestão das pescarias relacionadas à construção de barragens hidrelétricas no Brasil.

### **1. Falta de transparência e independência para contratação e realização de estudos de impacto ambiental**

A primeira crítica do atual sistema de licenciamento é que todas as ações que compõem as três etapas de licenciamento descritas acima são financiadas e executadas pelas empresas que gerenciarão a usina hidrelétrica ou seus empreiteiros. Para todos os casos de estudo, as equipes de pesquisa que trabalharam para coletar dados de monitoramento de linha de base foram selecionadas por consórcios de construção de barragens com base no cálculo do menor custo, com pouco controle pelas agências reguladoras. Esta situação leva a conflitos de interesses, uma vez que é do interesse financeiro dos consórcios empregar o seu considerável poder econômico e político para fazer qualquer providência necessária para obter as licenças o mais rápido possível. Outra deficiência refere-se à transparência no processo de disponibilização de informações e dados confiáveis para as partes interessadas e para a sociedade. Uma vez que os dados e as informações são controlados por consórcios de barragens, eles podem ser facilmente manipulados ou escondidos (Fearnside, 2016), limitando a habilidade das partes externas para entender impactos e riscos e impedir a participação informada de grupos sociais afetados na tomada de decisões. Em relação aos princípios de design de Ostrom (1990), a falta de avaliação e monitoramento independente dos sistemas de pesca não cumprem os princípios 1 e 2; sem dados transparentes e acessíveis, não está claro se os limites das pescarias refletem os padrões geográficos dos usuários locais, consideram importantes interações socioeconômicas de

escala transversal ou levam em consideração as regras de apropriação e as condições específicas do contexto.

## **2. Escassez de dados**

A conservação de peixes de água doce em toda a bacia requer dados confiáveis e monitoramento adequado dos estoques de peixes, dinâmica dos ecossistemas e parâmetros socioambientais (Lorenzen et al., 2016). Globalmente, a falta de dados de peixes e a ausência de programas de monitoramento das pescarias prejudicaram a sustentabilidade das pescas continentais e muitas vezes resultaram em estratégias de gestão baseadas em dados científicos inexistentes (ou incompletos) (Beard et al., 2011). No caso de projetos hidrelétricos, a falta de dados suficientes e confiáveis sobre pescarias, aliada à participação limitada dos interessados e à coordenação interinstitucional, levou a erros nas estimativas de impactos socioeconômicos. Este problema é ampliado em pontos de acesso à biodiversidade, como a bacia amazônica, onde os dados da pesca são escassos ou não estão disponíveis para apoiar os processos de tomada de decisão. Criticamente, entre as 2.500 espécies de peixes estimadas descritas para esta região, apenas um pequeno número foi estudado, e informações sobre as características biológicas e ecológicas das espécies estão gravemente ausentes (Junk e Soares, 2001).

Para os cinco estudos de caso apresentados nesta análise, a estimativa da riqueza de espécies antes e durante a avaliação de impacto ambiental (Tabela 1) geralmente foi baseada em pequenos esforços de amostragem. Conseqüentemente, as diferenças na riqueza de espécies documentadas podem ser atribuídas a diferenças na intensidade dos esforços de amostragem (por exemplo, Winemiller et al., 2016) e provavelmente riqueza subrepresentada (Alho et al., 2015). Isso é geralmente aceito quando esforços de amostragem mais intensos produzem maiores estimativas de riqueza de peixes (para a bacia do Madeira, ver Ohara et al., 2015). Além disso, a composição e a abundância de estoques de peixes,

juntamente com a contribuição das pescarias para os meios de subsistência e as economias locais, são amplamente subestimados para a Amazônia brasileira (Isaac et al., 1998). Diante desses desafios, os dados disponíveis de EIA para projetos de energia hidrelétrica que devem informar medidas para tomada de decisão, mitigação e compensação geralmente são inadequados. Da mesma forma, estimativas incorretas sobre o número de pescadores podem ser causadas por deficiências no escopo da coleta de dados, deficiências em métodos de amostragem ou esforço e má gestão de dados por autoridades designadas (Ferraz, 2012). Esse contexto leva a incertezas e inconsistências na definição e monitoramento de regras formais (políticas de pesca) pelas autoridades governamentais, que não conseguem alcançar os princípios 2 e 4 da Ostrom (congruência e monitoramento).

Infelizmente, dados confiáveis sobre pescarias amazônicas estão atualmente indisponíveis ou incompletos, tanto em áreas potencialmente afetadas por barragens quanto em outras regiões, devido à falta de investimento financeiro para implementar pesquisa e gerenciamento de dados. A pesquisa mais recente de produção pesqueira na Amazônia brasileira foi realizada em 2007 (Batista et al., 2012), e os poucos conjuntos de dados disponíveis estão desatualizados ou em escala espacial limitada. A responsabilidade pela coleta de dados de peixe e pesca é compartilhada em diferentes organizações, incluindo o Ministério da Agricultura e Pesca, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a Agência Federal de Assuntos Indígenas (FUNAI), várias agências ambientais federais e estaduais e até organizações locais sociais de pescadores e outras listadas na Tabela 1.

As estimativas da população humana diretamente afetada pelas usinas hidrelétricas e, portanto, têm direito a receber benefícios de compensação, geralmente se concentra naqueles que serão deslocados devido a inundações de reservatórios. Esta abordagem subestima gravemente a população dos pescadores afetados, uma vez que não inclui as pessoas que vivem em áreas a jusante, que terão seus meios de

subsistência alterados pelo barramento do rio e mudanças hidrológicas. O contraste entre estimativas oficiais de pessoas das barragens e análises independentes em relação ao número de pescadores afetados e pessoas que vivem em áreas protegidas, terras indígenas e comunidades ribeirinhas é destacado na Tabela 1. Os resultados desses estudos de caso estão em concordância com grandes diferenças entre contagens oficiais e independentes de pessoas "afetadas" encontradas por Martínez e Castillo (2016) em sua revisão de 30 projetos de desenvolvimento de infraestrutura da América Latina, destacando a falta de limites claramente definidos para o sistema de pesca afetado por barragens, conforme estabelecido pelo princípio 1 de Ostrom.

A compilação dos poucos dados disponíveis sobre o número e a diversidade de famílias e grupos sociais (por exemplo, comunidades ribeirinhas e povos indígenas) envolvidos em pescarias afetadas por projetos hidrelétricos na Amazônia continua sendo um desafio. No Brasil, esta escassez de dados confiáveis sobre os pescadores é agravada por abordagens de governança fracas e inconsistentes na gestão da pesca. Enquanto alguns pescadores são negligenciados no processo de implantação da barragem, outros chamados "pescadores" podem acessar as compensações financeiras do governo de forma inadequada. Um bom exemplo é o aumento observado no número de pescadores registrados para receber benefícios financeiros do governo durante a temporada de "defeso" das espécies, quando a pesca é proibida. Revisões recentes mostraram um aumento de 250% no número de pescadores que receberam pagamentos de temporada fechada de 2003 a 2014 (Campos e Chaves, 2014). Esses autores encontraram discrepâncias no número de pescadores e beneficiários do seguro nessa temporada, apontando para ilegalidades e irregularidades no programa, o que compromete seus objetivos sociais e ambientais.

Outro problema crítico que enfraquece a disponibilidade e a confiabilidade dos dados da pesca é a falta de protocolos e diretrizes de pesquisa para a coleta e monitoramento de dados durante os estágios da

implementação da barragem. Cada documento do termo de referência é diferente e as agências governamentais responsáveis pela aprovação desses termos não possuem conhecimentos técnicos suficientes para analisá-los criticamente. Além disso, os protocolos de amostragem e análise geralmente não são modificados para atender às realidades ou necessidades locais. Por exemplo, os países em desenvolvimento geralmente seguem os modelos de gestão europeus ou norte-americanos (Marmulla, 2001), que não são adequados para abordar a enorme diversidade social e biológica da bacia amazônica. Enquanto as diretrizes federais no Brasil prescrevem métodos de coleta de dados para organismos alvo específicos, eles são insuficientes para informar o objetivo da conservação da biodiversidade (Ferraz, 2012). Além disso, essas diretrizes não incluem interações entre fatores biológicos e socioeconômicos para informar a gestão integrada e os procedimentos de mitigação. Em resumo, as diretrizes nacionais e internacionais precisam ser melhor adaptadas às realidades locais (Marmulla, 2001).

Finalmente, os sistemas atuais para gerenciamento de dados, armazenamento de dados e acesso de dados pelo público são deficientes e inadequados. Em todos os casos estudados, pesquisadores e consultores envolvidos no processo de licenciamento geraram um número impressionante de relatórios, no entanto muitos são de rigor científico questionável, escrito em linguagem técnica difícil para os pescadores locais compreenderem e incluem dados primários que não estão devidamente armazenados ou facilmente acessível ao público. Mesmo que esses documentos sejam colocados na internet por agências ambientais, é improvável que residentes, pescadores e outras partes interessadas possam ler esse material exaustivo. Os resumos apresentados ao público durante as audiências públicas geralmente estão escritos em jargão técnico e não contêm os detalhes necessários para permitir que a população avalie impactos e retornos relevantes para eles.



### 3. Participação dos atores e consideração do conhecimento local

Globalmente, os pescadores de interior são muitas vezes excluídos ou ignorados pelas discussões de políticas regionais e globais sobre a gestão integrada dos recursos naturais e a alteração do habitat por grandes projetos, como as barragens (Cooke et al., 2016) (Fig.2). A exclusão desses atores gera conflitos entre empresas, governos e comunidades, exacerbando impactos e gerando descontentamento social (Araújo e Moret 2016, Martínez e Castillo 2016). No Brasil, as comunidades tradicionais, incluindo pescadores artesanais, povos indígenas e outras comunidades ribeirinhas são reconhecidas como minorias culturais com direitos especiais pela legislação nacional. As políticas nacionais e internacionais incluem processos de consulta pública e específica para avaliação de EIAs e direcionando procedimentos de mitigação e compensação quando necessário. Para os povos indígenas, a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), ratificada pelo Brasil, exige o consentimento livre, prévio e informado das comunidades indígenas para projetos que afetam seu bem-estar (Athayde et al., 2016). No entanto, os processos de consulta são muitas vezes superficiais ou inexistentes, resultando na violação dos direitos humanos (Martínez e Castillo, 2016). Esta situação é contrária ao princípio 7 (reconhecimento mínimo de direitos aos pescadores para organizar e desenvolver suas próprias organizações) (Ostrom, 1990; 2002), uma vez que essas organizações são ignoradas e/ou negligenciadas por desenvolvedores de barragens e organizações governamentais durante a tomada de decisões processo.



Figura 2. Pesca artesanal praticada na Cachoeira do Teotônio no rio Madeira, Porto Velho, Brasil. Essas cachoeiras foram inundadas pela represa hidrelétrica de Santo Antônio em 2011, e esse sistema de pesca já não existe. Foto: Gislene Torrente-Vilara (2009).

Por exemplo, as consultas públicas organizadas para as represas do rio Madeira e Xingu não alcançaram seus objetivos, o que, em teoria, deveria ter considerado as necessidades e demandas das pessoas afetadas. Na realidade, essas reuniões se tornaram fóruns políticos com fraca participação das partes interessadas (Hernández e Magalhães, 2011). Para otimizar os custos, as reuniões incluíram um grande número de pessoas, limitando a participação pública efetiva e completa. Pescadores e outros grupos sociais locais que têm dificuldades em entender o jargão técnico e expressar publicamente sua opinião, compartilharam o palco com políticos locais, que buscavam popularidade e a aprovação dos eleitores. Muitas vezes, essas reuniões eram confusas e improdutivas, não possuíam análises aprofundadas da viabilidade do projeto e não conseguiram abordar procedimentos e alternativas de mitigação e compensação.

Outro aspecto crítico nas etapas de planejamento, construção e monitoramento da implantação da barragem é a negligência do

conhecimento dos pescadores, que pode ser usado para melhorar o manejo da pesca (Berkes e Folke, 2002; Doria et al., 2014). Os pescadores indígenas e artesanais possuem conhecimento de ocorrências de espécies e parâmetros ecológicos associados, usos naturais da flora e fauna nativas, níveis de colheita sustentáveis, interações ecológicas e dinâmica dos ecossistemas (Berkes e Folke, 2002). A incorporação destas informações em EIAs e programas de monitoramento podem informar os procedimentos de mitigação e gerenciamento para aumentar a capacidade dos pescadores de se adaptarem às novas condições naturais impostas pelo barramento dos rios. O conhecimento local geralmente não é considerado em EIAs e PBAs, que se concentram principalmente em parâmetros socioeconômicos. Por exemplo, o conhecimento indígena não foi considerado no desenvolvimento de planos de mitigação para a perda de diversidade de peixes na barragem de Belo Monte no rio Xingu, apesar do conhecimento experimental a longo prazo que esses pescadores têm sobre diversidade de peixes, ecologia e distribuição geográfica em relação ao regime hidrológico e à variação do fluxo (Villas-Bôas et al., 2015). Em muitas regiões, o conhecimento tradicional realizado por pescadores e pessoas tradicionais pode ajudar a preencher lacunas de conhecimento cruciais para promover a conservação da biodiversidade, mas essa fonte de informação raramente é incorporada nas avaliações ou gestão ambiental (Doria et al., 2014).

#### **4. Falta de organização e representação de pescadores**

A tarefa de estabelecer procedimentos para a gestão das pescarias é da competência do Estado, no entanto, existem outros atores não-governamentais que possuem um papel fundamental no sucesso ou na falha dessas medidas. Trabalhar com essas partes interessadas é um pré-requisito para o planejamento e gerenciamento eficiente da pesca de forma compatível com os requisitos sócio-culturais e ambientais da região amazônica (Ruffino, 2005). No Brasil, os pescadores frequentemente estão

sujeitos a relações de dependência e clientelismo com diversas organizações, como o mercado, as associações de pescadores e até mesmo com algumas agências governamentais que não promovem participação efetiva (Haimovici et al., 2014). Enquanto as federações, colônias e associações de pescadores representam um grande número de trabalhadores, eles são em grande parte desorganizados e têm pouca influência na formulação e implementação de políticas, o que contradiz o princípio 3 de Ostrom, descrevendo acordos robustos de escolha coletiva. Em vez de unir forças para fortalecer seu papel, essas organizações estão cada vez mais divididas e difusas devido a disputas internas e conflitos de interesses (Ruffino, 2005). Por exemplo, na área de influência da barragem de Santo Antônio, alguns pescadores são representados pela liderança da associação de pescadores, outros pelo sindicato de pescadores, outros pela federação de pescadores, outros por líderes comunitários e outros que não se sentem representados por nenhum desses grupos. Além disso, os grupos de pescadores são frequentemente representados por líderes que usam as associações para interesses pessoais ou políticos (Ramalho, 2014), e isso não tem legitimidade, ou por organizações não governamentais cujos interesses não se alinham necessariamente com a maioria dos pescadores.

A ausência de organizações fortes e legítimas que representam os pescadores na Amazônia complica o diálogo entre as organizações e os afetados pelos projetos (Ruffino, 2005). Este problema é refletido na perda da contabilidade (por associações de pescadores) das pessoas envolvidas na pesca e outras operações de rotina ligadas à pesca (por exemplo, processamento de peixe e vendas). Por outro lado, as experiências passadas mostram que uma boa articulação do movimento social dos pescadores forçou a empresa da barragem de Tucuruí a promover ações compensatórias sociais e ambientais e assistência técnica para fortalecer redes cooperativas e associações comunitárias (Cardoso et al., 2005); o planejamento melhorado e a gestão das pescas em outras bacias afetadas

por barragens exigirão uma exibição igualmente forte por parte das organizações de pescadores.

Apesar do sentimento geral de "falhas" capturadas pelas histórias compiladas aqui, reconhecemos avanços importantes na participação pública e na negociação de poder na tomada de decisões em torno de barragens amazônicas, incluindo o fortalecimento dos movimentos sociais, o desenvolvimento de coalizões entre grupos de atores sociais (como o "movimento Xingu vivo para sempre"), o papel desempenhado pelos promotores públicos e o Ministério Público brasileiro em defesa dos direitos das minorias sociais (MPF); bem como a articulação de alianças estratégicas e parcerias entre grupos locais, sociedade nacional e até mesmo fóruns internacionais (especialmente no caso de Belo Monte) (Forline e Assis, 2004; McCormick, 2006). No caso dos movimentos sociais indígenas, o papel das alianças locais e extra regionais na promoção de processos de negociação, compensação e mitigação não pode ser ignorado. No caso da barragem de Belo Monte, por exemplo, recursos e conhecimento fornecidos por alianças com Ong's, universidades e participação em fóruns locais, regionais e internacionais equiparam o povo Juruna para negociar melhor e lutar por projetos de compensação que eram inadequados (Laufer et al., 2017). Ao se envolver com esses processos e redes de multi escalas, as comunidades estão melhor preparadas para se auto organizar e negociar planos de compensação e mitigação, inclusive, no caso do povo Apinajé da bacia hidrográfica do Tocantins, onde a associação local foi responsável pela execução do Plano Ambiental Básico (PBA), que abrangeu diversos subprogramas de compensação e mitigação (Laufer et al., 2017).

## **5. Falta de estrutura e capacidade governamental para gerenciar atividades de construção de barragens e auxiliar pescadores após a construção de barragens**

As agências que gerenciam o processo de licenciamento de barragens não estão adequadamente habilitadas para inspecionar, monitorar e exigir o cumprimento dos consórcios de construção de barragens. A falta de pessoal (em número e qualificações) resulta em deficiências nas análises de documentos de avaliação ambiental durante o processo de licenciamento. Além disso, a pressão econômica e política para aprovar grandes projetos de infraestrutura é forte, comprometendo a neutralidade e independência do processo de tomada de decisão (Fearnside, 2015, Zhouri e Oliveira, 2007). Essa falta de capacidade e coordenação governamental se traduz em falta de apoio aos grupos de partes interessadas que procuram negociar com consórcios de construção de barragens e responsabilizá-los pelo processo de licenciamento e mitigação, enfraquecendo assim o princípio 4 de Ostrom (responsabilização de monitores ou sistema de monitoramento para apropriadores ou usuários de recursos; Ostrom, 1990). A situação resultante é caótica; as agências estão paralisadas para regular, inspecionar e exigir conformidade das empresas, uma vez que não estão habilitadas no processo e não têm informações sobre a magnitude dos impactos socioambientais.

### **Considerações finais e recomendações**

O desenvolvimento hidrelétrico agrega complexidade e vulnerabilidade ao problema existente de má gestão da pesca que historicamente caracterizou a Amazônia brasileira. Nos estudos de caso analisados, a organização social-política já fraca dos pescadores antes da instalação de usinas hidrelétricas é ainda mais complicada por novos (e muitas vezes impostas) fronteiras de recursos (princípio 1) e distribuição de poucos benefícios após a construção da barragem (princípio 2). Além

disso, os indivíduos afetados pelas regras operacionais (ou seja, os pescadores) geralmente não podem participar nas regras de modificação (princípio 3), enquanto os projetos de monitoramento são muitas vezes desenvolvidos sem sua plena participação e falta de responsabilidade (princípio 4). A falta de capacidade governamental para estabelecer e aplicar sanções, juntamente com a existência de relacionamentos de corrupção ou clientelismo, nubla ainda mais a confiabilidade e a adesão às políticas ambientais (princípio 5). Em geral, existem poucos mecanismos efetivos de resolução de conflitos (princípio 6), e os direitos dos pescadores não são valorizados ou reconhecidos no processo (o "fenômeno da invisibilidade", princípio 7). Finalmente, o cenário entre as escalas (ou seja, aninhados) onde o gerenciamento ocorre e as decisões são desconectadas, muitas vezes existe confusão sobre os conflitos de interesses e jurisdições entre atores e organizações envolvidas na pesquisa, tomada de decisão e avaliação de conformidade de mitigação e procedimentos de compensação.

Dado os dados limitados da pesca para análise abrangente dos impactos das represas e diretrizes insuficientes para garantir os direitos dos pescadores ao longo do processo de licenciamento, os mesmos processos insuficientes são repetidos à medida que a energia hidrelétrica se expande através das bacias amazônicas. Situações semelhantes foram descritas para outras partes do Brasil, outros países da América Latina e em todo o mundo em desenvolvimento. Em todos os sistemas, esse resultado é impulsionado por uma desconexão entre políticas energéticas e ambientais e setores sociais e culturais, e é comumente caracterizada pela falta de informação e diálogo (Fonseca, 2014; Martínez e Castillo, 2016). Dirigir-se a essas deficiências exigirá investimentos e esforços concertados por uma diversidade de órgãos governamentais, juntamente com o diálogo intersetorial ampliado e a promoção de planejamento participativo local e regional e tomada de decisões que inclua pescadores e suas associações (Fonseca, 2014). As questões básicas, as deficiências e as recomendações para melhorar a governança das pescarias através do processo de planejamento, construção e operação de represas na

Amazônia estão resumidas na Tabela 2. Essas mudanças serão difíceis de implementar todas de uma vez, mas o progresso pode ser feito passo a passo. Embora não tenhamos o objetivo de apresentar soluções conclusivas para o problema multifacetado da invisibilidade das pescas diante do desenvolvimento da energia hidrelétrica na Amazônia brasileira, acreditamos que essas soluções podem surgir da discussão e um processo participativo de diálogo envolvendo múltiplos públicos de interesse. Este artigo em perspectiva é uma contribuição para gerar diálogo e reflexão sobre esse tema, visando apoiar a sustentabilidade de um dos sistemas de rios mais produtivos e sócio-biodiverso do mundo.

Tabela 2. Problemas centrais e recomendações para melhoria da governança das pescarias em relação à implementação da energia hidrelétrica na região amazônica.

Problemas	Recomendações
<b>1. Falta de transparência e independência para a realização de avaliações de impacto ambiental (EIAs) e planos ambientais básicos (PBAs) por consórcios de barragens</b>	<p>Promover o controle governamental e avaliações independentes de estudos e dados estratégicos. As empresas construtoras de barragens devem transferir dados e recursos financeiros para capacitar as universidades locais e o governo para administrar os estudos de maneira adequada.</p> <p>Promover a disseminação, publicação e discussão de dados produzidos a partir de EIAs e programas de monitoramento (desenvolvidos sob PBAs). Sintetizar e divulgar dados existentes em diferentes formatos, disponibilizando-os para diversos atores</p>
<b>2 Lacunas de dados</b>	<p>Promover a implementação de programas independentes e participativos de monitoramento da pesca comercial e de subsistência (produção, esforço e ecologia e biologia dos peixes) nas bacias amazônicas por agências estaduais e entidades de pesquisa antes da construção da barragem.</p>
<b>3 Participação de atores</b>	<p>Melhorar o desenho da pesquisa para mapear os pescadores e definir os atores que dependem da atividade pesqueira e precisam ser incluídos nos processos de planejamento, compensação e mitigação. Desenvolver bancos de dados contendo informações socioeconômicas suficientes para apoiar estratégias de monitoramento e mitigação.</p> <p>As organizações de pescadores devem ter o direito de ser representadas em qualquer fórum de discussão ou tomada de decisão relacionado à atividade pesqueira. O governo deve garantir essa participação, considerando: i) o “peso” e o porte de cada uma dessas organizações; ii) se a organização representa legitimamente os interesses do setor; e iii) até que ponto a organização reflete os interesses do grupo que representa (Ruffino 2005).</p>



Problemas	Recomendações
- Audiências públicas com pouca participação dos atores	Possibilitar e ampliar a participação dos atores em audiências públicas por meio da criação de fóruns locais menores que facilitem o empoderamento e a participação efetiva dos pescadores antes das audiências oficiais.
- Falta de fóruns de discussão sobre a indústria pesqueira, incluindo informações sobre mudanças e impactos, bem como procedimentos e alternativas de mitigação.	Promover fóruns de pesca para organização setorial antes e depois da construção de hidrelétricas. Implementar o planejamento colaborativo e participativo e manejo de pesca comunitário. Formar plataformas de múltiplos atores, compostas por representantes da sociedade civil e do governo, em colaboração com pesquisadores e atores relevantes, para propor e implementar políticas para melhorar a aprendizagem social e a tomada de decisões.
<b>4 Falta de organização e representação dos pescadores</b>	Ampliar a participação dos pescadores e a integração do conhecimento local e indígena ao longo do ciclo do projeto, desde a elaboração do projeto até a discussão dos resultados.
<b>5 Falta de estrutura governamental e capacidade para gerenciar atividades de construção de barragens e apoiar pescadores após a construção de barragem</b>	Desenvolver políticas locais para fortalecer a organização social dos pescadores durante o processo de licenciamento para garantir sua participação no processo.
	Melhorar a capacidade governamental e as políticas públicas voltadas para a gestão do processo de planejamento, construção e operação de barragens. Melhorar as orientações e critérios existentes para considerar as realidades locais.
	Fortalecer as entidades governamentais responsáveis pela gestão do setor pesqueiro, garantindo o apoio das instituições de pesquisa conforme necessário, bem como melhorar a capacidade técnica de grupos de gestão ou comitês.
	Implementar as salvaguardas e mecanismos fiscais existentes para ribeirinhos ou pescadores para mitigar os impactos das barragens na pesca e fortalecer a capacidade da governança local para fazê-lo. Exemplo: Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos para Geração Elétrica (CF), “Bolsa Verde”.
- Diretrizes insuficientes ou inadequadas para gerar informações eficazes para orientar processos de gestão e mitigação	Melhorar a orientação, os critérios e o desenho de pesquisa para ELAs e PBAs considerando as condições locais. Definir diretrizes para a realização de pesquisas através das diferentes fases de implantação de barragens, com regras claras para gestão e monitoramento.

## Referências

- Agostinho, A. A., F. M. Pelicice, & L. C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian journal of biology* 68: 1119–32.
- Alho, C. J. R. 2012. Importance of biodiversity for the human health: an ecological perspective. *Estudos Avançados* 26: 151–165.

- Alho, C. J. R., R. E. Reis & P. P. U. Aquino. 2015. Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries. *Ambio*, 44(5): 412–425. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0610-z>.
- Araújo, N. C., & A. S. Moret. 2016. Direitos humanos e hidrelétricas: uma análise dos impactos socioambientais e econômicos gerados em Rondônia. *Veredas do Direito* 13: 167–194. doi:10.18623/rvd.v13i26.622.
- Athayde, S. 2014. Introduction : Indigenous Peoples , Dams and Resistance in Brazilian Amazonia. *Tipiti: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America* 12: 80–92.
- Athayde, S., P. F. Moreira, & M. Heckenberger. 2016. Public feedback at risk in Brazil. *Science* 353: 1217–1217.
- Basurto, X., S. Gelcich, & E. Ostrom. 2013. The social-ecological system framework as a knowledge classificatory system for benthic small-scale fisheries. *Global Environmental Change* 23. Elsevier Ltd: 1366–1380. doi:10.1016/j.gloenvcha.2013.08.001.
- Batista, V. S., V. J. Isaac, N. M. Fabr e, O. T. Almeida, J. C. A. Gonzalez, M. L. Ruffino, & C. O. Silva. 2012. O Estado da Pesca na Amaz nia. In *Peixes e Pesca Solim es-Amazonas*, ed. V. S. Batista and V. J. Isaac, 13–29.
- Beard, T. D., R. Arlinghaus, S. J. Cooke, P. B. McIntyre, S. De Silva, D. Bartley, & I. G. Cowx. 2011. Ecosystem approach to inland fisheries: Research needs and implementation strategies. *Biology letter* 7: 481–483. doi:10.1098/rsbl.2011.0046.
- Berkes, F., & C. Folke. 2002. Back to the future: ecosystem dynamics and local knowledge. In *Panarchy. Understanding transformations in human and natural systems*, ed. L. H. Gunderson and C. S. Holling, 121–146. Washington: Island Press.
- Campos, A. G., & J. V. Chaves. 2014. Seguro defeso: diagn stico dos problemas enfrentados pelo programa. *IPEA*: 67.
- Cardoso, A. C. D., A. E. Reym o, A. P. V. Bastos, A. J. O. Castro, C. F. Szlafsztein, J. J. F. Lima, M. C. F. Silva, & M. I. T. C rtes. 2005. Concep o integrada de Planos Diretores Municipais e Plano de Desenvolvimento Regional: o caso do baixo Tocantins/PA. In *XI Encontro Nacional da Associa o Nacional de p s-gradua o e pesquisa em planejamento urbano e regional - ANPUR.*, 21. Salvador, Bahia.

- Castello, L., & M. N. Macedo. 2016. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology* 22. doi:10.1111/gcb.13173.
- Cooke, S. J., E. H. Allison, T. D. Beard, R. Arlinghaus, A. H. Arthington, D. M. Bartley, I. G. Cowx, C. Fuentevilla, et al. 2016. On the sustainability of inland fisheries: Finding a future for the forgotten. *Ambio*. doi:10.1007/s13280-016-0787-4.
- Doria, C. R. D. C., M. L. Ruffino, N. C. Hijazi, & R. L. Da Cruz. 2012. A pesca comercial na bacia do rio Madeira no estado de Rondônia, Amazônia brasileira. *Acta Amazonica* 42: 29-40. doi:10.1590/S0044-59672012000100004.
- Doria, C. R. C., M. A. L. Lima, A. R. Santos, S. T. B. Souza, M. O. A. R. Simão, & A. R. Carvalho. 2014. O uso do conhecimento ecológico tradicional de pescadores no diagnóstico dos recursos pesqueiros em áreas de implantação de grandes empreendimentos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 30: 89-108. doi:10.5380/dma.v30i0.34196.
- Fearnside, P. M. 2015. Amazon dams and waterways: Brazil's Tapajós Basin plans. *Ambio* 44: 426-439. doi:10.1007/s13280-015-0642-z.
- Fearnside, P. M. 2016. Tropical dams: to build or not to build? *Science* 351. doi:10.1126/science.
- Ferraz, G. 2012. Twelve guidelines for biological sampling in environmental licensing studies. *Natureza e Conservação* 10: 20-26. doi:10.4322/natcon.2012.004.
- Fiori, A. M. 2005. *Licenciamento ambiental: um desafio que exige apenas o velho e necessário bom senso*.
- Fonseca, I. F. 2014. Capacidades estatais e políticas ambientais: uma análise comprada dos processos de coordenação intragovernamental para o licenciamento ambiental de grandes de grandes barragens (Brasil, China, Índia) In *Capacidades Estatais em Países Emergentes: o Brasil em perspectiva comparada*. IPEA: Brasília.
- Forline, L., & E. Assis. 2004. Dams and Social Movements in Brazil: Quiet Victories on the Xingu. *Practicing Anthropology* 26: 21-15.
- Freitas, C. E. C., A. A. F. Rivas, F. A. Nascimento, F. K. Siqueira-Souza, & I. L. A. Santos. 2006. The effects of sport fishing growth on behavior of commercial fishermen in Balbina reservoir, Amazon, Brazil. *Environment, Development and Sustainability* 10: 157-165. doi:10.1007/s10668-006-9043-6.

- Freitas, C. E. C., F. K. Siqueira-Souza, R. Humston, & L. E. Hurd. 2013. An initial assessment of drought sensitivity in Amazonian fish communities. *Hydrobiologia* 705: 159–171. doi:10.1007/s10750-012-1394-4.
- Haimovici, M., J. M. Andriquetto Filho, P. S. Sunye, & A. S. Martins. 2014. Padrões das dinâmicas de transformação em pescarias marinhas e estuarinas do Brasil (1960–2010). In *A pesca marinha e estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares*, ed. M. Haimovici, J. M. Andriquetto Filho, and P. S. Sunye, FURG, 181–191. Rio Grande - RS.
- Hernández, F. M., & S. B. Magalhães. 2011. Ciência, cientistas e democracia desfigurada: o caso Belo Monte. *Novos Cadernos NAEA* 14: 79–96.
- Isaac, V. J., M. L. Ruffino, & D. McGrath. 1998. In search of a new approach to fisheries management in the middle Amazon region. *Fishery Stock Assessment Models*: 889–902. doi:10.4027.
- Isaac, V. J., M. C. Almeida, T. Giarrizzo, C. P. Deus, R. Vale, G. Klein, & A. Begossi. 2015. Food consumption as an indicator of the conservation of natural resources in riverine communities of the Brazilian Amazon. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 87: 2229–2242. doi:10.1590/0001-3765201520140250.
- Isaac, V. J., L. Castello, P. R. B. Santos, & M. L. Ruffino. 2016. Seasonal and interannual dynamics of river-floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. *Fisheries Research* 183. doi:10.1016/j.fishres.2016.06.017.
- Jaichand, V., & A. A. Sampaio. 2013. Dam and Be Damned: The Adverse Impacts of Belo Monte on Indigenous Peoples in Brazil. *Human Rights Quarterly* 35: 408–447. doi:10.1353/hrq.2013.0023.
- Junk, W. J., & M. G. M. Soares. 2001. Freshwater Fish Habitats in Amazonia: State of Knowledge , Management , and Protection. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 4: 437–451.
- Kahn, J. R., C. E. Freitas, & M. Petrere. 2014. False shades of green: The case of Brazilian Amazonian hydropower. *Energies* 7: 6063–6082. doi:10.3390/en7096063.
- Kirchherr, J., H. Pohlner, & K. J. Charles. 2016. Cleaning up the big muddy: A meta-synthesis of the research on the social impact of dams. *Environmental Impact Assessment Review* 60. Elsevier Inc.: 115–125. doi:10.1016/j.eiar.2016.02.007.

- Laufer, J., S. Athayde, E. E. Marques, S. Setúbal, & L. R. Soares. 2017. Projeto de Pesquisa: Gestão Participativa da Biodiversidade em Terras Indígenas afetadas por Barragens Hidrelétricas na Amazônia Brasileira. Relatório Técnico n. 4. Universidade Federal do Tocantins e Universidade da Flórida, Palmas e Gainesville, agosto de 2017.
- LEME Engenharia S.A., 2005. Estudo de Impacto Ambiental dos Aproveitamentos Hidrelétricos Santo Antônio e Jirau, Rio Madeira - RO. Capítulo IV - Área de Influência Direta dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio, Tomo B, Volume 5/8, Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Direta, Meio Biótico, Ictiofauna e Recursos Pesqueiros. Relatório 6315 - RTG90 - 001. Maio/2005. Páginas IV-755 a IV-916.
- Lévêque, C., T. Oberdorff, D. Paugy, M. L. J. Stiassny, & P. A. Tedesco. 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 545-567. doi:10.1007/s10750-007-9034-0.
- Lima, A. M. T., E. E. Marques, M. H. Ertzogue, D. T. A. M. Ferreira, & J. D. Lima. 2015. Os Rios Amazônicos Convertidos em Gigawatts: Participação Social no Processo de Implantação de Usinas Hidrelétricas. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia* 7: 136-158. doi:10.18361/2176-8366/rara.v7n2p136-158.
- Lorenzen, K., I. G. Cowx, R. E. M. Entsua-Mensah, N. P. Lester, J. D. Koehn, R. G. Randall, N. So, S. A. Bonar, et al. 2016. Stock assessment in inland fisheries: a foundation for sustainable use and conservation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. doi:10.1007/s11160-016-9435-0.
- Lynch, A. J., S. J. Cooke, A. M. Deines, S. D. Bower, D. B. Bunnell, I. G. Cowx, V. M. Nguyen, J. Nohner, et al. 2016. The social, economic, and environmental importance of inland fish and fisheries. *Environmental Reviews* 24: 115-121. doi:10.1139/er-2015-0064.
- MAPA, 2016. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <http://www.agricultura.gov.br/aquicultura-pesca>
- Marmulla, G. 2001. Dams, fish and fisheries: opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fisheries, Technical paper 419, Rome, Italy.
- Martínez, V., & O. L. Castillo. 2016. The political ecology of hydropower: Social justice and conflict in Colombian hydroelectricity development. *Energy Research and Social Science* 22. Elsevier Ltd: 69-78. doi:10.1016/j.erss.2016.08.023.

- McCormick, S. 2006. The Brazilian Anti-Dam Movement: Knowledge Contestation as Communicative Action. *Organization & Environment* 19: 321–346. doi:10.1177/1086026606292494.
- McCormick, S. 2007. The Governance of Hydro-electric Dams in Brazil. *Journal of Latin American Studies* 39: 227. doi:10.1017/S0022216X07002374.
- Ohara, W. M., L. J. De Queiroz, J. Zuanon, G. Torrente-Vilara, F. G. Vieira, & C. D. C. Doria. 2015. Fish collection of the Universidade Federal de Rondônia: its importance to the knowledge of Amazonian fish diversity. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* 37: 251. doi:10.4025/actascibiolsci.v37i2.26920.
- Ostrom, E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. New York: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. 2002. Reformulating the Commons. *Ambiente & Sociedade* 10: 1-21.
- Petrere, M., R. B. Barthem, E. A. Córdoba, & B. C. Gómez. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 14: 403–414. doi:10.1007/s11160-004-8362-7.
- Ramalho, C. W. N. 2014. Estado, pescadores e desenvolvimento nacional. Da reserva naval à aquícola. *Ruris* 8: 31–62.
- Rezende, R. R. 2009. Navigating the Turbulent Waters of Public Participation in Brazil : A Case Study of the Santo Antônio and Jirau Hydroelectric Dams.
- Ruffino, M. L. 2005. *Gestão do uso dos Recursos Pesqueiros na Amazônia*. Edited by IBAMA. Manaus: ProVárzea. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2.
- Santos, G. M. 1995. Impactos da hidrelétrica Samuel sobre as comunidades de peixes do rio Jamari (Rondônia, Brasil). *Acta Amazonica* 25: 247–280.
- Santos, G. M., & A. B. Oliveira. 1999. A pesca no reservatório da hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil). *Acta Amazonica* 29: 145–163.
- Tan-Mullins, M. 2007. The state and its agencies in coastal resources management: the political ecology of fisheries management in Pattani, southern Thailand. *Singapore Journal of Tropical Geography* 28: 348–361.

THEMAG. 1996. Engenharia e Gerenciamento Ltda. Usina Hidrelétrica Lajeado: Estudo de Impactos Ambiental – EIA/diagnóstico ambiental – socioeconomia; v.2, tomo c.

Timpe, K. & D. Kaplan. 2017. The changing hydrology of a dammed Amazon. *Science Advances* 3: 1-13. DOI: 10.1126/sciadv.1700611.

Villas-Bôas, A., B. R. Garzón, C. Reis, L. Amorim, and L. Leite. 2015. *Belo Monte: Não há condições para a Licença de Operação*. São Paulo.

WCD. 2000. *Dams and Development: A new framework for decision-making*. London. doi:10.1097/GCO.obo13e3283432017.

Winemiller, K. O., P. B. McIntyre, L. Castello, E. Fluet-Chouinard, T. Giarrizzo, S. Nam, I. G. Baird, W. Darwall, et al. 2016. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science* 351. American Association for the Advancement of Science: 128-129. doi:10.1126/science.aac7082.

Yin, R. K. 2009. *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Zhou, A., & R. Oliveira. 2007. Desenvolvimento, conflitos sociais e violência no Brasil rural: o caso das usinas hidrelétricas. *Ambiente & sociedade* 10: 119-135. doi:10.1590/S1414-753X2007000200008.

## **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer aos pescadores e organizações de pescadores das bacias hidrográficas da Madeira, Xingu, Uatumã e Tocantins por sua colaboração. As pesquisas que informaram este artigo foram apoiadas pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), por meio do PROAMAZÔNIA/CAPES (Projeto N°: 021/2012); o PGCI/CAPES - Projeto de Cooperação Internacional (Projeto n°: 038/2013); e o Projeto Ciências sem Fronteiras/PVE (Processo n° 88881.064958/2014-01). Agradecemos também à CAPES e ao CNPq pelo apoio à bolsa de estudos para alunos de pós-graduação e pós-doutorado envolvidos neste estudo (CRCD: 201457/2014-8; MALL: 7487-14-2). Agradecemos à Universidade Federal de Rondônia (UNIR), à Universidade Federal do Tocantins (UFT), ao Programa Tropical de Conservação e Desenvolvimento (TCD) e ao Centro de Estudos Latino-Americanos da Universidade da Flórida (UF) pelo apoio. Finalmente, reconhecemos o apoio prestado pela National Science Foundation (NSF) à Amazon Dam Network/Rede Barragens Amazônicas (ADN/RBA) sob o Subsídio n° 1617413. Quaisquer opiniões, descobertas e conclusões ou recomendações expressas neste material são aquelas dos autores e não refletem necessariamente as opiniões da National Science Foundation.

## Capítulo 6.4

### **Diminuição da pesca e aumento dos preços: o custo econômico do represamento de rios tropicais <sup>1</sup>**

*Maria Alice Leite Lima <sup>2</sup>*

*Adriana Rosa Carvalho <sup>3</sup>*

*Marcus Alexandre Nunes <sup>4</sup>*

*Ronaldo Angelini <sup>5</sup>*

*Carolina R. C. Doria <sup>6</sup>*

#### **Resumo**

Este trabalho testou a hipótese de que os valores desembarcados, capturas médias e preço por kg de espécies migratórias e residentes são constantes ao longo do tempo após a instalação das grandes hidrelétricas em uma grande região tropical. Para identificar mudanças nas capturas e retornos econômicos devido ao represamento do rio, verificamos dados diários de desembarque (25 anos) e preços (19 anos) do rio Madeira, o maior afluente do rio Amazonas. Nossos resultados mostraram que o período de diminuição das capturas e aumento dos preços observados para a pesca no rio Madeira coincidiu com a construção das duas barragens. De acordo com os resultados, as barragens mudaram rapidamente as capturas e o suprimento de peixe para o mercado, que imediatamente ecoaram no preço por kg de espécies de peixes exploradas. Após a construção, os preços subiram, tanto para

---

<sup>1</sup> Tradução e adaptação do artigo publicado em inglês na Revista Fisheries Research em 2020. Referência do artigo original em inglês: Lima, M. A. L.; Carvalho, A. R.; Nunes, M. A.; Angelini, R.; Doria, C. R. C. 2020. Declining fisheries and increasing prices: The economic cost of tropical rivers impoundment. Fisheries Research, 221, 105399: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105399>

<sup>2</sup> Laboratório de Ictiologia e Pesca, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 76801-059, Brasil. [alichelima.lima@gmail.com](mailto:alichelima.lima@gmail.com)

<sup>3</sup> Programa de pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (PGDRA), Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 76801-059, Brasil. [acarvalho.ufrn@gmail.com](mailto:acarvalho.ufrn@gmail.com)

<sup>4</sup> Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 59078-970, Brasil. [marcus.nunes@gmail.com](mailto:marcus.nunes@gmail.com)

<sup>5</sup> Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 59078-970, Brasil. [ronangelini@gmail.com](mailto:ronangelini@gmail.com)

<sup>6</sup> Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 59078-970, Brasil. [carolinarcdoria@gmail.com](mailto:carolinarcdoria@gmail.com)



peixes que se tornaram escassos quanto para peixes que se tornaram abundantes. Embora as capturas tenham diminuído 58% em 25 anos, o preço aumentou 49% no mesmo período, representando um alto custo econômico para a população local. Além disso, houve um claro declínio nas capturas de algumas espécies (como a dourada e curimatã), mas aumentou as capturas de outras (sardinha e o tucunaré). Além disso, alguns padrões de flutuação ao longo dos anos mostraram oscilações naturais, ou mudanças, nos habitats locais e até esforços de pesca.

## **Introdução**

A produção pesqueira em grandes rios tropicais é um serviço importante do ecossistema para o bem-estar humano e um componente importante da biodiversidade que fornece valor econômico global, marcadamente para os países em desenvolvimento (Balmford et al., 2002; Costanza et al., 1997). A exploração dessa biodiversidade, apesar de beneficiar muitas pessoas, mudou os ecossistemas naturais, levando a perdas na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos, ameaçando o bem-estar de grupos sociais mais suscetíveis à pobreza. Como resultado, ao longo do século passado, a biodiversidade da água doce despencou globalmente (Sala et al., 2000), principalmente devido ao represamento do rio que afeta negativamente o ecossistema (Dudgeon et al., 2006; Lima et al., 2017; Santos et al., 2018), sua diversidade biológica e estoques locais de peixes (Agostinho et al., 2008; Bunn e Arthington, 2002; Pelicice et al., 2017).

Não obstante a esses efeitos, no final de 2000, cerca de 45.000 barragens grandes (15 m de altura) e 800.000 barragens pequenas foram construídas em todo o mundo (WCD, 2000). Nas áreas tropicais, grandes represas continuam crescendo e sendo consideradas como ações de desenvolvimento (Hoeinghaus et al., 2009), aumentando continuamente a pressão sobre a rica diversidade biológica (Agostinho et al., 2005). A bacia amazônica foi afetada por essa tendência e atualmente possui 416 usinas hidrelétricas em operação ou em construção acelerada e 334 estão planejadas (Winemiller et al., 2016). As consequências do rápido desenvolvimento e construção dessas barragens incluem subestimação da

interrupção na resiliência dos ecossistemas locais e dos impactos nos meios de subsistência das comunidades pesqueiras locais (Santos et al., 2018).

O recente desenvolvimento de projetos de infraestrutura em larga escala, como estradas, hidrovias, minas e represas hidrelétricas, ameaçou a pesca nos ecossistemas aquáticos da Amazônia (Lees et al., 2016), introduzindo grandes riscos para uma região que também foi impactada por sobrepesca (Petrere et al., 2004) e mudanças climáticas (Freitas et al., 2012). Há evidências claras do impacto da regulação de rios feita pelo homem na Amazônia nos processos bioecológicos dentro do canal do rio (Agostinho et al., 2008; Almeida et al., 2016; Bunn e Arthington, 2002; Sant'Anna et al., 2014; Santos et al., 2018; Ward e Stanford, 1995) e seus efeitos na formação de cardumes, reprodução, alimentação, berçários e habitats para refúgios (Bayley, 1991; Goulding, 1980; Nunes et al., 2019).

A conectividade fluvial regula a quantidade e composição de espécies dos peixes capturados e os ciclos de vida das espécies de peixes na região amazônica (Halls e Welcomme, 2004; Jiménez-Segura et al., 2010; Junk et al., 1989; Lima et al., 2017). As espécies de peixes que migram milhares de quilômetros das áreas estuarinas para os Andes para fins reprodutivos dependem particularmente dos processos naturais dos rios. Esses peixes, juntamente com outros produtos da agricultura e da floresta tropical, são os meios de sobrevivência para aproximadamente 30 milhões de pessoas (Anderson et al., 2018; Hauser et al., 2019).

A pesca de água doce é uma oportunidade econômica para milhões de famílias de baixa renda e fornece a maioria das proteínas alimentares consumidas pelas comunidades rurais e urbanas dos países tropicais em desenvolvimento (Allan et al., 2005). Na Amazônia, o peixe é um componente essencial na dieta de ribeirinhos e indígenas, atingindo até 500 g do consumo diário *per capita* de peixes (Batista e Petrere, 2008; Batista et al., 1998; Isaac et al., 2015), destacando a importância social e econômica deste serviço ecossistêmico nos países em desenvolvimento (Hoeinghaus et al., 2009). Como resultado, o represamento na Amazônia

afeta tanto os pescadores quanto os consumidores de peixes em uma região onde as populações ribeirinhas dependem enormemente e historicamente de recursos naturais para geração de renda, segurança alimentar e subsistência (Santos et al., 2018).

A produção pesqueira gera na região amazônica US\$ 200 milhões/ano e emprega 200.000 pescadores comerciais (Tundisi et al., 2014). Dada a grande variedade de mudanças causadas pelas represas dos rios, existem custos ambientais e energéticos para quem depende da pesca, devido às mudanças na composição das capturas e espécies (Hoeinghaus et al., 2009; Santos et al., 2018; Wegener et al. al., 2017; Winemiller et al., 2016). Avaliações sobre os efeitos do represamento nas capturas da pesca e no rendimento econômico raramente são realizadas devido à nossa atual falta de dados de séries temporais de longo prazo (Doria et al., 2016).

Este trabalho testa a hipótese nula de que desembarques totais (ton), valores desembarcados (R\$) e coeficientes estimados no modelo de regressão das capturas médias e preço/kg para espécies migratórias e residentes são constantes ao longo do tempo após o represamento em um rio tropical. A premissa básica é que as mudanças são causadas por um fator externo (por exemplo, inundações anômalas, superexploração ou represamento de rios), o que pode levar as variações de peixes desembarcados. Em alternativa, as capturas podem ser causadas por alterações no valor de mercado do peixe comercializado. Para identificar mudanças nas capturas e retornos econômicos devido ao represamento do rio, inspecionamos dados diários de desembarques e preços do rio Madeira, o maior afluente do rio Amazonas, onde duas grandes hidrelétricas a fio d'água, Santo Antônio e Jirau, foram instaladas entre 2011 e 2012 (Hauser et al., 2019).

Especificamente, buscamos quebras estruturais em: (a) total de desembarques (de 1990 a 2014); (b) captura média de espécies frequentes em pelo menos 60% dos desembarques (ou que tiveram seus preços registrados em 60% dos registros); c) A captura média por categoria de espécie (migratória ou residente); (d) o preço médio do peixe; e (e) os

valores desembarcados por total de capturas, por espécies migratórias e por espécies residentes. Uma constatação de que não houve mudanças significativas ao longo da série cronológica (particularmente após o represamento do rio) pode indicar que o represamento não afetou os desembarques ou a economia da pesca. Por outro lado, mudanças significativas indicam impactos. Como a maioria das espécies de peixes comerciais encontradas no rio Madeira é migratória e, dada a importância dos bagres como recurso pesqueiro em toda a bacia amazônica (Barthem et al., 2017; Doria et al., 2012), qualquer dano ecológico e econômico das represas do rio Madeira terão impactos sociais e ecológicos muito além dos limites da bacia do rio Madeira.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo**

O rio Madeira (Fig. 1) é um rio de água branca e o tributário mais importante do rio Amazonas em termos de fluxo e sedimentos. Ele flui ao longo do Brasil, Bolívia e Peru, drenando mais de 1,4 milhão de km<sup>2</sup> (Latrubesse et al., 2005, Siqueira Jr et al., 2015). A porção alta do rio Madeira carrega cerca de 2,1 milhões de toneladas de sedimentos por dia (PCE et al., 2004), contribuindo no total com cerca de metade do sedimento transportado para o Oceano Atlântico através do rio Amazonas (Meade, 1994). Atualmente, existem 1008 espécies de peixes na bacia hidrográfica do rio Madeira, que é a maior riqueza de espécies registradas no mundo (Ohara et al., 2015). Os desembarques de pesca do rio Madeira são de cerca de 4.000 toneladas por ano, representando aproximadamente 4% da captura total de peixe amazônico (Barthem e Goulding, 2007).

Na porção brasileira, a maior parte do rio Madeira está no estado de Rondônia ( $\approx 1.700$  km<sup>2</sup>), onde aproximadamente 60 espécies de peixes foram registradas no canal principal, incluindo os bagres, com alto valor cultural e preço (Doria et al., 2012). Em Rondônia, a maior parte do

pescado capturado ( $755 \pm 315$  toneladas/ano) foi desembarcado no mercado de peixe de Porto Velho (Cai N'água), o principal mercado da região, administrado pela Colônia de Pescadores Z-1 (Doria et al., 2012). As capturas de peixe são representadas principalmente por espécies das ordens Characiformes, Siluriformes e Perciformes e pelas espécies de média e longa migração (Lima et al., 2015).

Dentro da fronteira de Rondônia, o canal principal do rio Madeira é caracterizado por 19 corredeiras, algumas das quais são barreiras geográficas importantes que controlam a distribuição e migração de peixes (Goulding et al., 2003; Torrente-Vilara et al., 2011; Siqueira Jr et al., 2015). No entanto, em 2008, começaram a ser construídas outras duas importantes barreiras, as hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, extinguindo duas grandes corredeiras, Teotônio e Caldeirão do Inferno. As barragens foram instaladas na parte média do rio Madeira, distantes 5 km (Santo Antônio) e 136 km (Jirau) de Porto Velho (capital de Rondônia) (Ecoa, 2007). O complexo hidrelétrico do rio Madeira é o primeiro a ser implantado em um rio de águas brancas no Brasil, o primeiro a usar turbinas de tipo bulbo, que utilizam fluxo de pequenas corredeiras e têm área de reservatório relativamente reduzida (Fearnside, 2013).

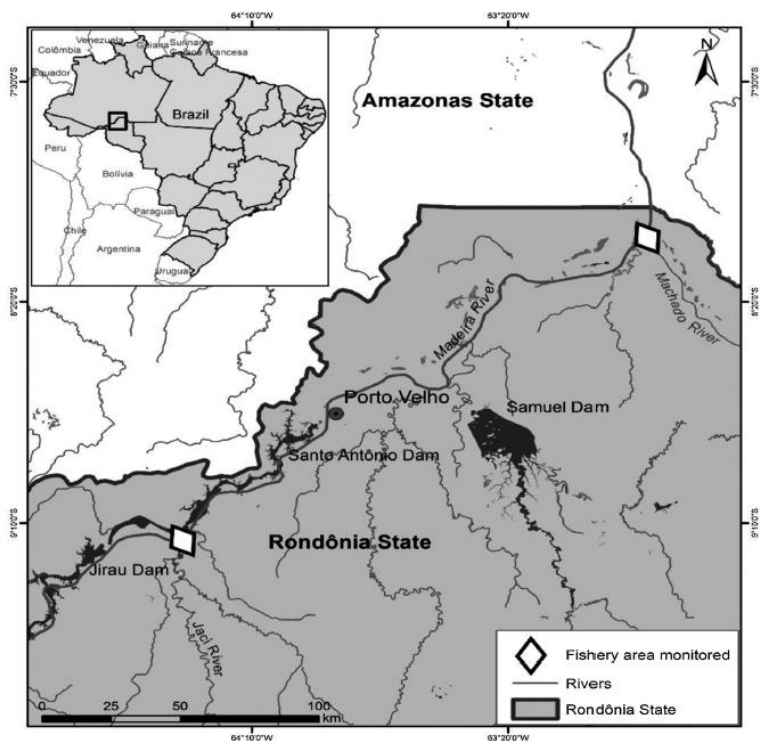


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.

## Dados das pescarias

A Colônia de Pescadores Z-1 de Porto Velho registrou entre 1990 e 2014 desembarques diários de peixe no mercado pesqueiro Cai N'água, incluindo as espécies, o peso total desembarcado (kg) e preço do quilo da espécie para comercialização do pescador ao atravessador. A Colônia Z-1 gentilmente forneceu esses dados ao nosso grupo do Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia (UNIR). A identificação taxonômica de peixes foi confirmada ao nível da espécie sempre que possível, seguindo Queiroz et al. (2013). Neste trabalho, os dados diários foram agregados mensalmente para a realização das análises. As espécies foram classificadas com base em seus padrões de migração, como: migradores de longa distância (> 1500 km), migradores

de média distância (100-1500 km) ou peixes residentes ( $< 100$  km) (Barthem e Goulding, 2007).

## **Análise dos dados**

Para descrever a dinâmica da série temporal das capturas e do valor do pescado, o modelo utilizado foi o modelo linear padrão definido por Zeileis et al. (2003), que determina que as mudanças nos coeficientes são precedidas de quebras estruturais, que são alterações significativas nos valores médios do conjunto de dados. As datas das quebras estruturais são identificadas usando partições do conjunto de dados e são encontradas quando a Soma Residual de Quadrados (RSS) for mínima. Os RSS são calculados usando o método CUSUM de mínimos quadrados ordinários (Soma cumulativa). Uma vez que é computacionalmente caro testar todas as partições possíveis no conjunto de dados, o RSS mínimo é pesquisado através de uma segmentação ótima, conforme definido em Bai e Perron (2003).

Depois de encontrado os modelos com quebra estrutural, esses foram comparados a fim de encontrar o mais adequado para descrever o conjunto de dados. O Critério de Informação Bayesiano (BIC) foi usado para definir o número ótimo de pontos de interrupção.

No presente trabalho, buscou-se quebras estruturais na produção média desembarcada e no preço médio ponderado (a) dos desembarques totais (de 1990 a 2014); (b) na captura média de espécies frequentes em pelo menos 60% dos desembarques (ou que tiveram seu preço registrado em 60% dos dados); (c) por grupo de espécies migratórias e residentes; e (d) por valores desembarcados das capturas totais e por espécies migratórias e residentes.

O preço médio ponderado foi o valor por espécie estimado após dividir a quantidade capturada por espécie pela captura total. O preço do quilo (kg) de cada espécie foi, primeiramente deflacionado, para ser convertido em dólares norte-americanos. A taxa de inflação utilizada para

a deflação seguiu o Índice Nacional de Preços para Consumidores (IPCA). Os valores desembarcados foram calculados através do produto da captura total por espécie e o preço médio ponderado (em dólares) do quilo por espécie (USD).

## Resultados

No período de 1990 a 2014, a pesca de pequena escala no rio Madeira explorou 53 espécies ou grupos de espécies, que compreendem espécies de pequeno porte ou poucos indivíduos de pequenas capturas (Tabela 1). As espécies de Characiformes (63%) e Siluriformes (25%) constituíram a maioria dos desembarques. Os outros 12% da captura foram espécies de peixes agrupadas e distribuídas entre Osteoglossiformes e Clupeiformes. A partir dos desembarques totais, 32 espécies estiveram presentes em menos de 2% das capturas. A captura anual média foi de 576,8t ( $\pm$  294,8t). A maior captura foi registrada em 2008 (1589.01t) principalmente devido às capturas de pacu (*Mylossoma* spp.) e barbachata (*Pinirampus pinirampu*), que representaram 35% das capturas totais. A captura mais baixa foi observada em 2014 (76,83 t).

Tabela 1. Frequência de observação (%) nas capturas (1990-2014) de espécies ( $\geq$  1%) registradas nos desembarques da pesca de pequena escala do rio Madeira.

Ordem/Família	Nome comum	Nome científico	Nr de observações nos desembarques (%)
<b>Osteoglossiformes</b>			
Arapaimatidae	Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>	1.76
Osteoglossidae	Aruanã	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i>	1.05
<b>Clupeiformes</b>			
Pristigasteridae	Apapá	<i>Pellona</i> spp.	2.19
<b>Characiformes</b>			
Anostomidae	Piau	<i>Leporinus</i> spp.	2.88
	Jatuarana	<i>Brycon amazonicus</i>	4.38
Characidae	Matrinxã	<i>Brycon melanopterus</i>	1.12
	Sardinha	<i>Triporthus</i> spp.	4.02



Ordem/Família	Nome comum	Nome científico	Nr de observações nos desembarques (%)	
Serrasalmidae	Pacu	<i>Mylossoma</i> spp.	4.49	
	Piranha	<i>Serrasalmus</i> spp.	1.91	
	Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>	2.36	
	Pirapitinga	<i>Piaractus brachypomus</i>	2.71	
Curimatidae	Branquinha	<i>Potamorhina</i> spp.	4.1	
Erythrinidae	Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>	2.28	
Prochilodontidae	Curimatã	<i>Prochilodus nigricans</i>	4.7	
	Jaraqui	<i>Semaprochilodus</i> spp.	4.29	
<b>Siluriformes</b>				
Callichthyidae	Tamoatá	<i>Hoplosternum littorale</i>	1.29	
Doradidae	Bacu	*	1.07	
Loricariidae	Bodó	<i>Hypostomus</i> spp.	1.83	
	Surubim	<i>Pseudoplatystoma</i> spp.	4.75	
	Surubim caparari	<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	1.35	
	Jaú	<i>Zungaro zungaro</i>	3.18	
	Barbachata/barbado	<i>Pinirampus pirinampu</i>	2.08	
	Dourada	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	4.66	
	Babão	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	3.05	
	Pimelodidae	Filhote/piraíba	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	2.99
		Piramutaba	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	1.25
		Pirarara	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i>	3.33
Jandiá		<i>Leiarius marmoratus</i>	1.22	
Coroatá		<i>Platynemachthys notatus</i>	1.38	
Mapará		<i>Hypophthalmus</i> spp.	1.85	
Mandi	<i>Pimelodus aff. blochii</i>	2.47		
<b>Perciformes</b>				
Cichlidae	Tucunaré	<i>Cichla</i> sp.	3.37	
	Acará	*	2.43	
Sciaenidae	Pescada	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	2.66	
<b>N.I</b>	Mix de espécies	*	3.95	

No geral, as capturas e os preços anuais variaram e foram divergentes e negativamente correlacionados principalmente a partir de 2009 (Fig. 2). Os desembarques médios tiveram duas quebras estruturais, indicando dois eventos de mudança na média das capturas para o período de 1990 a 2014. O preço médio ponderado por quilo de todas as espécies capturadas entre 1994 e 2013 apresentou três quebras estruturais (Tabela 2).

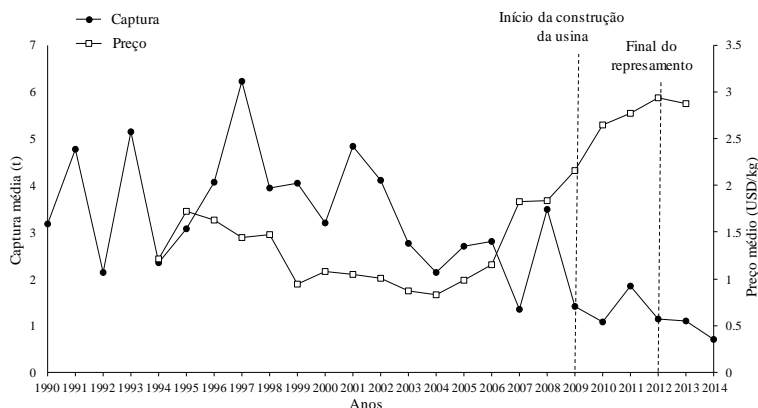


Figura 2. Total de capturas médias anuais (tonelada) de peixes desembarcados entre 1990 e 2014 e o preço anual médio (USD) do quilo de peixe entre 1994 e 2013 da pesca de pequena escala do rio Madeira.

Tabela 2. Quebra estrutural (SB) nos valores médios das capturas totais identificadas de 1990 a 2014 e quebras estruturais no preço médio ponderado por quilo de 1994 a 2013 para todas as espécies capturadas pela pesca de pequena escala no rio Madeira. NQS = Número de quebra estrutural; BIC = Critério de Informação Bayesiano; Intervalo de data: período das quebras estruturais identificadas; IC = intervalo de confiança; <sup>1</sup> BIC mais baixo, indicando o melhor ajuste. A data em negrito em cada intervalo indica o mês específico que foram identificadas quebras estruturais nos valores médios.

	NQS	BIC	Intervalo-Data	IC (Lim <sub>inf</sub> -Lim <sub>sup</sub> )	Média
Captura total (t)	0	3101			
	1	3098			
	2	3090 <sup>1</sup>	1990/Jan - <b>2005/Mar</b> 2005/Abr - <b>2008/Dez</b>	2000/Jul - 2006/Fev 2008/Set - 2011/Fev	46.88 77.30
	3	3100	2009/Jan - 2014/Dez		32.80
Preço médio por kg	0	554			
	1	417			
	2	373			
	3	340 <sup>1</sup>	1994/Jan - <b>1999/Jun</b> 1999/Jul - <b>2006/Nov</b> 2006/Dez - <b>2010/Out</b>	1999/Fev - 1999/Dez 2006/Out - 2007/Jan 2009/Dez - 2010/Nov	1.57 0.98 2.05
	4	448	2010/Nov - 2013/Dez		3.06

As quebras estruturais nas capturas indicaram, em primeiro lugar, que, em 2005, as capturas aumentaram 65% e uma queda de 58% de 2008 até 2011, quando uma captura média mais baixa foi estabelecida para os desembarques totais. Na avaliação dos preços, a quebra estrutural mostrou queda de 37,5% em 1999 e depois aumento significativo em 2006 (109%) e em 2010 (49,3%, Tabela 2).

### **Quebras estruturais nos valores médios das espécies de peixes mais frequentes**

Considerando as nove espécies frequentemente capturadas ( $\geq 60\%$  dos registros), apenas surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) e sardinha (*Triporthesus* spp.) não foram frequentes nos registros econômicos (Tabela 3). Seis espécies que foram frequentes nos registros de captura e no conjunto de dados econômicos apresentaram quebras estruturais nas capturas médias. A maior amplitude de mudança em relação à captura média observada foi registrada para as espécies de sardinha (*Triporthesus* spp.), que aumentou 139,7% (em 1995) e para a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), que diminuiu 74,4% (em 2009). A última mudança econômica observada aumentou o preço médio do quilo para as seis espécies em 2010 ou 2011. As espécies de bagres apresentaram o maior aumento de preços acentuadamente em 2010. Especificamente, a dourada, que representou 72% de todas as capturas dos bagres, demonstrou um aumento de 88% em relação ao valor médio registrado desde 1994. A metade desse aumento nos preços (43,5%) foi em 2010, um ano após a queda das capturas.

Tabela 3. Amplitude (%) e o ano de mudança (indicado pela análise da quebra estrutural) observado nos valores médios das espécies frequentemente registradas nos desembarques e no conjunto de dados econômicos da pesca do rio Madeira ( $\geq 60\%$  dos registros). Os sinais negativos mostram a porcentagem de redução nas capturas, enquanto a ausência de sinais indica a porcentagem de aumento das capturas. <sup>1</sup> O surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) não foi frequente no conjunto de dados econômicos e não alterou as capturas, mas influenciou a variação geral do preço médio ponderado de 1994 a 2013.

Espécies mais frequentes ( $\geq 60\%$ ) na captura e dados econômicos	Proporção de mudança (ano) indicado pela quebra estrutural	
	% da Captura total (t)	% do Preço (USD/kg)
<i>B. rousseauxii</i> (Dourada)	88.48% (1995)	31.86% (2004)
	-64.79% (1999)	43.28% (2007)
	80.21% (2004)	43.56% (2010)
	-74.43% (2009)	
<i>Brycon amazonicus</i> (Jatuarana)	-66.63% (1997)	58.42% (2011)
<i>Cichla</i> sp. (Tucunaré)		-48.20% (1998)
	118.8% (2006)	65.34% (2006)
		66.46% (2011)
<i>Mylossoma</i> spp. (Pacu)	Sem mudança	-52.38% (2000)
		105% (2006)
		120.32% (2009)
<i>Potamorhina</i> spp. (Branquinha)		-60.60% (1999)
	-56.42% (1995)	182.05 (2006)
		82.72% (2010)
<i>Prochilodus nigricans</i> (Curimatã)		-50.83% (1999)
	- 61.37% (2008)	149.15% (2006)
		64.98% (2011)
<i>Pseudoplatystoma</i> spp. <sup>1</sup> (Surubim)	Sem mudança	Frequência < 60%
<i>Semaprochilodus</i> spp. (Jaraqui)		- 58.51% (1999)
	Sem mudança	123.21% (2006)
		84% (2009)
<i>Triportheus</i> spp. (Sardinha)	139.70% (1995)	Frequência < 60%
	-51.53% (2004)	
<i>Zungaru zungaru</i> (Jaú)	Frequência < 60%	126.85% (2006)
<i>Brachyplatystoma platynemum</i> (Babão)		87.09% (2006)
	Frequência < 60%	62.06% (2010)
<i>B. filamentosum</i> (Filhote)		43.92% (2004)
	Frequência < 60%	36.68% (2007)
		57% (2010)

Entre as espécies mais frequentemente capturadas, apenas o pacu (*Mylossoma* spp.), o jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) e o surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) não apresentaram mudanças significativas nas capturas durante o período, mas o preço médio do quilo modificou. Essas mudanças de preços foram principalmente em 2009 e uma espécie de

bagre, o surubim, que foi a terceira espécie mais relatada nos desembarques, apresentou o maior aumento no preço (175,2%).

Três bagres que não foram frequentes nos registros dos desembarques e sem alteração nas capturas, também apresentaram aumento significativo no preço em 2010, o babão (*B. platynemum*, 62%) e o filhote (*B. filamentosum*, 57%). O preço do jaú (*Zungaro zungaro*) aumentou em 2006.

### **Alterações detectadas na captura e no preço das espécies migratórias e residentes**

A grande proporção de espécies migradoras capturadas foi composta por espécies de média distância (75%). As espécies migratórias de longa distância, ou seja, os grandes bagres da Amazônia, constituíram uma menor proporção de espécies migratórias registradas nos desembarques (14%) e incluíram principalmente a dourada (*B. rousseauxii*), a piramutaba (*B. vaillantii*), o babão (*B. platynemum*) e o filhote (*B. filamentosum*). As espécies residentes representaram a proporção mais baixa nas capturas (4,8%) e o restante foi um grupo de espécies de peixes que não puderam ser identificadas (6,2%).

- As espécies de peixe que realizam migrações de média distância não mostraram quebras estruturais nas capturas médias no período avaliado. Por outro lado, o preço médio por quilo dessas espécies apresentou três quebras estruturais, que aumentaram significativamente os valores médios anteriores, especificamente em junho de 1999, dezembro de 2006 e maio de 2010.
- As espécies migratórias de longa distância apresentaram quatro alterações significativas nas capturas médias. Os valores variaram desde o aumento das capturas médias em 1995 (51,4%) à queda de 63,8% que estabeleceu a captura média mais baixa, especificamente a partir de 2009. Do mesmo modo, o preço médio das espécies migratórias de longa distância mudou quatro vezes, com duas quedas, e após 2005 e acentuadamente após 2010, os preços médios aumentaram drasticamente. Esses padrões foram aparentemente influenciados pelas tendências das quebras estruturais da dourada ( $\approx 72\%$  das espécies migratórias de longa distância desembarcadas).

- Os peixes residentes apresentaram apenas uma quebra estrutural nas capturas médias (Apêndice 6), resultando em um aumento no final de 2006. A mudança detectada para as espécies residentes provavelmente foi influenciada pelos desembarques de tucunaré, que contribuíram com 55% das capturas totais nesse grupo. As outras espécies residentes desembarcadas foram acará (*Astronotus* spp., 27,2%), pirarucu (*Arapaima gigas*, 14%), aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum*, 3,7%), bodó e cascudo (*Hypostomus* spp.). Os preços médios das espécies residentes apresentaram três eventos de mudança, resultando em uma diminuição nos preços (no final de 1998) e dois aumentos, em 2006 (47,7%) e 2010 (64%).

### **Mudança estrutural nos valores médios desembarcados**

Durante os 20 anos de registros de dados econômicos (de 1994 a 2013), o valor desembarcado (toneladas x preço) das capturas totais diminuiu ligeiramente (em 1997), depois aumentou em 2006 e diminuiu novamente em 2009. Em relação às espécies frequentemente capturadas, o valor médio desembarcado apresentou mudanças significativas para três espécies, a dourada (*B. rousseauxii*), o tucunaré (*Cichla* sp.) e o pacu (*Mylossoma* spp.).

O valor desembarcado das espécies migratórias de longa distância apresentou três quebras estruturais durante a série temporal avaliada. Novamente, o padrão correspondeu às tendências observadas da dourada (*B. rousseauxii*). As espécies migratórias de média distância tiveram apenas uma mudança no valor médio da captura, enquanto que para as espécies residentes a produção média apresentou dois aumentos, em 2007 e em 2009.

### **Discussão**

Nossos resultados mostram que o período de diminuição das capturas e aumento dos preços observados para a pesca no rio Madeira coincidiu com a construção das barragens de Santo Antônio e Jirau, que estão em construção desde 2008 (Fearnside, 2014, 2015). De acordo com

os resultados, ambas as barragens mudaram rapidamente as capturas e o suprimento de peixe para o mercado, que imediatamente ecoaram no preço por kg de espécies de peixes exploradas. Além disso, após a construção da barragem, os preços aumentaram tanto para peixes que se tornaram escassos quanto para peixes que se tornaram abundantes. Embora as capturas tenham diminuído 58% em 25 anos, o aumento de 49% nos preços representa um alto custo econômico para a população local. Além disso, houve um claro declínio nas capturas de algumas espécies (por exemplo, dourada e curimatã), que contrastavam com o aumento das capturas de sardinha e tucunaré. No entanto, não houve padrão nessa mudança, uma vez que essas últimas espécies apresentaram flutuações em anos diferentes (1995 e 2006), sugerindo oscilações naturais, mudanças nos habitats locais ou mesmo mudanças nos esforços de pesca.

Um dos impactos mais negativos de uma barragem é o bloqueio das rotas migratórias de peixes. É sabido que muitas espécies da Amazônia se deslocam centenas de quilômetros ao longo do canal do rio, especialmente para fins reprodutivos. As espécies mais vulneráveis são os bagres migratórios, que são altamente rentáveis economicamente. Esses peixes realizam a migração mais longa de qualquer peixe de água doce do mundo, atravessando vários países ao longo de seu ciclo de vida e dificultando o gerenciamento da pesca (Goulding et al., 2019).

Em termos econômicos, o excesso de oferta consistente pode levar a uma queda drástica na receita devido à queda de preços, enquanto uma queda na oferta (peixe) desencadeia aumento de preços. Quando um bem (peixe) é inelástico, mudanças no preço não afetam o consumo de pessoas. No nosso caso, na bacia amazônica, o peixe é um item alimentar essencial. O porto de desembarque considerado aqui é o único na região e não possui mercados concorrentes (Doria et al., 2018). Isso significa que os peixes desembarcados não estão sendo entregues a outros consumidores. Da mesma forma, como a Amazônia apresenta o maior consumo per capita de peixe do mundo desde os anos 80 (Batista e Petrere, 2008; Batista et

al., 1998; Isaac e de Almeida, 2011), qualquer efeito de outros produtos alimentares na região do mercado seria insignificante. De fato, a região tem a maior ingestão de peixes do mundo (169 kg por pessoa/ano; Doria et al., 2016; Isaac et al., 2015). Esse nível de consumo de peixe resulta em uma demanda inelástica por peixe, o que significa que o comportamento de compra dos consumidores não muda em resposta a aumentos ou diminuições de preços. Assim, diminuir a oferta de peixe na Amazônia sempre resultará em um aumento nos preços do peixe, embora seja improvável que o consumo de peixe caia. Um suprimento persistentemente baixo de peixes da Amazônia pode aumentar ainda mais os preços. A perda parcial ou total de florestas inundadas, pulsos de inundação e serviços ecossistêmicos (por exemplo, pesca) ameaçam profundamente os meios de subsistência locais e o acesso equitativo à segurança alimentar e econômica na Amazônia.

Portanto, é provável que uma mudança no fluxo do rio e no padrão de inundação mude as tendências nos retornos econômicos da pesca. O potencial destrutivo de represar os rios da Amazônia inclui perda ou alteração de habitat, mudanças na qualidade e temperatura da água, uma desconexão entre as populações de peixes, maior mortalidade de peixes, menor diversidade de peixes e interrupções em importantes processos ecológicos e serviços ecossistêmicos, como a pesca (Farias et al., 2010; Gubiani et al., 2010; Pelicice e Agostinho, 2008; Torrente-Vilara et al., 2011; Winemiller et al., 2016). Com relação à pesca na Amazônia, as barragens são potencialmente desastrosas para muitos estoques comerciais de peixes que estão relacionados à dinâmica natural do pulso de inundação e respondem a alterações de inundação (Górski et al., 2012). As mudanças hidrológicas causadas pela construção de barragens (Castello e Macedo, 2016) refletem o tempo, a duração e a extensão do pulso de inundação (Junk et al., 1989; Richter et al., 1997; Van Looy et al., 2014), fatores determinantes para a viabilidade de habitat para áreas de alimentação, desova, crescimento e refúgio de peixes para muitas espécies de peixes (Barber et al., 2002; Górski et al., 2012; Lima et al., 2017). Além



disso, os ciclos alimentares têm sido relacionados a padrões de desembarque de peixes (Arnade et al., 2005; Gates, 2000), e a continuidade temporal do nível do rio Amazonas tem sido predita como a variável-chave que controla a continuidade do rendimento da pesca e, provavelmente, a estabilidade da produção no sistema aquático (Vallejos et al., 2013).

Grande parte da pesquisa contemporânea em gestão de pesca de água doce aborda o pescador e não o peixe (Winfield et al., 2016). No entanto, na Amazônia, ambos foram desconsiderados por planejadores e empreendedores, que falharam em avaliar os verdadeiros benefícios e custos de grandes projetos hidrelétricos nos rios da Amazônia (Winemiller et al., 2016).

O crescente deslocamento dos usos principais dos rios da Amazônia para a pesca deve ser avaliado em relação à geração hidrelétrica, levando em consideração os custos econômicos da modificação dos fluxos e hidrologia dos rios a jusante e os benefícios econômicos de manter a integridade das captações a montante (Emerton, 2005). Se a tendência atual de decisões sobre a exploração de energia hidrelétrica na Amazônia persistir, as comunidades rurais não terão benefícios no fornecimento de energia ou na criação de empregos que excedam os custos de pesca, agricultura e propriedades perdidas (Winemiller et al., 2016). De fato, além dos resultados aqui apresentados, há também evidências adicionais de quedas recentes de capturas (39% em 15 anos) em um trecho do rio Madeira sob a influência dos represamentos (Santos et al., 2018).

Uma limitação do nosso conjunto de dados foi a falta de informações sobre os esforços de pesca para confirmar que as mudanças nas capturas não eram devidas a menores esforços de pesca. Teoricamente, a microeconomia, o esforço de pesca e o clima podem mediar sinergicamente as mudanças nas capturas que afetam os desembarques comerciais (Stergiou et al., 1997).

No entanto, o Brasil tem experimentado uma estabilidade econômica desde o início de 2000 até o final de 2014, minimizando a chance de razões

microeconômicas causar mudanças nos desembarques (e preços). A equipe de pesquisa realizou um trabalho de campo sobre a socioeconomia pesqueira durante todo o período (2009-2013). Suas observações diárias e as conexões com os pescadores garantiram que o número de pescadores e o tempo que eles passavam pescando permanecessem praticamente inalterados, pelo menos até 2014. No entanto, no final de 2014, o Brasil entrou em crise econômica, e o rio Madeira foi afetado pela maior inundação do século passado. Muitos pescadores tiveram que deixar temporariamente suas casas ou perderam suas moradias inteiras, afetando drasticamente a pesca local. Mesmo aqueles que não foram afetados pelas enchentes enfrentaram acesso obstruído aos pesqueiros. Como resultado, este ano teve menos desembarques. A menor captura observada em 2014 (76,83 t) foi provavelmente o resultado da desmobilização dos pescadores devido às inundações extremas. Uma amplitude muito maior de diferenças e mudanças persistentes nas capturas foram registradas em 2009, durante a construção da usina, enquanto nos preços, as diferenças significativas foram identificadas a partir de 2010 em diante, logo após o represamento total. No entanto, as mudanças têm sido persistentes e mostram um padrão que se ajusta à típica mudança de regime induzida por uma transição mais ou menos abrupta (Gröger et al., 2011). O represamento do rio Madeira parece ser o único evento extremo que impulsionou as mudanças observadas nos desembarques e nos preços totais do pescado durante o período avaliado.

Por fim, o banco de dados utilizado e fornecido só foi possível devido à participação dos pescadores, que em alguns lugares do mundo são confiáveis e podem ser utilizados para fundamentar decisões de gestão (Bevilacqua et al., 2019; Carvalho et al., 2009; Philippsen et al., 2016). O uso desse conjunto de dados para avaliar os impactos da construção da barragem pode ser particularmente valioso para informar as mudanças em todas as partes do sistema socioecológico. A experiência dos pescadores pode ser a melhor fonte de dados em grandes rios tropicais de áreas remotas do mundo, especialmente antes do represamento, quando há

pouca informação disponível. Mas, também importante, é que os cientistas pesqueiros precisam inspirar os pescadores e fornecer os meios para permitir a amostragem adequada dos dados de desembarque e do preço do peixe. Mostramos e entendemos a consequência de represar o ecossistema. Talvez tenha chegado a hora de focar nas consequências para aqueles que dependem do suprimento de peixe como meio de subsistência e inserção econômica.

## **Conclusões**

A série temporal de 25 anos de desembarque de peixes mostra que as capturas foram influenciadas não apenas por eventos naturais, mas também pelos efeitos da construção de duas barragens hidrelétricas, o que pode ter contribuído para uma redução na produção de peixes e, conseqüentemente, uma mudança no preço e valor desembarcado das espécies. Como os peixes são a principal fonte de proteína para as populações amazônicas, a construção de usinas hidrelétricas nessa região afeta não apenas o meio ambiente, mas também as pessoas e seus meios de subsistência. O rio Madeira é um ecossistema único que foi drasticamente impactado por dois grandes projetos hidrelétricos. Este rio é vital não apenas para os ciclos de vida das espécies, mas também para as populações rurais e urbanas dependentes de peixes.

Os resultados deste estudo podem ajudar a orientar políticas públicas para estabelecer estudos consistentes e padronizados sobre futuros projetos hidrelétricos na bacia amazônica. Evidências extensas demonstraram claramente que o desenvolvimento de barragens hidrelétricas deve ser controlado nos rios amazônicos, principalmente para manter os regimes hidrológicos naturais dos rios e a dinâmica biológica de seus ecossistemas. As mudanças nessa dinâmica impactam os estoques e o rendimento da pesca, com conseqüências econômicas diretas. Estudos iniciados antes do estabelecimento de um grande projeto de infraestrutura são necessários para obter dados contínuos e padronizados

que possam orientar estratégias de conservação e mitigação pós-barragem.

## Agradecimentos

Agradecemos à Colônia de Pescadores pelos dados de monitoramento de longo prazo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e suporte.

## Referências

- Agostinho, A., Pelicice, F., Gomes, L., 2008. Dams and the fish fauna of the neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Braz. J. Biol.* 68, 1119–1132. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842008000500019>.
- Agostinho, A.A., Thomaz, S.M., Gomes, L.C., 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conserv. Biol.* 19, 646–652. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00701.x>.
- Allan, J.D., Abell, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor, B.W., Welcomme, R.L., Winemiller, K., 2005. Overfishing of inland waters. *Bioscience* 55, 1041–1051.
- Almeida, R.M., Lovejoy, T.E., Roland, F., 2016. Brazil's Amazon conservation in peril. *Science* 80 (353), 228. <https://doi.org/10.1126/science.aag2510>.
- Anderson, E.P., Jenkins, C.N., Heilpern, S., Maldonado-Ocampo, J.A., Carvajal-Vallejos, F.M., Encalada, A.C., Rivadeneira, J.F., Hidalgo, M., Cañas, C.M., Ortega, H., Salcedo, N., Maldonado, M., Tedesco, P.A., 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Sci. Adv.* 4, 1–7. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao1642>.
- Arnade, C., Pick, D., Gehlhar, M., 2005. Testing and incorporating seasonal structures into demand models for fruit. *Agric. Econ.* 33, 527–532.
- Bai, J., Perron, P., 2003. Computation and analysis of multiple structural change models. *J. Appl. Econom.* 18, 1–22. <https://doi.org/10.1002/jae.659>.

- Balmford, A., Bruner, A., Cooper, P., Costanza, R., Farber, S., Green, R.E., Jenkins, M., Jefferiss, P., Jessamy, V., Madden, J., Munro, K., Myers, N., Naeem, S., Paavola, J., Rayment, M., Rosendo, S., Roughgarden, J., Trumper, K., Turner, R.K., 2002. Economic reasons for conserving wild nature. *Science* 80 (297), 950–953.
- Barber, P.H., Palumbi, S.R., Erdmann, M.V., Moosa, M.K., 2002. Sharp genetic breaks among populations of *Haptosquilla pulchella* (Stomatopoda) indicate limits to larval transport: patterns, causes, and consequences. *Mol. Ecol.* 11, 659–674. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2002.01468.x>.
- Barthem, R., Goulding, M., 2007. Um Ecossistema Inesperado: a Amazônia revelada pela pesca. Sociedade Civil Mamirauá. Barthem, R.B., Goulding, M., Leite, R.G., Cañas, C., Forsberg, B., Venticinque, E., Petry, P., Ribeiro, M.L.D.B., Chuctaya, J., 2017. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Nat. Publ. Gr.* 7, 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep41784>.
- Batista, V., Petrere Jr, M., 2008. Spatial and temporal distribution of fishing resources exploited by the Manaus fishing fleet, Amazonas, Brazil. *Braz. J. Biol.* 67, 651–656. <https://doi.org/10.1590/s1519-69842007000400009>.
- Batista, V.S., Inhamuns, A.J., Freitas, C.E.C., Freire-Brasil, D., 1998. Characterization of the fishery in river communities in the low-Solimoes/high-Amazon region. *Fish. Manage. Ecol.* 5, 419–435. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2400.1998.550419.x>.
- Bayley, P.B., 1991. The flood pulse advantage and the restoration of river-floodplain systems. *Regul. Rivers Res. Manage.* 6, 75–86. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450060203>.
- Bevilacqua, A.H.V., Angelini, R., Steenbeek, J., Christensen, V., Carvalho, A.R., 2019. Following the fish: the role of subsistence in a fish-based value chain. *Ecol. Econ.* 159, 326–334. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.02.004>.
- Bunn, S.E., Arthington, A.H., 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environ. Manage.* 30, 492–507. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2737-0>.
- Carvalho, A.R., Williams, S., January, M., Sowman, M., 2009. Reliability of communitybased data monitoring in the Olifants River estuary (South Africa). *Fish. Res.* 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.08.017>.

- Castello, L., Macedo, M.N., 2016. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Glob. Change Biol.* 22, 990-1007. <https://doi.org/10.1111/gcb.13173>.
- Cella-Ribeiro, A., Torrente-Vilara, G., Hungria, D.B., Oliveira, M., 2013. As corredeiras do rio Madeira. In: Queiroz, L.J., Torrente-Vilara, G., Ohara, W.M., Pires, T., Zuanon, J., Doria, C.R.C. (Eds.), *Peixes Do Rio Madeira. Dialeto Latin American Documentary*, pp. 56-63 São Paulo, SP.
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R.D., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., Van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00020-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00020-2).
- Doria, C.R., da, C., Machado, L.F., Brasil de Souza, S.T., Lima, M.A.L., 2016. A pesca em comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Rondônia. *Novos Cad.NAEA* 19, 163-188. <https://doi.org/10.5801/ncn.v19i3.2499>.
- Doria, C.R.C., Lima, M.A.L., Angelini, R., 2018. Ecosystem indicators of a small-scale fisheries with limited data in Madeira River (Brazil). *Bol. Inst. Pesca* 44, e317.<https://doi.org/10.20950/1678-2305.2018.317>.
- Doria, C.R.C., Ruffino, M.L., Hijazi, N.C., Cruz, R.L., 2012. A pesca comercial na bacia do rio Madeira no estado de Rondônia, Amazônia brasileira. *Acta Amaz.* 42, 29-40.
- Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M.L.J., Sullivan, C.A., 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Rev.* 81, 163-182. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006950>.
- Emerton, L., 2005. *Values and Rewards: Counting and Capturing Ecosystem Water Services for Sustainable Development*. IUCN - The World Conservation Union.
- Farias, I.P., Torrico, J.P., García-dávila, C., Santos M da, C.F., Hrbek, T., Renno, J.-F., 2010. Are rapids a barrier for floodplain fishes of the Amazon basin? A demographic study of the keystone floodplain species *Colossoma macropomum* (Teleostei:Characiformes). *Mol. Phylogenet. Evol.* 56, 1129-1135. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.03.028>.

- Fearnside, P.M., 2015. Tropical hydropower in the clean development mechanism: Brazil's Santo Antônio Dam as an example of the need for change. *Clim. Change* 131, 575–589. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1393-3>.
- Fearnside, P.M., 2014. Impacts of Brazil's Madeira River dams: unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. *Environ. Sci. Policy* 38, 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004>.
- Freitas, C.E.C., Siqueira-Souza, F.K., Humston, R., Hurd, L.E., 2012. An initial assessment of drought sensitivity in Amazonian fish communities. *Hydrobiologia* 159–171. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1394-4>.
- Gates, J.M., 2000. Input substitution in a trap fishery. *ICES J. Mar. Sci.* 57, 89–108. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0561>.
- Górski, K., Van den Bosch, L.V., Van de Wolfshaar, K.E., Middelkoop, H., Nagelkerke, L.A.J., Filippov, O.V., Zolotarev, D.V., Yakovlev, S.V., Minin, A.E., Winter, H.V., De Leeuw, J.J., Buijse, A.D., Verreth, J.A.J., 2012. Post-damming flow regime development in a Large Lowland River (Volga, Russian Federation): implications for floodplain inundation and fisheries. *River Res. Appl.* 28, 1121–1134. <https://doi.org/10.1002/rra.1499>.
- Goulding, M., 1980. *The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press.
- Goulding, M., Barthem, R., Ferreira, E.J.G., 2003. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Goulding, M., Venticinque, E., Ribeiro, M.L.D.B., Barthem, R.B., Leite, R.G., Forsberg, B., Petry, P., Lopes da Silva-Júnior, U., Polliana, S.F., Cañas, C., 2019. Ecosystem-based management of Amazon fisheries and wetlands. *Fish Fish* 20, 138–158. <https://doi.org/10.1111/faf.12328>.
- Gröger, J.P., Missong, M., Rountree, R.A., 2011. Analyses of interventions and structural breaks in marine and fisheries time series: detection of shifts using iterative methods. *Ecol. Indic.* 11, 1084–1092. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.12.008>.
- Gubiani, E.A., Gomes, L.C., Agostinho, A.A., Baumgartner, G., 2010. Variations in fish assemblages in a tributary of the upper Paraná River, Brazil: a comparison between

- pre and post-closure phases of dams. *River Res. Appl.* 26, 848–865. <https://doi.org/10.1002/rra>.
- Halls, A.S., Welcomme, R.L., 2004. Dynamics of River fish populations in response to hydrological conditions: a simulation study. *River Res. Appl.* 20, 985–1000. <https://doi.org/10.1002/rra.804>.
- Hauser, M., Doria, C.R.C., Santos, R.V., García-Vasquez, A., Pouilly, M., Péchevran, C., Ponzevera, E., Torrente-Vilara, G., Bérail, S., Panfili, J., Darnaude, A., Renno, J.-F., García-Dávila, C., Nuñez, J., Ferraton, F., Vargas, G., Duponchelle, F., 2019. Shedding light on the migratory patterns of the Amazonian goliath catfish, *Brachyplatystoma platynemum*, using otolith  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  analyses. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst* 1–12. <https://doi.org/10.1002/aqc.3046>.
- Hoeinghaus, D.J., Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Pelicice, F.M., Okada, E.K., Latini, J.D., Kashiwaqui, E.A.L., Winemiller, K.O., 2009. Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conserv. Biol.* 23, 1222–1231. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01248.x>.
- Isaac, V., Almeida, M., Cruz, R., Nunes, L., 2015. Artisanal fisheries of the Xingu River basin in Brazilian Amazon. *Braz. J. Biol.* 75, 125–137. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.00314bm>.
- Isaac, V.J., de Almeida, M.C., 2011. El Consumo de pescado en la Amazonía brasileña. Roma.
- Jiménez-Segura, L.F., Palacio, J., Leite, R., 2010. River flooding and reproduction of migratory fish species in the Magdalena River basin, Colombia. *Ecol. Freshw. Fish* 19, 178–186. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2009.00402.x>.
- Junk, W.J., Bayley, P.B., Sparks, R.E., 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. pp. 106.
- Latrubesse, E.M., Stevaux, J.C., Sinha, R., 2005. Tropical rivers. *Geomorphology* 70, 187–206. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.02.005>.
- Lees, A.C., Peres, C.A., Fearnside, P.M., Schneider, M., Zuanon, J.A.S., 2016. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 25, 451–466. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1072-3>.



- Lima, M.A.L., Kaplan, D.A., Rodrigues da Costa Doria, C., 2017. Hydrological controls of fisheries production in a major Amazonian tributary. *Ecohydrology* 1-19. <https://doi.org/10.1002/eco.1899>.
- Meade, R.H., 1994. Suspended sediments of the modern Amazon and Orinoco rivers. *Quat. Int.* 21, 29-39.
- Nunes, M.U.S., Hallwass, G., Silvano, R.A.M., 2019. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia* 3. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-3901-3>.
- Ohara, W.M., de Queiroz, L.J., Zuanon, J., Torrente-Vilara, G., Vieira, F.G., Doria, C.D.C., 2015. Fish collection of the Universidade Federal de Rondônia: its importance to the knowledge of Amazonian fish diversity. *Acta Sci. Biol. Sci.* 37, 251-258. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v37i2.26920>.
- PCE, Furnas, CNO, 2004. Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira. Estudos de viabilidade do AHE Jirau. Processo No 48500.000104/03-53. Rio de Janeiro - RJ.
- Pelicice, F.M., Agostinho, A.A., 2008. Fish-passage facilities as ecological traps in large neotropical rivers. *Conserv. Biol.* 22, 180-188. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00849.x>.
- Pelicice, F.M., Azevedo-Santos, V.M., Vitule, J.R.S., Orsi, M.L., Lima Junior, D.P., Magalhães, A.L.B., Pompeu, P.S., Petrere Jr, M., Agostinho, A.A., 2017. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish Fish* 1-15. <https://doi.org/10.1111/faf.12228>.
- Petrere, M., Barthem, R.B., Córdoba, E.A., Gómez, B.C., 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraiba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). *Rev. Fish Biol. Fish.* 14, 403-414. <https://doi.org/10.1007/s11160-004-8362-7>.
- Philippson, J.S., Minte-Vera, C.V., Okada, K.E., Carvalho, A.R., Angelini, R., 2016. Fishers' and scientific histories: an example of consensus from an inland fishery. *Mar. Freshw. Res.*
- Queiroz, L.J., Torrente-Vilara, G., Ohara, W.M., Pires, T.H.S., Zuanon, J., Doria, C.R.C., 2013. Peixes do rio Madeira. *Dialeto Latin American Documentary*, 1. ed. Porto Velho -RO.

- Richter, B.D., Baumgartner, J.V., Wigington, R., Braun, D.P., 1997. How much water does a river need? *Freshw. Biol.* 37, 231-249.
- Sala III, O.E., F.S.C, Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber-sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Poff, N.L., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 80 (287), 1770-1774.
- Sant'Anna, I.R.A., Doria, C.R.C., Freitas, C.E.C., 2014. Pre-impoundment stock assessment of two Pimelodidae species caught by small-scale fisheries in the Madeira River (Amazon Basin – Brazil). *Fish. Manage. Ecol.* 1-8. <https://doi.org/10.1111/fme.12082>.
- Santos, R.E., Pinto-Coelho, R.M., Fonseca, R., Simões, N.R., Zanchi, F.B., 2018. The decline of fisheries on the Madeira River, Brazil: the high cost of the hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Fish. Manage. Ecol.* 1-12. <https://doi.org/10.1111/fme.12305>.
- Siqueira Jr, J.L., Tomasella, J., Rodriguez, D.A., 2015. Impacts of future climatic and land cover changes on the hydrological regime of the Madeira River basin. *Clim. Change* 129, 117-129. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1338-x>.
- Stergiou, K.I., Christou, E.D., Petrakis, G., 1997. Modelling and forecasting annual fisheries catches: comparison of regression, univariate and multivariate time series methods. *Fish. Res.* 29, 55-95. [https://doi.org/10.1016/0165-7836\(95\)00389-4](https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00389-4).
- Torrente-Vilara, G., Zuanon, J., Leprieur, F., Oberdorff, T., Tedesco, P.A., 2011. Effects of natural rapids and waterfalls on fish assemblage structure in the Madeira River (Amazon Basin). *Ecol. Freshw. Fish* 20, 588-597. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2011.00508.x>.
- Tundisi, J.G., Goldemberg, J., Matsumura-Tundisi, T., Saraiva, A.C.F., 2014. How many more dams in the Amazon? *Energy Policy* 74, 703-708. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.07.013>.
- Vallejos, R.O., Fabr e, N.N., da Silva Batista, V., Acosta, J., 2013. The application of a general time series model to floodplain fisheries in the Amazon. *Environ. Model. Softw.* 48, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.07.004>.
- Van Looy, K., Tormos, T., Souchon, Y., 2014. Disentangling dam impacts in river networks. *Ecol. Indic.* 37, 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.006>.

- Ward, J.V., Stanford, J.A., 1995. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regul. Rivers Res. Manage.* 11, 105–119. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450110109>.
- WCD, 2000. *Dams and development: A New Framework for Decision-Making*. London.
- Wegener, M.G., Schramm, H.L., Neal, J.W., Gerard, P.D., 2017. Effect of fishing effort on catch rate and catchability of largemouth bass in small impoundments. *Fish. Manage. Ecol.* 1–11. <https://doi.org/10.1111/fme.12268>.
- Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I.G., Darwall, W., Lujan, N.K., Harrison, I., Stiassny, M.L.J., Silvano, R.A.M., Fitzgerald, D.B., Pelicice, F.M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Albert, J.S., Bara, E., Petreire Jr, M., Zarfl, C., Mulligan, M., Sullivan, J.P., Arantes, C.C., Sousa, L.M., Koning, A.A., Hoinghaus, D.J., Sabaj, M., Lundberg, Jg, Armbruster, J., Thieme, M.L., Petry, P., Zuanon, J., Torrente-Vilara, G., Snoeks, J., Ou, C., Rainboth, W., Pavanelli, C.S., Akama, A., Van Soesbergen, A., Sáenz, L., 2016. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science* 80 (351), 128–129. <https://doi.org/10.1126/science.aac7082>.
- Winfield, I.J., Baigún, C., Balykin, P.A., Becker, B., Chen, Y., Filipe, A.F., Gerasimov, Y.V., Godinho, A.L., Hughes, R.M., Koehn, J.D., Kutsyn, D.N., Mendoza-Portillo, V., Obedorff, T., Orlov, A.M., Pedchenko, A.P., Pletterbauer, F., Prado, I.G., Rosch, R., Vatland, S.J., 2016. International perspectives on the effects of climate change on inland fisheries. *Fisheries* 41, 399–405. <https://doi.org/10.1080/03632415.2016.1182513>.
- Zeileis, A., Kleiber, C., Walter, K., Hornik, K., 2002. Testing and Dating of Structural Changes in Practice (No. 2002), *Reduction of Complexity in Multivariate Data Structures* SBF. 475. [https://doi.org/10.1016/S0167-9473\(03\)00030-6](https://doi.org/10.1016/S0167-9473(03)00030-6).

## Capítulo 6.5

### **Grandes hidrelétricas: a hora de abandonar é agora <sup>1</sup>**

*Sérgio Guimarães <sup>2</sup>*

*Joílson Costa <sup>3</sup>*

Recentemente, autoridades do Ministério de Minas e Energia declararam que o governo brasileiro estaria abdicando da construção de grandes hidrelétricas. O que parece é que alguns agentes do governo estão reconhecendo, de maneira acertada, uma situação de fato. Afinal, o Estado não tem dinheiro em caixa para financiar mais obras como Belo Monte e as usinas do Madeira. Num cenário de possível privatização da Eletrobrás, ficaria muito difícil mobilizar recursos para grandes empreendimentos economicamente inviáveis. Além disso, boa parte dos construtores de barragens no Brasil estão envolvidos com a Justiça e respondendo a processos.

Mas há outros fatores que abrem uma janela de oportunidade sem precedentes para o país enterrar de vez as grandes hidrelétricas e deixar no passado os enormes custos sociais, ambientais, políticos e morais dessas usinas. O principal é o aumento brutal da competitividade das renováveis. Em dezembro passado, o leilão de energia nova com entrega em quatro anos (A-4), foi vencido por usinas solares. Dois dias depois, o

---

<sup>1</sup> Adaptação do artigo publicado na seção opinião do site “O Globo” em 28 de abril de 2018 - <https://oglobo.globo.com/opiniaohora-de-abandonar-as-grandes-hidreletricas-22635202>

<sup>2</sup> GT Infraestrutura; [sergio@sgui.net](mailto:sergio@sgui.net)

<sup>3</sup> Frente por uma Nova Política Energética para o Brasil; [joilson.costa@yahoo.com.br](mailto:joilson.costa@yahoo.com.br)

leilão para seis anos (A-6) contratou 3,8 gigawatts de potência. Quase 70% dessa carga virá de duas termelétricas a gás, que servirão de energia “de base” para usinas eólicas: o maior número de projetos leiloados (49) foi de vento. Já no mais recente leilão de energia nova (A-4), realizado em abril deste ano, a fonte solar foi vencedora – 29 dos 39 projetos vendidos, a preço médio de R\$ 118,00 o megawatt-hora. Nos três leilões, as hidrelétricas primaram pela ausência.

Dados compilados pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente indicam uma forte tendência de queda de preços de eólica e solar frente às hidrelétricas desde 2011. Na última vez que cada uma das três fontes foi leiloada, o valor final do megawatt-hora foi de R\$ 158,00 para hidro, R\$ 145,00 para fotovoltaica e R\$ 98,00 para eólica. Os preços das novas renováveis devem continuar caindo à medida que elas incorporam mais tecnologia. Seguindo a tendência mundial, os preços das novas renováveis continuarão caindo à medida que incorporem mais tecnologia. Vieram para ficar e ampliarão sua participação de modo cada vez mais acelerado.

Já usinas hidrelétricas ainda são feitas como no período dos gerais: concreto, aço, atrasos e sobrepreço, que geralmente inclui propinas a agentes públicos. A alternativa “tecnológica” encontrada para reduzir seus impactos, as chamadas usinas a fio d’água, não entregou o que dela se esperava. São também obras centralizadoras de capital e dependentes de decisões políticas igualmente centralizadoras e avessas à transparência. Seu custo é mantido artificialmente competitivo por condições de financiamento extremamente vantajosas e pela subestimação dos impactos sociais e ambientais, que vão da violação de direitos de povos indígenas e ribeirinhos à erosão da biodiversidade fluvial, à degradação das cidades do entorno e ainda ao desmatamento indireto.

Além disso, grandes hidrelétricas, cujo potencial restante está concentrado na Amazônia, tenderiam a deixar o Sistema Interligado Nacional mais inseguro, seja pela distância crescente da carga aos centros de consumo, seja pela vulnerabilidade climática igualmente crescente dos reservatórios – como alertaram os estudos do projeto Brasil 2040,

encomendados pela extinta Secretaria de Assuntos Estratégicos do próprio governo.

A proposta de abandonar as grandes barragens é consistente e realista. Mas, se o governo pretende mesmo fazer isso, deverá adotar ações concretas: como, um decreto presidencial que leve a um realinhamento do Plano Nacional de Energia (PNE) e da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, ainda montados sobre uma forte expansão hidrelétrica.

É preciso reverter decisões que facilitam a expansão hidrelétrica na Amazônia, como o decreto presidencial de 2010 regulamentando estudos em unidades de conservação e a desafetação, por Medida Provisória, de mais de 75 mil hectares de áreas protegidas para ceder espaço aos reservatórios do então propalado complexo Tapajós. Também é urgente a demarcação da Terra Indígena Sawre Muybu, dos índios Munduruku e, ainda, o registro da Terra Indígena Kayabi no Rio Teles Pires que sofre impactos diretos das UHEs Teles Pires e São Manoel.

Sem novas grandes hidrelétricas, mas com soluções adequadas – como eficiência energética, ampliação da escala da energia solar e eólica, aumento da geração distribuída e redes inteligentes, além de térmicas a biomassa e alguma térmica a gás natural no período de transição – viabiliza-se a segurança do sistema e modicidade tarifária. Trilhando um novo caminho energético, estaremos promovendo a evolução tecnológica com a criação de empregos de qualidade de que o Brasil tanto precisa. Não há mais espaço para novas aventuras amazônicas: é hora de deixar as mega-hidrelétricas no passado.