



# SUSTAINABILITY IN DEBATE

SUSTENTABILIDADE EM DEBATE



## EDITORIAL

*EDITORIAL*

A decade of sustainability debates

*Uma década de debates sobre  
a sustentabilidade*

## DOSSIER

*DOSSIÊ*

Management of water  
and protected areas

*Gestão das águas e de  
territórios protegidos*

## ARTICLES VARIA

*ARTIGOS VARIA*

## BOOK REVIEWS

*RESENHAS*

VOL. 10 - N. 3  
SEPTEMBER - DECEMBER  
2019  
ISSN-e 2179-9067

Copyright © 2019 by Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.

Total or partial reproduction of the articles is allowed provided that the source is properly cited.

**UNIVERSITY OF BRASILIA**

Rector: Márcia Abrahão

**CENTER FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

Director: Maurício de Carvalho Amazonas

**ENERGY AND ENVIRONMENT LABORATORY – INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

Director: Antonio Cesar Pinho Brasil Junior

**LABORATORY OF CONSTRUCTED ENVIRONMENT, INCLUSION AND SUSTAINABILITY**

Coordinator: Raquel Naves Blumenschein

**SUSTAINABILITY IN DEBATE JOURNAL**

Editors-in-chief: Carlos Hiroo Saito e Marcel Bursztyn

Executive Editors: Gabriela Litre e Melissa Curi

Cover Designer : Paula Simas de Andrade

Indexation and Communication Editor: Melissa Curi

Reviews Editor: Gabriela Litre

Website Administration: Melissa Curi e BCE / UnB

Editing: Flávio Ramos / Editora IABS / [www.editoraiabs.com.br](http://www.editoraiabs.com.br)

Text Formatting: Esa Gomes, Juliana Holanda e Lívia Brito / IABS

Proofreading: Stela Máris Zica

English translation: Cristiana Dobre

Graphic Designer: Stefania Montiel

Cover Picture: Marcel Bursztyn

Frequency: Quarterly

Peer-review process: *double blind peer-review*

Support: Brazilian Institute for Development and Sustainability - IABS and Research Support Foundation of the DF

Federal Project: *Internationzalication and increase in the Scientific Impacto of the Sustainability in Debate Journal*

Format: eletrônica

Submissions Website: [www.revista.sustentabilidade.unb.br](http://www.revista.sustentabilidade.unb.br)

Publisher Address: Campus Universitário Darcy Ribeiro - Gleba A, Bloco C - Av. L3 Norte, Asa Norte - Brasília-DF, CEP: 70.904-970

Phones: 55(61) 3107-6000, 3107-6001, 3107-6002, Fax: 3107-5972

E-mail: [sustentabilidade.debate@gmail.com](mailto:sustentabilidade.debate@gmail.com) | Site: [www.cds.unb.br](http://www.cds.unb.br)

Author Guidelines: <http://periodicos.unb.br/index.php/sust/about/submissions#authorGuidelines>

Publication Ethics and Malpractice Statement:

<http://periodicos.unb.br/index.php/sust/about/editorialPolicies#custom-4>

---

Sustentabilidade em Debate – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, v. 10, n.3 (2010 - 2019), Brasília, DF, Brasil.

Quarterly - ISSN Eletrônico 2179-9067

Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

**CDU 304:577**

---



## **Editorial Board / Conselho Editorial**

### **President / Presidente**

Carlos Hiroo Saito - Universidade de Brasília

### **Members / Membros**

Alan Cavalcanti Cunha	Universidade Federal do Amapá
Arun Agrawal	University of Michigan
Anthony Hall	London School of Economics
Asher Kiperstok	Universidade Federal da Bahia
Bertha Becker (falecida)	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Boaventura de Sousa Santos	Universidade de Coimbra
Carolina Joana da Silva	Universidade do Estado do Mato Grosso
Francisco Ferreira Cardoso	Universidade do Estado de São Paulo
Gabriele Bammer	The Australian National University
Hassan Zaoual (falecido)	Université du Littoral, Côte d'Opale
Hervé Thery	Universidade de São Paulo
Ignacy Sachs	L'École des Hautes Études en Sciences Sociales
Jalcione Almeida	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Jean-François Tourrand	La Recherche Agronomique pour le Développement
Joan Martinez-Allier	Universitat Autònoma de Barcelona
Laura Maria Goulart Duarte	Universidade de Brasília
Leila da Costa Ferreira	Universidade Estadual de Campinas
Lúcia da Costa Ferreira	Universidade Estadual de Campinas
Marilene Corrêa da Silva Freitas	Universidade Federal da Amazonas
Mário Monzoni	Fundação Getúlio Vargas
Martin Coy	Universität Innsbruck
Merilee Grindle	Harvard University
Michael Burns	Harvard University
Michele Betsill	Colorado State University
Neli Aparecida de Mello Théry	Universidade de São Paulo
Othon Henry Leonardos	Universidade de Brasília
Roberto Bartholo Jr.	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Suely Salgueiro Chacon	Universidade Federal do Ceará
Umberto Maturana	Universidade do Chile
Vandana Shiva	Research Foundation for Science, Technology and Natural Resource Policy

## **Pareceristas de SeD em 2019**

A equipe editorial de Sustentabilidade em Debate agradece aos profissionais abaixo relacionados por sua disposição em emitir pareceres sobre os artigos submetidos, contribuindo para a gestão da revista.

Adrilane Oliveira

Alessandra Matte

Antonio Cezar Leal

Armando Caldeira-Pires

Armando Tanimoto

Carolina Alazate Gouzy

Carolina Milhorce

Céline Raimbert

Celso Freitas

Cheila Nataly Galindo Bedor

Cristiane Gomes Barreto

Daniela Nogueira

Diego Lindoso

Eloi Martins Senhoras

Emanoele Lima Abreu

Eroncina Azevedo de Lima

Flávio Eiró

Franklin Roberto Costa

Gabriela Zamignan

Giovana Galvão Tavares

Giuliano Marcon

Gracie Selva

James Augusto Pires Tiburcio

Jean-Philippe Tonneau

João Osvaldo Rodrigues Nunes

José Daniel Ribeiro de Campos

José Luiz de Andrade Franco

Josiane Carine Wedig

Lenita Mendes Nogueira

Lia Maris Orth Ritter Antieira

Lívia Poliana Santana Cavalcante

Larisa Ho Bech Gaivizzo

Ludivine Eloy Costa Pereira

Marcelo Muller

Maria Gonçalves da Silva Barbalho

María Laura Zulaica

Marília Teresinha de Sousa Machado

Michelle Midori Morimura

Mauro Capelari

Nathan Debortoli

Ormezinda Maria Ribeiro

Pedro Miguel Alves Ribeiro Correia

Patrícia Guarnieri

Patrícia Mesquita

Potira Meirelles Hermuche

Renata Ribeiro Araújo

Raifran Abidimar de Castro

Renata Freitag

Ricardo Soares

Romero Gomes Pereira da Silva

Rosane Seluchinesk

Sandro Dutra Silva

Saulo Rodrigues Pereira Filho

Sergio Jatobá

Sueli Chacon



# Table of Contents / Sumário

## Editorial / Editorial

A decade of sustainability debates / *Uma década de debates sobre a sustentabilidade*

*Gabriela Litre, Melissa Curi, Marcel Bursztyrn, Carlos Saito*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.28649..... 8

## Dossier / Dossiê

Management of Water and Protected Areas / *Gestão das Águas e de Territórios Protegidos*

*Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti, Raquel Lopes Sinigaglia Caribé Grando, Paulo Cesar Rocha, Josana de Castro Peixoto*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.28650..... 14

Geospatial analysis of water uses and potential conflicts in the microregion of Ceres (Goiás) / *Análise geoespacial dos usos da água e os conflitos potenciais na microrregião de Ceres (Goiás)*

*Cristiane Gomes Barreto, Renato Arthur Franco Rodrigues, José Augusto Leitão Drummond*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24406..... 22

Conservation units, ecological attributes and their implications: The case of the Park and EPA of the Pireneus - GO / *Unidades de Conservação, atributos ecológicos e suas implicações: o caso do Parque Estadual dos Pireneus e da APA dos Pireneus - GO*

*Joana D'Arc Bardella Castro, Talita Freitas Souza Barros, Murilo Rodrigues da Silva, Maurício Gabriel Santos*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24330..... 48

The environmental degradation process of the Vermelho River through the perception of Crixás's residents / *O processo de degradação ambiental do Rio Vermelho na percepção dos moradores da cidade de Crixás – Goiás*

*France de Aquino Ribeiro, Giovana Galvão Tavares, Vivian da Silva Braz*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24130..... 79

Preservation areas x environmental legislation in the Rio das Almas hydrographic basin, Ceres microregion (GO) between 2008/2016 / *Áreas de preservação x legislação ambiental na bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO) entre 2008/2016*

*Karhene Garcia Rodrigues de Sousa, Maria Gonçalves da Silva Barbalho, Adriana Aparecida Silva, Cristiane Gonçalves Moraes, Josana de Castro Peixoto*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24072..... 111

Inorganic solid wastes from agrosilvopastoral sector in Ceres, Goiás, Brazil / *Resíduos sólidos inorgânicos do setor agrossilvopastoril em Ceres, Goiás, Brasil*

Ana Paula Veloso de Assis Sousa, Renato Rosseto, Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti, Josana de Castro Peixoto, Lucimar Pinheiro Rosseto

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23868..... 134

Permanent preservation, coverage area and use of the land in the hydrographic basin of the Almas River, microregion de Ceres, Goiás, Brazil / *Áreas de preservação permanente, cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, Goiás, Brasil*

Maria Gonçalves da Silva Barbalho, José Luiz de Andrade Franco, Antonio Cezar Leal, Josana de Castro Peixoto

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24751..... 147

The impact of the Brumadinho dam rupture in Naô Xohã village / *O impacto do rompimento da barragem de Brumadinho na aldeia Naô Xohã*

Adriana Aparecida Silva, Divina Aparecida Leonel Lunas, Poliene Soares dos Santos Bicalho, Roseli Martins Tristão Maciel

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24017..... 179

Anthropic transformation of Gurupi river basin, eastern Amazon / *Transformação antrópica na bacia hidrográfica do rio Gurupi, Amazônia oriental*

Fabiana da Silva Pereira, Ima Célia Guimarães Vieira

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23799..... 212

Fluvial environmental disasters: risk perception and evaluation of government responses by riverine populations in Cacau Pirêra, Iranduba-AM / *Desastres ambientais fluviais: percepção de risco e avaliação de respostas governamentais por populações ribeirinhas em Cacau Pirêra, Iranduba-AM*

David Franklin da Silva Guimarães, Camila dos Santos Belmiro, Mônica Alves

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23711..... 236

Management of water resources in semi-arid: assessment of the drinking water supply in rural communities of Chapada do Apodi-RN / *Gestão dos recursos hídricos no semiárido: avaliação do abastecimento de água para consumo humano nas comunidades rurais da Chapada do Apodi-RN*

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, Alana Ticiane Alves do Rêgo, Anderson Rodrigues da Silva Lunas

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24398..... 276

Legal Atlantic Forest (Mata Atlântica Legal): integrating biogeography to public policies towards the conservation of the biodiversity hotspot / *Mata Atlântica Legal: integrando as visões da biogeografia às políticas públicas para conservação de um hotspot de biodiversidade*

André de Almeida Cunha, Carla Bernadete Madureira Cruz, Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27112..... 320

## Articles Varia / Artigos Varia

Deforestation and the ideologies of the frontier expansion: the case of criticism of the Brazilian amazon monitoring program / *Desmatamento e as ideologias da expansão da fronteira agrícola: o caso das críticas ao sistema de monitoramento da floresta amazônica*

Roberto Araújo, Ima Célia Guimarães Vieira

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27258.....354

International climate change negotiation: the role of Brazil / *Negociação internacional da mudança do clima: o papel do Brasil*

Marcela Cardoso Guilles da Conceição, Renato Aragão Ribeiro Rodrigues, Fernanda Reis Cordeiro, Fernando Vieira Cesário, Gracie Verde Selva, Carolinna Maria, Eduardo da Silva Matos, Renato Campello Cordeiro, Edison Dausacker Bidone

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27962.....379

Socioenvironmental networks and international cooperation: The Global Alliance for Recycling and Sustainable Development - GARSD / *Redes socioambientais e a cooperação internacional: Global Alliance for Recycling and Sustainable Development - GARSD*

Luciana Aparecida Iotti Ziglio, Wagner Costa Ribeiro

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.19328.....396

## Book Reviews / Resenhas

The paradox of the autonomy of Afro-descendants in the Colombian Pacific / *O paradoxo da autonomia dos afrodescendentes no pacífico colombiano*

Mireya E. Valencia Perafán

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27193.....426

## Editorial

# A decade of sustainability debates

By: Gabriela Litre, Melissa Curi, Marcel Bursztyn, Carlos Saito

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.28649

The Editorial Team of the Journal Sustainability in Debate celebrates, along with its readers, authors, revisors and members of the Editorial Board, its first 10 years of existence.

Thanks to an interdisciplinary profile and a wide-opened vision to avant-garde issues, researchers from diverse areas have published more than 400 articles, debates, interviews, galleries (photo essays) and reviews in these first 27 editions. Besides, 11 thematic dossiers and a special number have also contributed to reach nearly 900 citations in Google Scholar. This result is also due to *SeD*'s integration by prestigious indexing platforms, such as Scopus which is the one that concentrates the largest number of scientific articles worldwide and through which the geographic representativity of our authors has been expanded.

Among this first decade's many achievements, *SeD* has also strengthened, in 2019, an internationalization process financed by FAPDF (Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal) that includes the translation into English of all documents accepted for publication. This simple method had a significant impact on Google Scholar and Google Analytics indicators. This effect confirms a clear increase in our journal's international visibility, with nearly half a million of visits on the website coming from individual IPs from 133 different countries. Thus, the number of downloads from abroad per article and of English, Spanish or French written manuscripts' submission has also increased.

When *SeD* started its quarterly publication in 2016, the journal also accelerated its peer-review and dissemination process. Nonetheless, the quality and scientific rigor of evaluation did not suffer from these changes. *SeD*'s performance also played a key role in the qualification as an excellence program of the Post Graduate Program in Sustainable Development from the University of Brasilia (CDS-UNB), being given by CAPES the highest grade (7) in the Environmental Sciences area. CDS-UNB edits the journal along with the Brazilian Institute of Sustainability (IABS). Currently, evaluated as a B1 by the Qualis system from CAPES, in the Environmental Sciences Area, *SeD* has acquired the necessary elements for being reconsidered as a scientific journal of A level.

Alongside the choice of publishing entirely in English, the journal has also focused on the renewal of the Editorial Board and on the creation of a Scientific Board to increase its geographic, disciplinary and institutional representativity. These efforts increase the impact and accessibility of *SeD*'s content on an international level. The journal's team hopes that with such initiatives it will be easier to boost its position in the Environmental Sciences and Public Policy areas, not without continuously keeping its interdisciplinary focus.

These actions, motivated by the goal of spreading good practices, knowledge and data production about sustainability, have strengthened more and more the role of our journal as a platform of knowledge meetings that allows a coherent and sustainable interaction, in line with global strategies, with the Sustainable Development Goals and with the Paris Agreement on Climate Change, both under the auspices of the UN.



Over the course of these 10 years we always mentioned, in our Editorials, the major issues that marked the period between each edition. We attempt to maintain a clear position in favor of sustainability and redeem a constructive point of view of the issue at hand. Among our discussed topics, on a national level we have brought, for example, the environmental legislation regression, the challenges resulting from the 2016 Olympics in Rio, the socioenvironmental impacts linked to climate change, such as desertification that puts at risk communities with traditional ways of life in the semi-arid from the Northeast region. Internationally, the editorials addressed the RIO+20 Conference heritage, the withdrawal of the United States from the Paris Agreement, the water scarcity, the planetary boundaries and the gender issue in the sustainability debate

We also brought to light challenging questions for sustainability promotion that have been under discussion in 11 dossiers and a special number (the Harmonious Living in the Semi-arid paradigm, in 2016). Some of the themes that we elaborated in collaboration with renowned specialists from different universities and research centers from Brazil and abroad were: Climate Change and Land use; Gender and Water Resources; Public Policy and Territorial Development; Socio-ecological Resilience at the Amazonian Border; Eco-systemic Approaches in Health; Environment and Sustainability and this edition's dossier: Management of Water and Protected Areas. Besides, for the August edition of 2020, we prepare a dossier on Environmental System Modeling and Landscape Management, in collaboration with the Federal University of Minas Gerais.

Aside from publishing vanguard articles, *SeD* also presents unique and original sections that stimulate the debate and alternative perspectives on sustainability. Therefore, the journal's team had the honor to interview and debate with remarkable figures from the national and international sphere, such as former Environment Minister, Marina Silva, Joan Martinez-Alier, Ignacy Sachs, Vandana Shiva, José Eli da Veiga, Oran R. Young, Roldan Muradian, Esteve Cordera, Tânia Bacelar, Carlos Nobre, Cristovam Buarque, Lance Gunderson, Catherine Aubertin, Anthony Hall, Pedro Jacobi, Leila da Costa Ferreira and José Augusto de Padua.

Our Galleries have also been innovative. These art and photo shoots that always combined artistic quality with scientific accuracy have, during many years, closed our editions, bringing forward the richness of the debate between different areas of knowledge and point of views. In addition to the main function of illustration, the Gallery section brought, in a vivid way, the socio-environmental diversity, stimulating our readers on sustainability discussions.

Looking ahead, the challenges are inspiring. Our main principle will always be to guarantee free access to everything we publish (open access) and we will continue to adopt the double-blind peer-review process. The indexation procedures on Web of Science and SciELO being initiated, we hope that in the near future we will be part of these two platforms which will increase our impact factor. Moreover, the SciELO platform includes continuous publication of accepted manuscripts. Another project of ours is the creation of social media profiles on Twitter, LinkedIn and Instagram, besides of its Facebook page that already exists. Furthermore, sometimes very soon, we pretend to develop a specific page of our journal on Wikipedia.

In the context of the 25<sup>th</sup> Climate Change Conference in Madrid, *SeD* continues to promote scientific debates of quality, especially in an era marked by important environmental setbacks, nationally and internationally. Among those, we cannot ignore the withdrawal of the United States from the Paris Agreement, considering the fact that the American society generates, per head of population, 3,5 times more pollution caused by CO<sub>2</sub> than the global average<sup>1</sup>.

Nonetheless, among American citizens the acknowledgement of this global crises linked to climate change is increasing. Besides, some feel that their president have not done the necessary effort in

1 | Jackson, R.; Canadell, P. What's 'Fair' When It Comes to Carbon Emissions?. Published in The New York Times, on the 4th of December, 2019. Available at: <https://www.nytimes.com/2019/12/04/opinion/global-climate-change.html>

order to tackle this issue, as we can see it from a survey conducted by *The Washington Post* and the *Kaiser Family Foundation*, results of which have been divulged on the 13th of September, 2019. A mark point research in this area is the World Scientists' Warning of a Climate Emergency, published by the *Bioscience Journal* in November of 2019<sup>2</sup>. This article, coordinated by William J. Ripple and Christopher Wolf from the Oregon State University, received support signatures from 11258 scientists from 153 countries.

The strenuous battle in favor of sustainability expressed worldwide is mirrored in *SeD's* publications, as part of its compromise to amplify this debate.

In the present edition, *Sustainability in Debate* nourishes its pursuit of excellence through a Dossier with eleven articles, intitled "Management of Water and Protected Areas", as well as three articles *varia* and a book review.

In section *Varia*, "Deforestation and the ideologies of the frontier expansion: the case of criticism of the Brazilian amazon monitoring program", produced by Roberto Araújo and Ima Vieira, presents some elements that allow to contextualize recent attacks to the Brazilian Amazon Monitoring Project carried out by the Brazilian government on deforestation rates.

In the article "International climate change negotiation: the role of Brazil", the authors Marcela Cardoso Guilles da Conceição *et al.* systemize information about how international negotiations on climate have been organized and they also analyze the role Brazil developed during these negotiations and the future perspectives for the country.

"Socioenvironmental networks and international cooperation: the Global Alliance for Recycling and Sustainable Development- GARSD" is the third article that constitutes the section *Varia*. Luciana Ziglio and Wagner Ribeiro introduce the concept of international cooperation and present the socioenvironmental network *Global Alliance for Recycling and Sustainable Development – GARSD*.

The *Book Review* section presents Mireya Perafán's work of "Landscape of Freedom – Building a Postemancipation Society in the Rainforests of Western Colombia".

To closure this commemorative editorial, we wish to express our gratitude to all those that helped us during this journey: the editorial and design team, the authors and reviewers. We also want to acknowledge the institutions that support us financially: the IPEA and the FAPDF. Finally, we thank IABS's partners for their efficiency and work of quality and to the teams of the Central Library of the University of Brasilia (BCE) for assisting us with editorial challenges from the beginning and help our journal to continue in the SEER system from the BCE.

We wish you all a very happy holiday season and a Happy New Year.

The Editors

<sup>2</sup> | ([https://www.washingtonpost.com/climate-environment/americans-increasingly-see-climate-change-as-a-crisis-poll-shows/2019/09/12/74234db0-cd2a-11e9-87fa-8501a456c003\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/climate-environment/americans-increasingly-see-climate-change-as-a-crisis-poll-shows/2019/09/12/74234db0-cd2a-11e9-87fa-8501a456c003_story.html)).

# Uma década de debates sobre a sustentabilidade

Por Gabriela Litre, Melissa Curi, Marcel Bursztyn e Carlos Saito

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.28649

A equipe editorial da revista *Sustentabilidade em Debate (SeD)* celebra junto com seus leitores, autores, pareceristas e membros do Conselho Editorial os primeiros 10 anos de sua história.

O perfil interdisciplinar e aberto a temáticas de vanguarda da revista atraiu, ao longo dessas primeiras 27 edições, o interesse de pesquisadores e pesquisadoras de diversas áreas e levou à publicação de mais de 405 artigos, debates, entrevistas, galerias (ensaios fotográficos) e resenhas. Também foram publicados 11 dossiês temáticos e um número especial, alcançando, ao final de 2009, quase 900 citações no Google Acadêmico, fruto da conquista de novos indexadores de prestígio, como a Scopus, a maior plataforma de indexação de títulos científicos do mundo, que permitiu expandir a representatividade geográfica dos autores e autoras que publicam na *SeD*.

Entre as muitas conquistas desta primeira década de vida, a revista *SeD* consolidou, em 2019, um processo de internacionalização financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF), que incluiu a tradução de textos aceitos para publicação para o idioma inglês. Essa simples medida teve impacto significativo nos indicadores do Google Scholar e Google Analytics, que confirmaram um claro aumento da visibilidade internacional da revista, com quase meio milhão de visitas, provenientes de IPs individuais de 133 países diferentes, incrementando o número de downloads de artigos no nível internacional e a submissão de novos trabalhos em inglês, espanhol e francês.

Quando, em 2016, *SeD* começou a publicar três edições por ano, a revista acelerou o processo de revisão e de disseminação dos manuscritos recebidos, sem perder o rigor científico nas avaliações. Esse qualificado desempenho da revista foi um dos fatores-chave que permitiram ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do CDS/UnB, que edita a revista junto com o Instituto Brasileiro de Sustentabilidade (IABS), atingir a nota 7 da Capes na área de Ciências Ambientais. Atualmente, avaliada pelo sistema Qualis da Capes, na área de Ciências Ambientais, com a nota B1, *SeD* já conta com elementos para ser reavaliada como uma revista científica de nível A.

Em paralelo à decisão de publicar todos os artigos em inglês, para aumentar o impacto e a acessibilidade dos conteúdos da revista *SeD* no exterior, as ações da equipe editorial foram centradas na renovação do seu Conselho Editorial e na criação de um Conselho Científico para aumentar a sua representatividade geográfica, disciplinar e institucional. Essas iniciativas convergem para o fortalecimento do posicionamento da revista na sua área de atuação principal: ciências ambientais e políticas públicas, sempre com enfoque interdisciplinar.

A contínua atuação da equipe, motivada pelo objetivo de difundir boas práticas, conhecimento e produção de dados sobre a sustentabilidade, vem consolidando, cada vez mais, a revista como plataforma de encontro de saberes, permitindo uma interação coerente e durável, em sintonia com estratégias globais, como os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e o Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas, ambos sob a chancela da ONU.

Ao longo desses dez anos, sempre comentamos em nossos editoriais os grandes temas que marcaram o período entre cada edição. Buscamos apresentar um posicionamento claro a favor da sustentabilidade e resgatar um olhar construtivo sobre o assunto em pauta. Entre os temas debatidos, tratamos, por exemplo, no âmbito nacional, do retrocesso na legislação ambiental, os desafios gerados pelas Olimpíadas de 2016 no Rio, os impactos socioambientais promovidos pelas mudanças climáticas, incluindo o processo de desertificação, que coloca em risco os modos de vida de comunidades tradicionais no semiárido nordestino. No âmbito internacional, os editoriais abordaram temas como a herança da Conferência Rio+20, a saída dos Estados Unidos do Acordo de Paris, a escassez hídrica, os limites planetários e a questão de gênero no debate sobre a sustentabilidade.

Abordamos, também, questões desafiadoras para a promoção da sustentabilidade, que foram objeto dos 11 dossiês e de um número especial (sobre o Paradigma da Convivência com o Semiárido, em 2016). Entre os dossiês publicados, elaborados de maneira colaborativa com renomados especialistas de diferentes universidades e centros de pesquisa do Brasil e do exterior, vale ressaltar as pesquisas relacionadas com as temáticas do Clima e Mudanças no Uso do Solo; Gênero e Recursos Hídricos; Políticas Públicas e Desenvolvimento Territorial; Resiliência Socioecológica na Fronteira Amazônica; Abordagens Ecosistêmicas em Saúde; Ambiente e Sustentabilidade e o dossiê desta edição: Gestão das Águas e de Territórios Protegidos. Com publicação prevista para agosto de 2020, estamos preparando um dossiê sobre Modelagem de Sistemas Ambientais e Gestão da Paisagem, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais.

Além de publicar artigos de vanguarda, ao longo desta primeira década de vida, *SeD* apresentou seções únicas e originais que estimularam o debate e os olhares alternativos sobre a sustentabilidade. Assim, a equipe da revista teve o prazer de entrevistar e debater com personalidades marcantes do âmbito nacional e internacional, como a ex-ministra do Meio Ambiente do Brasil, Marina Silva, Joan Martinez-Alier, Ignacy Sachs, Vandana Shiva, José Eli da Veiga, Oran R. Young, Roldan Muradian, Esteve Corbera Cordera, Tânia Bacelar, Carlos Nobre, Cristovam Buarque, Lance Gunderson, Catherine Aubertin, Anthony Hall, Pedro Jacobi, Leila da Costa Ferreira e José Augusto de Pádua.

Inovadoras também foram as *Galerias*. Com ensaios fotográficos ou artísticos sempre relacionando qualidade artística com o rigor científico, elas, durante anos, fecharam os números da revista *SeD*, apresentando a riqueza do diálogo entre diferentes saberes e olhares. Além da função ilustrativa, a seção *Galeria* trouxe de forma mais viva a riqueza da diversidade socioambiental, estimulando os leitores com a proposta de sustentabilidade.

Olhando para o futuro, os desafios são estimulantes. Mantemos nosso princípio original de garantir o livre acesso ao que publicamos (*open access*) e o processo de *double-blind peer-review*. A revista está também em processo de indexação pela prestigiada *Web of Science*, que aumentará ainda mais seu fator de impacto, e pela plataforma *Scielo*, que inclui a publicação contínua dos trabalhos aceitos. Como parte do seu processo de internacionalização e do aumento do impacto para ingressar na plataforma *Scielo*, a equipe editorial está considerando desenvolver perfis da revista (que já conta com página própria no Facebook) no Twitter, no LinkedIn e no Instagram, além da criação de uma página específica na Wikipédia.

No contexto da realização da 25ª Cúpula do Clima em Madrid (COP 25), a revista *SeD* continua alimentando e redobrando esforços para promover o debate científico de qualidade, especialmente em uma época marcada por grandes retrocessos em matéria ambiental no âmbito nacional e internacional. Entre estes, não poderíamos deixar de comentar com perplexidade a saída dos Estados Unidos do Acordo de Paris, visto que a sociedade americana gera, em média, 3,5 vezes mais poluição *per capita* por dióxido de carbono que a média mundial<sup>1</sup>.

1| Jackson, R.; Canadell, P. What's 'Fair' When It Comes to Carbon Emissions? Matéria publicada no jornal The New York Times, em 4 de dezembro de 2019. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2019/12/04/opinion/global-climate-change.html>>.



No entanto, mesmo em meio aos cidadãos daquele país, cresce o reconhecimento de que a mudança climática constitui uma crise global, e ainda a opinião de que seu presidente tem feito pouco para lidar com o problema, conforme sondagem de opinião conduzida pelo *The Washington Post* e pela *Kaiser Family Foundation (KFF)*, cujos resultados foram divulgados em 13 de setembro de 2019. Deve-se lembrar, também, da repercussão que teve o artigo “*World Scientists’ Warning of a Climate Emergency*”, publicado na revista *BioScience* em novembro de 2019, liderada por William J. Ripple e Christopher Wolf da Oregon State University, EUA: esse artigo recebeu a assinatura de apoio de 11.258 cientistas de 153 países.

A incansável batalha mundo afora em favor da sustentabilidade faz parte da pauta de *SeD*, como compromisso de amplificação desse debate.

Na sua busca por excelência, a partir de um debate plural e atualizado sobre sustentabilidade, nesta edição, *Sustentabilidade em Debate* apresenta o Dossiê: “Gestão das Águas e de Territórios Protegidos”, com onze artigos, além de três artigos varia e uma resenha.

Na seção *Varia*, com o título “Desmatamento e as ideologias da expansão da fronteira agrícola: o caso das críticas ao sistema de monitoramento da floresta amazônica”, os autores Roberto Araújo e Ima Vieira apresentam alguns elementos que permitem contextualizar os recentes ataques ao Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite efetuados pelo governo brasileiro sobre as taxas de desmatamento da Amazônia.

No artigo “*International climate change negotiation: the role of Brazil*” (“Negociação internacional da mudança do clima: o papel do Brasil”), os autores Marcela Cardoso Guilles da Conceição et al. buscam sistematizar informações sobre como as negociações internacionais sobre o clima têm procedido, analisando o papel que o Brasil desempenhou no decorrer dessas negociações e as perspectivas futuras do País.

O artigo “*Redes socioambientais e a cooperação internacional: Global Alliance for Recycling and Sustainable Development – GARSD*”, de Luciana Ziglio e Wagner Ribeiro, tem como objetivo apresentar o conceito de cooperação internacional e a rede socioambiental *Global Alliance for Recycling and Sustainable Development – GARSD*.

Na seção *Resenhas*, a resenhista Mireya Perafán apresenta um trabalho sobre a obra “*Landscapes of Freedom – Building a Postemancipation Society in the Rainforests of Western Colombia*”.

Antes de encerrar este editorial comemorativo, queremos deixar registrado o nosso agradecimento a todas e todos que nos ajudaram nessa caminhada: equipe editorial e de arte-final, autores, revisores e pareceristas. E somos gratos também às duas instituições que nos apoiaram financeiramente: o Ipea e a FAP-DF. Finalmente, manifestamos nosso reconhecimento aos parceiros da Editora IABS pela eficiência e pelo trabalho de qualidade, e à equipe da Biblioteca Central da UnB, que nos acompanha desde o início nos muitos desafios editoriais e mantém a nossa revista no sistema Seer da BCE.

Desejamos a todos e a todas um bom fim de ano e um ótimo 2020!

Os Editores

2 | Disponível em: <[https://www.washingtonpost.com/climate-environment/americans-increasingly-see-climate-change-as-a-crisis-poll-shows/2019/09/12/74234db0-cd2a-11e9-87fa-8501a456c003\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/climate-environment/americans-increasingly-see-climate-change-as-a-crisis-poll-shows/2019/09/12/74234db0-cd2a-11e9-87fa-8501a456c003_story.html)>.

# Dossier: The Management of Waters and Protected Territories

Editors of the Dossier

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti<sup>a</sup>

Raquel Lopes Sinigaglia Caribé Grando<sup>b</sup>

Paulo Cesar Rocha<sup>c</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Professor Associated with D1 of the Center of Sustainable Development at the University of Brasilia, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: izabel.zaneti@yahoo.com

<sup>b</sup>Biology, Doctor in Sustainable Development via the Center of Sustainable Development at the University of Brasilia, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: raqcaribe@gmail.com

<sup>c</sup>Level 2 researcher of CNPq, Assistant Professor and Doctor of the Department of Geography and of the Post Graduate Program at FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP.  
E-mail: pcrochag@gmail.com

<sup>d</sup>Professor of the Post Graduate Program in Territories and Cultural Expressions in the Cerrado at the Goiás State University and the Post Graduate Program in Society, Technology and Environment, Anápolis University Center, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: josana.peixoto@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.28650

This Dossier is part of the project, “New Frontiers in the West: The relationship between society and nature in the Ceres microregion of Goiás (1940-2013)”. It involves the partnership and interinstitutional cooperation of professors of the Graduate Programs in Geography, at the São Paulo State University of “Júlio Mesquita Filho” - Presidente Prudente Campus (PPGG / UNESP); the Graduate Program in Society, Technology and Environment at the University Center of Anápolis (PPSTMA / UniEVANGÉLICA); and in Sustainable Development, at the Center for Sustainable Development, University of Brasilia (CDS / UnB).<sup>1</sup>

In the present summary, we discuss issues related to water resource management and protected areas, encompassing public policy issues, impacts on local populations and traditional communities, land and soil use assessments, and anthropogenic impacts of activities such as agriculture, sugarcane agribusiness and agro silvopastoril. The research presented by the articles selected for this Dossier was carried out in the northern, northeastern, southeastern states located in the midwest of Brazil, as well as in municipalities of the Ceres Microregion, located in the center of the state of Goiás.

One of the issues that has led to the preparation of this Dossier is the world’s water crisis, which among many causes, includes the increase in the world’s population and thus the increased demand for resource use, pollution of water sources that affect water quality, and the impacts caused by dam construction, destruction of catchment areas and climate change (MARENGO, 2008; ROJAS and IZA, 2009).

<sup>1</sup> The academic cooperations of this Project is in accordance with the objectives of the National Program for Academics Cooperation (PRO-CAD), Public Notice Capes N. 71/2013.

Managing water resources requires both awareness and access to information, as well as the protection of areas around water sources, which surpass administrative boundaries, and require dialogue and multilateral action by local governments, organizations and other institutions involved with the resource (BURSZTYN and BURSZTYN, 2012).

In an attempt to embrace different perspectives of environmental management, the different institutions and organizations involved in water management and protected areas can operate at different levels, including those of municipality, intercity, state and nation. The levels of action of institutions, as well as the articulation between them and society, should be considered when broadly addressing the socio-environmental issues considered in the interrelationship between water resources and protected areas (VIEIRA et al., 2005).

Thus, we consider that water management encompasses a multitude of social actors and environmental factors, especially linked to territories protected by Conservation Units, indigenous lands and quilombola territories, among others. To ensure the maintenance of water systems, protection of forests and biodiversity need to be considered and supported by legislation. In order to find solutions that seek to meet the multiple demands that involve biodiversity protection and water management, in turn, both require the dialogue and participation of different instances of civil, public and private society.

Therefore, the present Dossier proposed in Volume 10, Number 3 (Dec./2019) of the magazine Sustainability in Debate (SeD), gathers eleven articles evaluated by the blind peer review system. Among the articles selected, six of them present and discuss socio-environmental issues related to the Ceres Microregion in Goiás State (GO), providing data and reflections on the impacts of anthropogenic activities on the region's watersheds, soil and local communities. Four articles present research that discusses the management of water resources and environmental impacts in different regions of the Midwest including, Brumadinho (MG), a municipality of the state of Amazonas in the Eastern Amazon, and Rio Grande do Norte. Lastly, this Dossier examines an article that discusses issues of biogeography related to the legal limits for the conservation of the Atlantic Forest Biome.

In the article "Geospatial analysis of water uses and potential conflicts in the microregion of Ceres (Goiás)", authors Cristiane Gomes Barreto, Renato Arthur Franco Rodrigues and José Augusto Leitão Drummond analyze geostatistical data regarding the impacts of sugarcane agro-industrialization on water resources in the microregion, discussing the possible socio-environmental conflicts that such impacts may bring to the region.

From the perspective of the development of local communities and their relationship with environmental preservation areas, the authors Joana D'Arc Bardella Castro, Talita Freitas Souza Barros, Murilo Rodrigues da Silva and Maurício Gabriel Santos analyze the Environmental Protection Area (EPA) and Pirineus State Park (GO) and their influence on the surrounding municipalities and districts. In their article "Conservation units, ecological attributes and their implications: The case of the Park and EPA of the Pirineus - GO", the authors evaluate the benefits that residents of municipalities bordering the PAs obtain, in terms of local development, social growth and per capita income, due to tourism and visitation provided by the protected areas.

Regarding the water resources of the Ceres Microregion, the degradation of Rio Vermelho, located in the city of Crixás (GO), were studied by France de Aquino Ribeiro, Giovana Galvão Tavares and Vivian da Silva Braz, in the article "The environmental degradation process of the Vermelho River through the perception of Crixás's residents". Through a bibliographic, documentary survey and the construction of mental maps, the authors investigate the perception of local residents about the changes that Rio Vermelho is undergoing in the face of anthropic actions, especially the impacts of mining.

In the article "Preservation areas x environmental legislation in the Rio das Almas hydrographic basin, Ceres microregion (GO) between 2008/2016", Karhene Garcia Rodrigues de Sousa, Maria Gonçalves

da Silva Barbalho, Adriana Aparecida Silva, Cristiane Gonçalves Moraes and Josana de Castro Peixoto analyze, through cartography, the remaining areas of vegetation coverage in the Rio das Almas hydrographic region. They especially focus on the Permanent Preservation Areas (PPA) and Legal Reserve areas (RLs) in two periods established by the Forest Code of 2012, discussing the amnesty provided by Law 12.651 / 2012 and its environmental impacts for the region.

The evaluation of the destination of inorganic solid waste, resulting from activities of the agrosilvopastoral sector in Ceres (GO), was discussed in the article “Inorganic solid wastes from agrosilvopastoral sector in Ceres, Goiás, Brazil”, by authors Ana Paula Veloso de Assis Sousa, Renato Rosseto, Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti, Josana de Castro Peixoto e Lucimar Pinheiro Rosseto. In this article, we analyzed the application of legislation regarding the appropriate disposal of waste generated by agrosilvopastoral activities, and the methods used by municipal managers to dispose of waste, broadening the discussion of solid waste to other cases in Brazil.

The article “Permanent preservation, coverage area and use of the land in the hydrographic basin of the Almas River, microregion de Ceres, Goiás, Brazil”, by the authors Maria Gonçalves da Silva Barbalho, José Luiz de Andrade Franco, Antonio Cezar Leal and Josana de Castro Peixoto, map data for PPAs for an important watershed of Goiás. Through geoprocessing, the authors discuss the percentage of remaining areas of the original vegetation, as well as land uses, along with what the implications of the observed results may bring to the hydrographic management of the studied region.

Among the articles that analyze environmental impacts in other regions of the country, and their interference with local populations, the article “The impact of the Brumadinho dam rupture in Naô Xohã village”, analyzes how the environmental disaster in question was perceived by members of the NaôXohã ethnic group, who live on the banks of the Paraopeba River (MG). Authors Adriana Aparecida Silva, Divina Aparecida Leonel Lunas, Poliene Soares dos Santos Bicalho and Roseli Martins Tristan Maciel, based their analysis on press publications and bibliographic reviews, and bring to discussion interdisciplinary issues involving the breach of the dam and its consequences for the traditional community hit by the waste.

Spatial modifications caused by anthropogenic activities in the northern region of Brazil were analyzed by Fabiana da Silva Pereira and Ima Célia Guimarães Vieira, in the article “Anthropic transformation of Gurupi river basin, eastern Amazon”. For this analysis, the authors used data from the TerraClass project, from 2004 to 2014, and evaluated the impacts of the expansion of agricultural activities into forested areas in the Gurupi River basin.

The perceptions of riverine populations on the risks of river disaster and the effectiveness of the public authorities in responding to such disasters are addressed in the article “Fluvial environmental disasters: risk perception and evaluation of government responses by riverine populations in Cacao Pirêra, Iranduba-AM”. Authors David Franklin da Silva Guimarães, Camila Santos Belmiro and Monica Alves recorded and analyzed the perceptions of residents of the district of Cacao Pirêra (AM) through interviews with focus groups, and discuss their results together using fluviometric and altimetric data, which characterizing environmental vulnerabilities.

The assessment of infrastructure and water supply in rural communities, as well as the environmental perception of these residents about the quality of water consumed are presented in the article “Management of water resources in semi-arid: assessment of the drinking water supply in rural communities of Chapada do Apodi-RN”, by Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, Alana Ticiane Alves do Rêgo and Anderson Rodrigues da Silva Lunes. The authors address physicochemical and biological analyses of the water consumed in this region. They discuss its physicochemical quality and compare it with the parameters present in legislation for freshwater bodies intended for human consumption.

Finally, the conservation of the Atlantic Forest Biome is treated from the perspective of biogeography, by



authors André de Almeida Cunha, Carla Bernadete Madureira Cruz and Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca, in the article “Legal Atlantic Forest (Mata Atlântica Legal): integrating biogeography to public policies towards the conservation of the biodiversity hotspot”. The authors discuss the definition used by legislation for the protection of the Atlantic Forest, and through using field data and bibliographic surveying, they suggest a new definition for emplacing conservational limits for this Biome.

With the articles presented, this Dossier “The Management of Waters and Protected Territories” aims to add insightful information to the interdisciplinary debate on environmental management, thus contributing to impact assessments and public policy development and management actions for conservation and sustainability of environmental resources.

## REFERÊNCIAS

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

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas**. Estudos avançados 22 (63), 2008.

ROJAS, G.; IZA, A. **Gobernanza de Aguas Compartidas. Aspectos Jurídicos e Institucionales**. UICN, Gland, Suiza. 2009. 240 pp.

VIEIRA, P.F.; et al. **Gestão integrada e participativa de recursos naturais. Conceitos, métodos e experiências**. Florianópolis: APED e Secco, 2005.

# Dossiê: Gestão das Águas e de Territórios Protegidos

Editores do Dossiê

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti<sup>a</sup>

Raquel Lopes Sinigaglia Caribé Grando<sup>b</sup>

Paulo Cesar Rocha<sup>c</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Professora Associada D1 do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: izabel.zaneti@yahoo.com

<sup>b</sup>Bióloga, Doutora em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: raqcaribe@gmail.com

<sup>c</sup>Pesquisador Nível 2 do CNPq, Professor Assistente Doutor do Departamento de Geografia e do PPGG da FCT/UNESP, Presidente Prudente, SP, Brasil.  
End. Eletrônico: pcrochag@gmail.com

<sup>d</sup>Professora Titular do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado da Universidade Estadual de Goiás (Teccer/UEG) e do Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente (PPG STMA), Centro Universitário de Anápolis (UniEVANGÉLICA), Anápolis, GO, Brasil.  
End. Eletrônico: josana.peixoto@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.28650

O presente Dossiê integra o projeto “Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)”, que envolve a parceria e cooperação interinstitucional de docentes dos Programas de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – Campus Presidente Prudente (PPGG/UNESP); PPG Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente do Centro Universitário de Anápolis (PPSTMA/UniEVANGÉLICA); e do PPG em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília (CDS/UnB).<sup>1</sup>

Neste Dossiê são discutidas questões relacionadas à gestão de recursos hídricos e de áreas protegidas, envolvendo os temas das políticas públicas, dos impactos em populações locais e comunidades tradicionais, de avaliações de uso de terra e de solo, bem como dos impactos antrópicos de atividades como agropecuária, agroindústria da cana-de-açúcar e agrossilvopastoris. As pesquisas apresentadas pelos artigos selecionados para o Dossiê foram realizadas tanto em municípios da Microrregião de Ceres, localizada no centro do estado de Goiás, como em localidades na região norte, nordeste, sudeste e outros estados do centro-oeste.

<sup>1</sup> A cooperação acadêmica do presente projeto atende os objetivos do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD), Edital Capes Nº 71/2013.

Uma das questões que incentivaram a preparação deste Dossiê relaciona-se à crise da água no mundo, que entre múltiplas razões, envolve o aumento da população mundial e a maior demanda de uso do recurso, a poluição dos mananciais que afeta a qualidade da água, e os impactos causados por construção de represas, destruição das zonas de captação e por mudanças climáticas (MARENGO, 2008; ROJAS e IZA, 2009).

Para realizar a gestão dos recursos hídricos, é preciso envolver tanto questões de conscientização e acesso à informação, bem como a proteção de áreas no entorno de mananciais, o que ultrapassa fronteiras administrativas, e exigem diálogo e ações multilaterais por parte dos governos locais, organizações e outras instituições que estejam envolvidas com o recurso (BURSZTYN e BURSZTYN, 2012).

As diferentes instituições e organizações envolvidas na gestão hídrica e de áreas protegidas podem atuar em níveis diferenciados, como o municipal, o intermunicipal, o estadual e o nacional, na tentativa de abarcar as diferentes perspectivas de gestão ambiental. Os níveis de atuação de instituições, bem como a articulação entre estas e a sociedade, devem ser considerados ao se tratar de maneira ampla as problemáticas socioambientais envolvidas na inter-relação entre os recursos hídricos e as áreas protegidas (VIEIRA et al., 2005).

Dessa maneira, consideramos que a gestão das águas engloba uma multiplicidade de atores sociais e fatores ambientais, especialmente ligados aos territórios protegidos por Unidades de Conservação, terras indígenas e territórios quilombolas, entre outros. Para garantir a manutenção dos sistemas hídricos, a proteção de matas e da biodiversidade precisa estar envolvida e amparada por legislação. Tanto a proteção da biodiversidade quanto a gestão das águas, por sua vez, envolvem a participação de diferentes instâncias da sociedade civil, pública e privada, para dialogarem a fim de encontrar soluções que procurem atender as múltiplas demandas que envolvem o tema.

Portanto, o Dossiê proposto neste Volume 10, Número 3 (Dez/2019) da revista *Sustentabilidade em Debate (SeD)*, reúne onze artigos avaliados pelo sistema *blind peer review*. Entre os artigos selecionados, seis deles apresentam e discutem as questões socioambientais relacionadas à Microrregião de Ceres, estado de Goiás (GO), trazendo dados e reflexões a respeito dos impactos de atividades antrópicas nas bacias hidrográficas da região, no solo e em comunidades locais. Em quatro artigos são apresentadas pesquisas que discutem a gestão de recursos hídricos e impactos ambientais nas regiões de Brumadinho (MG), da Amazônia Oriental, um município do estado do Amazonas e no Rio Grande do Norte. O Dossiê ainda traz um artigo que discute questões da biogeografia relacionadas aos limites legais para a conservação do Bioma Mata Atlântica.

No artigo “Análise geoespacial dos usos da água e os conflitos potenciais na microrregião de Ceres (Goiás)”, os autores Cristiane Gomes Barreto, Renato Arthur Franco Rodrigues e José Augusto Leitão Drummond analisam dados de geoestatística a respeito dos impactos da agroindustrialização canavieira nos recursos hídricos na Microrregião, discutindo os possíveis conflitos socioambientais que tais impactos podem trazer para a região.

Na perspectiva do desenvolvimento de comunidades locais e sua relação com áreas de preservação ambiental, os autores Joana D’Arc Bardella Castro, Talita Freitas Souza Barros, Murilo Rodrigues da Silva e Maurício Gabriel Santos analisam a Área de Proteção Ambiental (APA) e o Parque Estadual dos Pirineus (GO) e sua influência nos municípios e distritos do entorno. No artigo “Unidades de Conservação, atributos ecológicos e suas implicações: o caso do Parque Estadual dos Pirineus e da APA dos Pirineus - GO”, os autores avaliaram os benefícios que moradores de municípios limítrofes às UCs obtêm, em termos de desenvolvimento local, crescimento social e de renda per capita, por conta das atividades de turismo e visitação proporcionadas pelas áreas de proteção.

Em relação aos recursos hídricos da Microrregião de Ceres, os impactos no Rio Vermelho, localizado na cidade de Crixás (GO) foram estudados por France de Aquino Ribeiro, Giovana Galvão Tavares e Vivian da Silva Braz, no artigo “O processo de degradação ambiental do rio Vermelho na percepção dos moradores

da cidade de Crixás - Goiás”. Por meio de levantamento bibliográfico, documental e da construção de mapas mentais, as autoras investigaram a percepção de moradores locais a respeito das alterações que o Rio Vermelho vem passando diante das ações antrópicas, em especial os impactos da mineração.

No artigo “Áreas de preservação X legislação ambiental: um estudo da região da bacia do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO) entre os anos de 2008 e 2016”, Karhene Garcia Rodrigues de Sousa, Maria Gonçalves da Silva Barbalho, Adriana Aparecida Silva, Cristiane Gonçalves Moraes e Josana de Castro Peixoto analisam, por meio de cartografia, as áreas remanescentes de cobertura vegetal na região hidrográfica do Rio das Almas, principalmente as APPs e áreas Reserva Legal (RLs), em dois períodos estabelecidos pelo Código Florestal de 2012, discutindo a anistia propiciada pela Lei 12.651/2012 e seus impactos ambientais para a região.

A avaliação da destinação de resíduos sólidos inorgânicos, resultantes de atividades do setor agrossilvopastoril no município de Ceres (GO), foi discutida no artigo “Inorganic solid wastes from agrosilvopastoral sector in Ceres, Goiás, Brazil”, dos autores Ana Paula Veloso de Assis Sousa, Renato Rosseto, Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti, Josana de Castro Peixoto e Lucimar Pinheiro Rosseto. Nesta pesquisa, foi analisada a aplicação da legislação a respeito da destinação apropriada dos resíduos gerados pelas atividades agrossilvopastoris, e dos métodos utilizados pelos gestores municipais para destinar os resíduos, ampliando a discussão dos resíduos sólidos para outros casos no Brasil.

O artigo “Áreas de preservação permanente, cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do Rio das Almas, microrregião de Ceres, Goiás, Brasil”, dos autores Maria Gonçalves da Silva Barbalho, José Luiz de Andrade Franco, Antonio Cezar Leal e Josana de Castro Peixoto, apresenta dados de mapeamento de APPs para uma importante bacia hidrográfica de Goiás. Por meio de geoprocessamento, os autores discutem a porcentagem de áreas remanescentes da vegetação original, bem como quais são os usos da terra e quais implicações os resultados observados poderão trazer para a gestão hidrográfica da região estudada.

Dentre os artigos que analisam impactos ambientais em outras regiões do país, e suas interferências em populações locais, o texto “O impacto do rompimento da barragem de Brumadinho na aldeia Naô Xohã”, das autoras Adriana Aparecida Silva, Divina Aparecida Leonel Lunas, Poliene Soares dos Santos Bicalho e Roseli Martins Tristão Maciel, traz a análise de como o desastre ambiental em questão foi percebido pelos membros da etnia *NaôXohã*, que vive as margens do Rio Paraopeba (MG). As autoras basearam sua análise em publicações da imprensa e em revisões bibliográficas, e trouxeram para a discussão questões interdisciplinares que envolvem o rompimento da barragem e suas conseqüências para a comunidade tradicional atingida pelos dejetos.

Já as modificações espaciais provocadas por atividades antrópicas, na região norte do Brasil, foram analisadas por Fabiana da Silva Pereira e Ima Célia Guimarães Vieira, no artigo “Transformação antrópica na bacia hidrográfica do rio Gurupi, Amazônia oriental”. Para essa análise, as autoras utilizaram dados do projeto TerraClass, para os anos de 2004 a 2014, e avaliaram impactos da conversão de áreas de florestas para uso e expansão das atividades agropecuárias na bacia hidrográfica do Rio Gurupi.

As percepções de populações ribeirinhas sobre os riscos de desastres fluviais e a eficácia o poder público em responder a tais desastres são tratadas no artigo “Desastres ambientais fluviais: percepção de risco e avaliação de respostas governamentais por populações ribeirinhas em Cacau Pirêra, Iranduba/AM”. Para realizar as análises, os autores David Franklin da Silva Guimarães, Camila dos Santos Belmiro e Mônica Alves registraram e analisaram as percepções de moradores do distrito de Cacau Pirêra (AM), por meio de entrevistas com grupos focais, e discutem seus resultados juntamente com dados fluviométricos e altimétricos, que caracterizaram as vulnerabilidades ambientais.

A avaliação da infraestrutura e do abastecimento de água em comunidades rurais, bem como a percepção ambiental desses moradores sobre a qualidade da água consumida são apresentadas



no artigo “Gestão dos recursos hídricos no semiárido: avaliação do abastecimento de água para consumo humano nas comunidades rurais da Chapada do Apodi-RN”, de Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, Alana Ticiane Alves do Rêgo e Anderson Rodrigues da Silva Lunes. Os autores trazem as análises físico-químicas e biológicas da água consumida nessa região, além de levantarem e discutirem a sua qualidade físico-química, comparando-os com os parâmetros presentes na legislação para corpos hídricos de águas doces destinados ao consumo humano.

Por fim, a conservação do Bioma Mata Atlântica é tratada na perspectiva da biogeografia, pelos autores André de Almeida Cunha, Carla Bernadete Madureira Cruz e Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca, no artigo “Mata Atlântica Legal: integrando as visões da biogeografia às políticas públicas para conservação de um hotspot de biodiversidade”. Os autores discutem os limites definidos por legislação para a proteção da Mata Atlântica, e por meio de dados de campo e levantamento bibliográfico apontam outra definição de limites para a conservação desse Bioma.

Com os artigos apresentados, o Dossiê “Gestão das Águas e de Territórios Protegidos” pretende acrescentar informações criteriosas para o debate interdisciplinar sobre gestão ambiental, contribuindo assim para avaliações de impactos e elaboração de políticas públicas e ações de gestores para conservação e sustentabilidade de recursos ambientais.

## REFERÊNCIAS

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

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas**. Estudos avançados 22 (63), 2008.

ROJAS, G.; IZA, A. **Gobernanza de Aguas Compartidas. Aspectos Jurídicos e Institucionales**. UICN, Gland, Suíça. 2009. 240 pp.

VIEIRA, P.F.; et al. **Gestão integrada e participativa de recursos naturais. Conceitos, métodos e experiências**. Florianópolis: APED e Secco, 2005.

# Geospatial analysis of water uses and potential conflicts in the microregion of Ceres, Goiás, Brazil

*Análise geoespacial dos usos da água e os conflitos potenciais na microrregião de Ceres, Goiás, Brasil*

Cristiane Gomes Barreto<sup>a</sup>

Renato Arthur Franco Rodrigues<sup>b</sup>

José Augusto Leitão Drummond<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Desenvolvimento Sustentável, professora adjunta do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: crisgbarreto@gmail.com*

<sup>b</sup>*Mestrando do Programa de Pós-graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: renatoarthur@gmail.com*

<sup>c</sup>*Doutor em Recursos da Terra, professor associado IV do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: jaldrummond@uol.com.br*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24406

Received: 30/04/2019

Accepted: 25/09/2019

ARTICLE-DOSSIER

## ABSTRACT

Water related conflicts have been expanding around the world, especially in areas that experience rapid changes in land use and occupation. The microregion of Ceres (Goiás) has gone through an accelerated process of sugar cane cultivation and processing in recent years and water scarcity problems have emerged. This work seeks to understand potential environmental conflicts related to water resources in the Ceres microregion by evaluating the manners, the intensity and the spatial distribution of water consumption in different basins of the microregion. It analyzed secondary data on water demands, sugar and alcohol production, irrigation and applies geostatistical tools. Results suggest that sugar cane crops have a strong impact on water consumption, although this activity is not related to the water deficits in most basins. This suggests that they are not solely responsible for situations of water scarcity or conflicts associated with this scarcity.

Keywords: Socio-environmental Conflicts. Water Resources. Geospatial Analysis. Ceres Microregion.

## RESUMO

*Os conflitos pela água vêm se ampliando em todo o mundo, especialmente em áreas que experimentam rápidas transformações no uso e ocupação do solo. A Microrregião de Ceres (Goiás) passou por um acelerado processo de agroindustrialização canavieira nos últimos anos e com isso, percebem-se problemas de escassez hídrica. Este trabalho contribui para a compreensão dos potenciais conflitos socioambientais pelos recursos hídricos na Microrregião de Ceres (Goiás) a partir da avaliação das formas, intensidade e distribuição espacial do consumo de água em diferentes bacias da microrregião. Foram analisados dados de demandas hídricas, balanço hídrico, produção sucroalcooleira, irrigação e outros a partir de ferramentas geoestatísticas. Os resultados apontam para o forte impacto da cultura canavieira sobre o consumo hídrico, embora essa atividade não esteja correlacionada com o déficit hídrico na maior parte das bacias, o que sugere que esta não seja, isoladamente, a atividade responsável por situações de escassez hídrica ou conflitos relacionados ao desabastecimento.*

*Palavras-Chave: Conflitos Socioambientais. Recursos Hídricos. Análise Geoespacial. Microrregião de Ceres.*

## 1 INTRODUCTION

Water consumption for irrigation of agricultural crops has contributed to increase productivity in Brazil's Cerrado biome. At the same time it has increased the risk of episodes of local water scarcity (CAMPOS FILHO, 2010). The reduced availability of water can act as a driver of conflicts by threatening its multiple uses (GALVÃO, BERMANN, 2015).

Conflicts arise from competition between two or more user groups with divergent interests. Environmental conflict have, additionally, another feature: the dispute around one or more natural resources (LITTLE, 2001; NASCIMENTO, 2001). In this sense, one of the most important natural resources under disputes is water. Conflicts over the use of this resource have been spreading worldwide, culminating even in several geopolitical tensions. According to Porto and Milanez (2009), socioenvironmental conflicts tend to be more intense in countries that export commodities, such as Brazil. According to a Pastoral Land Commission (Comissão Pastoral da Terra, CPT) report, between 2011 and 2016, conflicts over water increased by 150% in this country (CPT, 2019). In 2009, conflicts over water in Brazil occurred mainly due to the inadequate use of the resource by hydroelectric dams and affected 40,335 families. By 2018, this number increased to 73,693 households, for a variety of reasons, from community ownership of the resource to pollution by mining activities (CPT, 2019).

Agroindustrialization led to the incorporation and transformation of resources (land and water) of vast Cerrado areas, previously used sparsely for commercial agriculture. Authors such as Mendonça (2015) assert that other regions that have undergone similar transformations have experienced conflicts around the exploitation and use of land and water.

The Ceres Microregion, located in the center of the state of Goiás, stands out for going through rapid changes in land use over the last 15 years (DUTRA et al., 2013; BARBALHO et al., 2015; FERREIRA, 2016; DELLA GIUSTINA et al., 2018). Usually, this transformation occurs in the dominant Cerrado formations, led by increased water use, especially for agricultural production (CAMPOS FILHO, 2010). Some studies allege that sugarcane culture is responsible for building new landscapes in the Ceres Microregion, leading to novel social dynamics and conflicts, especially with regard to water use, (BRITO et al., 2015; BARBALHO et al., 2015; FERREIRA, 2016). Sugarcane production began in this microregion in 1968, with the installation of the Monteiro de Barros sugar mill and distillery in Goianésia, and expanded with the stimulus of the federal government's National Alcohol Program (Proálcool) in the 1970s. After some crises faced by the sector, the National Agroenergy Plan in Brazil (2006-2011) provided new incentives for sugarcane production, leading to a significant increase of this activity in the Ceres Microregion (OLIVEIRA Jr. et al., 2013; BRITO et al., 2015).

Parallel to the expansion of sugarcane plantations in the microregion, some municipalities have met with problems of water scarcity. In 2018, the Goiás Sanitation Company – SANEAGO – listed four cities in the microregion among those with the highest risk of water shortage in the state of Goiás for the coming years (SANEAGO, 2018). Media outlets record numerous complaints about water shortages local urban areas. Conflicts over water are materialized by complaints received by the Goiás Agency for Regulation, Control and Inspection of Public Services (AGR) and by various notifications of infringement, embargoes and other acts issued by the District Attorney's Office of Goiás (MPGO) and the State Secretariat of Environment and Development (Semad) (PERES, 2017; MARTINS, 2017). Much of these acts are targeted at the sugarcane sector. In popular perception, supported by some studies, the sugarcane irrigation is the most massive use of water in the region and is thus responsible for the generation of social and environmental conflicts (CASTRO, 2010; DUTRA, 2013; FERREIRA, 2016).

On the other hand, cattle farms are the dominant feature of the rural landscape of the Ceres Microregion. Industrial activity plays a very important role in its economy (OLIVEIRA Jr., 2013), a fact ignored by studies of water demand for the region (SILVA, 2008). In addition, water demands and balance vary considerably between basins (LIMA, 2011). On account of this variability, we need to know in detail the natural characteristics of the basins and the respective water use patterns in order to make better decisions in the regulations of competing uses of water in order to avoid, minimize or resolve conflict situations around their use.

This research aims to contribute to a better understanding of the competing uses of water and their relationship with socioenvironmental conflicts in the Ceres Microregion (GO). The objectives are to evaluate the intensity of water consumption in different basins and to estimate which municipalities face risks of conflicts over the use of water resources, considering the different activities and economic sectors. From that, to suggest means to assess risk of conflicts from geospatial information.

## 2 METHODS

The study region – Microregion of Ceres – is composed by 22 municipalities: Barro Alto, Carmo de Rio Verde, Ceres, Goianésia, Guaraíta, Guarinos, Hidrolina, Ipiranga de Goiás, Itapaci, Itapuranga, Morro Agudo de Goiás, Nova América, Nova Glória, Pilar de Goiás, Rialma, Rianápolis, Rubiataba, Santa Isabel, Santa Rita do Novo Destino, São Luiz do Norte, São Patrício and Uruana. This territory has an area of 1,316,283 ha. The estimated population in 2018 was 249,632 (IMB, 2019). Compared to Brazil and Goiás, the Microregion has a considerable concentration of GDP in industry and agriculture (OLIVEIRA Jr. et al., 2013).

Estimated water demands made by the National Water Resources Information System (SNIRH) were evaluated, together with spatial data on sugar and alcohol production from the CanaSat project, the National Institute for Space Research (INPE) and the Image Processing and Geoprocessing Laboratory (LAPIG).

Consumptive uses contemplated in the SNIRH planning documents are: urban, rural, industrial, irrigation, livestock and others, which include use in thermoelectric and mining. It is noteworthy that the Pastoral Land Commission records no information about conflicts in the microregion, although the commission maintains the largest database on conflicts in the country. We used data related to production, farms and farm staff from the Mauro Borges Institute (IMB), the 2017 Agricultural Census, the 2010 Population Census, among others. Regarding the information on embargoes, infraction notifications or similar facts, the Goiás Agency for Regulation, Control and Inspection of Public Services (AGR), the Goiás District Attorney's Office and the Goiás State Department of Environment and Development (Semad) were consulted.

Estimated water demands by SNIRH were based on state and federal water use permits issued for industrial activities up to July 2014; animal husbandry demand was estimated based on herd sizes by

municipality for 2013, according to data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE); human demand estimated were based on data from the IBGE municipal population estimate for 2013; and demand for irrigation was estimated for the base year 2014 using data from water resources plans, the National Water Agency (ANA) and satellite imagery of central pivots, as well as annual growth rates of the irrigated area. Shapefiles of total and sectoral demands were obtained from the SNIRH database in September 2018. The overlapping spatial data allowed us to evaluate the patterns of crop distribution and the intensity of water flow extracted in the “ottobacias” (hydrographic units that make up a river basin).

For regression analysis, we used the Geographically Weighted Regression and Exploratory Regression tools of Esri ArcMap 10.6.1.9270, which use linear regression to model spatially variable relationships. We evaluated the relation between the flow of water demanded for irrigation (dependent variable) and the area irrigated by central pivots (explanatory variable) and the water balance (dependent variable) with the flow rates (explanatory variables). The significance levels adopted were  $p < 0.01$ .

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

The population of the Ceres Microregion is predominantly urban, with 83.3% of people living in urban areas and 16.7% in rural areas (IBGE, 2018). From 2008 to 2018 the average annual population growth rate of the Ceres microregion was 0.46%, below the rate for the state of Goiás (1.90%). Since 2013 the microregion has displayed a downward trend in its population growth rate (IMB, 2019).

In 2017, 11,862 agricultural establishments occupied 1,069,457 ha, or 81.24% of the microregion’s area. The rural landscape is dominated by pastures, predominantly planted, followed by native vegetation and crops (Table 1).

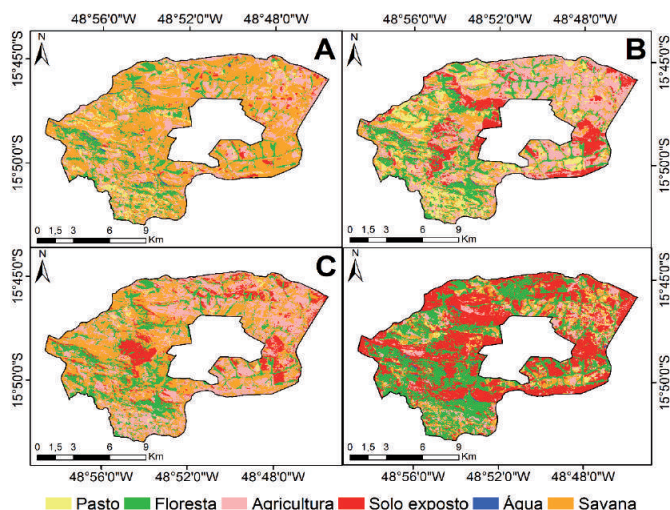
**Table 1 |** Land use classes of agricultural establishments in the Ceres Microregion, Goiás State, by area and percentage, in hectares.

Land use	Area	
	Hectares	Percentage
PASTURES	661,759	61.88%
NATIVE VEGETATION	192,868	18.03%
TEMPORARY CROPS	156,814	14.66%
PERMANENT CROPS	19,077	1.78%
OTHERS	38,939	3.64%
TOTAL	1,069.457	100%

Source: IBGE (2018).

Although temporary crops (predominantly sugar cane, soybeans and corn) account for less than 15% of the microregion’s rural landscape, they have increased significantly over the last ten years. Cultivated area in sugarcane in the microregion increased from 84,006 ha in 2007 to 101,340 ha in 2017, an increase of 21% (Figure 1). Soybean occupied 20,970 ha in 2017, after increasing its cultivated area by 123% over the previous ten years (IMB, 2019), along with the 10,850 ha of maize crops and the extensive 661,759 ha pastures, these crops dominated the rural landscape of the microregion in 2017 (IBGE, 2018).



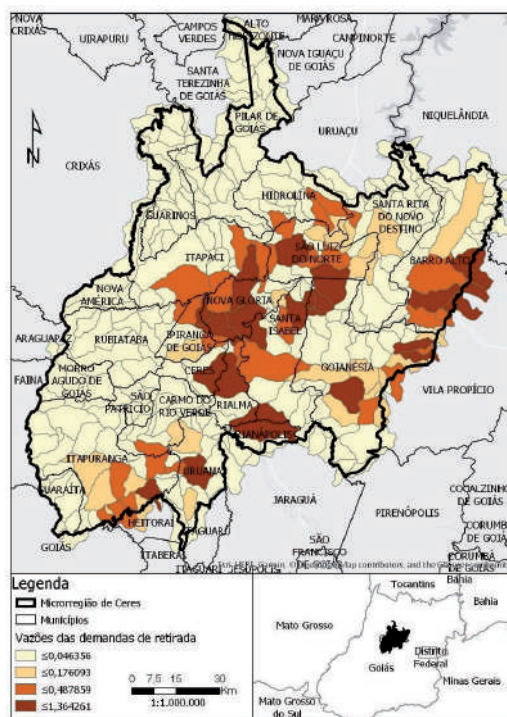


**Figure 1 |** Annual evolution of sugarcane, corn and soybean acreage in the Ceres Microregion, State of Goiás, from 2000 to 2017, in hectares.

Fonte: IMB (2019).

Sugarcane planting increased 63% in area from 2006 to 2017, while soybean expanded its planted area by 84% during the same period. Even so, sugarcane representativeness (65%) is higher than that of other temporary crops in the Ceres Microregion (IBGE, 2018). On the other hand, sugarcane acreage showed an upward trend until 2011, when it stabilized at 105,000 hectares, while soybean continues to expand its share of the region's planted area.

Regarding the spatial characteristics of water uses, we evaluated the intensity of water withdrawal flows in the microregion. The data are presented by ottobacias, which are the minimum units for hydrographic planning in the country. Figure 2 shows the intensity of withdrawal flows in the 309 ottobacias of the Ceres Microregion.



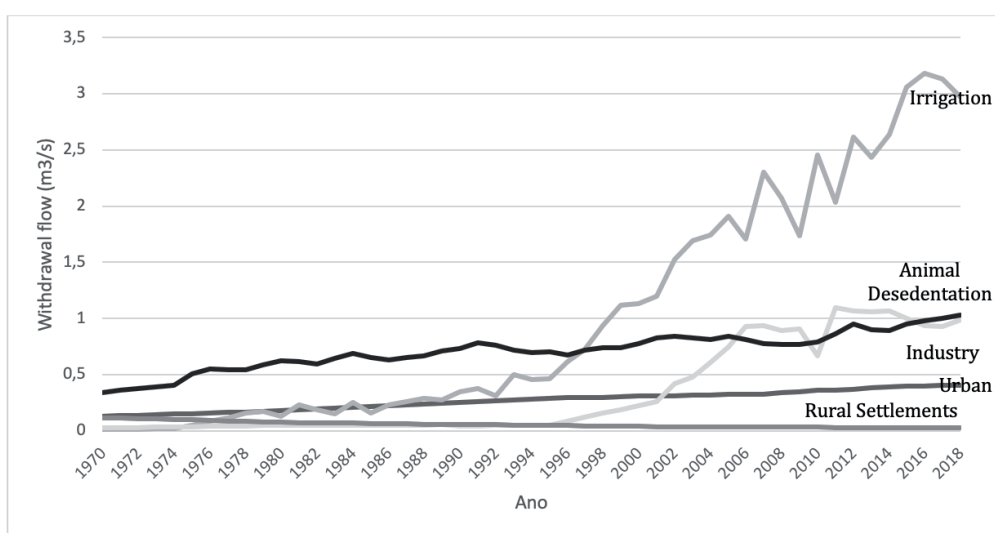
**Figure 2 |** Intensity of water withdrawal flows in the Ceres Microregion, Goiás.

Source: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2019).

Intakes range from 0.00033 to 1.36 m<sup>3</sup>/s per basin. The most intensively used basins, based on the value of the total withdrawal flow, are distributed mostly in the municipalities of Barro Alto, Nova Glória, São Luiz do Norte, Santa Isabel, Goianésia, Ceres, Rialma, Rianópolis and Uruana. Most of the heavily used basins are associated with the Rio das Almas river basin (64993 - Foz do Rio S. Patrício / Rio do Peixe; 64995 – Foz do Rio do Peixe / Rio Verde), the eastern basin of the São Patrício River and the Patos River, on the eastern part of the microregion.

Until March 2019, 91 water use licenses issued by the State of Goiás were in force for the Ceres Microregion (SNIRH, 2019). They authorize the removal of up to 4.46 m<sup>3</sup>/s of water from underground and surface water bodies. Of this total, 65 licenses were granted for irrigation (3.22 m<sup>3</sup>/s); 12 for urban or rural supply (0.69 m<sup>3</sup>/s); 11 for industries (0.51 m<sup>3</sup>/s) and the rest for aquaculture and other uses. These figures represent, in terms of flow, 72.19% for irrigation, 15.47% for urban or rural supply; 11.46% for industries and 0.88% for other uses.

However, this reality varies and thus some basins are much more overworked than others, with different demands. Water demand data between 1970 and 2018, based on withdrawal flow for different uses, also varied greatly over time (Figure 3).



**Figure 3 |** Main sectoral water demands in the Ceres Microregion, Goiás State, between 1970 and 2018, measured in water withdrawal flow rates (m<sup>3</sup>/s).

Source: ANA (2019).

Water withdrawal by rural settlements has declined in absolute terms, but without changing significantly over almost 50 years. On the other hand, in urban areas there is an almost continuous growth. This can be explained by the change in the distribution of the region's population - the urban population of the Ceres Microregion increased from 50% in 1980 to 67% in 1991, 78% in 2000 and now stands at 83% (IBGE, 2010).

In the mid-1990s, there was a marked increase in industrial consumption, which maintained a fairly stable level since 2006. This increase can be attributed to the expansion of the sugar and alcohol sector (FERREIRA, 2016). Most of this consumption is currently linked to sugarcane mills (70%), followed by the meat and dairy industries (19%), mining (6%) and other industries (5%) (SNIRH, 2018).

Industrial consumption levels competes, in absolute numbers, with the flows destined for animal husbandry, an activity that grew moderately and continuously during the period under analysis. The cattle herd fluctuated between 960 thousand and 1.2 million head (IMB, 2019).

However, water withdrawal for irrigation, equivalent to the flow intended for urban areas between the late 1970s and early 1990s, showed a significant growth trend from 1995 onwards, with oscillations between 2005 and 2013. During this period of Brazil's high financial instability, the area planted with sugarcane fluctuated a lot, until it grew again in 2015 and currently it shows a slight decrease (FERREIRA, 2016).

For an exploratory spatial analysis related to the types of water use and the intensity of total water demand, we calculated the correlation coefficients of the sectoral flow values in relation to the total demand. The only sector that showed a significant correlation ( $r = 0.997$ ,  $n = 309$ ) was irrigation. This may suggest that the basins in which there is a stronger presence of irrigation also display a greater total demand for water. The other uses showed weakly significant correlation values, ranging from  $r = 0.137$  for rural flow,  $r = 0.210$  for industrial,  $r = 0.149$  for urban and  $r = 0.11$  for animal husbandry. Basin areas were also analyzed and showed no significant correlation with total demand ( $r = 0.26$ ,  $n = 309$ ).

Among the ten basins with the highest demands for water, irrigation is the predominant use, ranging from 97.98% to 99.82%, except for the ottobacia 6482311, located in the municipality of Barro Alto, and in the Patos River basin, where water demand is divided between irrigation (73.21%) and industry (26.44%), the latter being destined mainly for mining industries (Table 2).

**Table 2** | Flow data, in  $m^3/s \cdot year^{-1}$ , and percentage of the contribution of the ten largest total demands for consumptive water use, by sectoral demands, by ottobacia and municipalities, in the Ceres Microregion, Goiás state.

Ottobacia	Municipalities	Total ( $m^3/s$ )	Urban	Irrigation	Rural	Animal	Industry
64951	Nova Glória, Rialma e Ipiranga de Goiás	1.36426076	1,04%	98.79%	0.01%	0.15%	-
648251	Goianésia	1.32136693	-	99.95%	0.00%	0.05%	-
649912	Rianópolis, Rialma e Santa Isabel	0.95211993	1,02%	97.98%	0.05%	0.96%	-
648213	Barro Alto	0.91348924	-	99.83%	0.01%	0.16%	-
6482311	Barro Alto	0.83970716	-	73.21%	0.01%	0.34%	26.44%
6491783	Goianésia	0.75678463	-	99.82%	0.00%	0.17%	-
649252	Nova Glória e Ipiranga de Goiás	0.71752573	-	99.73%	0.02%	0.25%	-
649172	São Luiz do Norte	0.71642803	0,87%	98.82%	0.01%	0.29%	-
649837	Itapuranga	0.7081769	-	99.55%	0.01%	0.44%	-
649832	Uruana	0.6348115	-	99.11%	0.06%	0.83%	-

Source: SNIRH (2018).

In the ten most intensively used watersheds, the flow in water use for urban and rural sectors, as well as for animal husbandry use, hardly exceeds 1% of total demand. This is the case of ottobacia 64951, which supplies the municipal headquarters of Nova Glória; and ottobacia 649912, which supplies the municipal seat of Rianópolis. Some ottobacias supply two or more municipal seats, such as 64955, which supplies Rialma and Ceres, with a destination of 13.32% of its total flow ( $0.0979 m^3/s$ ) for urban use.

Even in less intensively used basins urban supply competes with irrigation and industry and may generate greater conflict during times of scarcity. These are the cases of the 6482643 basins (total withdrawal =  $0.5454 m^3/s$ ; 17% urban, 79% industrial and 4% others), 6482642 (total withdrawal =  $0.0806 m^3/s$ ; 17% urban, 81% 649423 (total withdrawal =  $0.0593 m^3/s$ ; 15% urban, 71% industrial and 14% other), 649523 (total withdrawal =  $0.0354 m^3/s$ ; 11% urban, 64% irrigation and 25% others) which supply the municipal seats of Goianésia and Ipiranga de Goiás. They were classified by the Goiás

Sanitation Company among the cities with the highest risk of water shortage in the state of Goiás for the next years (SANEAGO, 2018).

An exceptional case of high proportion in urban flow is the municipality of Hidrolina, in the São Patrício river valley region. It amounts to 60.42% of the total flow. This is explained by the low participation of the agricultural and industrial sectors in the local economy, which is based on commerce and animal husbandry, whose contribution to the consumptive use of water reaches 38.59%. Even though, compared to the others, this municipality does not display an intensive use of water. Hidrolina is among the cities with the highest risk of water shortage in the state of Goiás (SANEAGO, 2018).

Only the ottobacias 694963, located in the west of the municipality of Guarinos, in the Caiamar river basin, and 69487, north of the municipality of Pilar de Goiás, in the Formiga river basin, have a significant proportion of water funneled to industrial activity, reaching 95.78% and 78.96% of total demand, respectively. Nevertheless, both basins have comparatively low total withdrawal flows (0.046 m<sup>3</sup>/s and 0.036 m<sup>3</sup>/s, respectively). This does not constitute a scenario of a potential competition for water resources.

Correlation analysis shows that irrigation is responsible for a significantly higher consumptive demand than other uses. This means that it impacts total demand more significantly than other activities, increasing total water withdrawal. As noted in Table 2, most of these basins are preferentially dedicated to irrigation, without offering competition with other uses and thus do not enhance conflicts between the water supplied sectors.

In order to better understand the information related to demands for irrigation water, we also checked which irrigation equipment is used and which crops require higher levels of irrigation.

Besides being the dominant crop in the region, sugarcane is the one that demands the highest level of irrigation. Water requirements of sugarcane is around 1,780 mm/cycle and can vary between 1,000 and 2,000 mm/cycle. This is why it is considered a crop with a high demand for water. Soybean, the second largest crop planted in the microregion, has a water demand between 450 and 850 mm and maize demands vary from 380 to 550 mm (CARVALHO et al., 2013). Also corroborating the pressure of sugarcane on water is that of the total of 60,486 ha irrigated in the microregion, 81.38% are destined only for this crop (SNIRH, 2018). On the other hand, Silva et al. (2008) state that the Ceres Microregion displays a low irrigation demand specifically for its sugarcane crops.

Concerning the use of pivots in the different microregion crops, earlier studies (CASTRO, 2010; DUTRA, 2013; FERREIRA, 2016) indicate that most of them are intended for sugarcane cultivation and that this crop is a strong candidate to generate social and environmental conflicts regarding water use.

Of the 106 ottobacias that display irrigation uses, 48 (45%) supply 238 pivots, which irrigate a total area of 10,446 ha, about 0.8% of the microregion area (ANA & Embrapa, 2019). Based on a density map generated by the center point of the pivots, we found that there is no overlap of the areas with the most numerous pivots with the basins displaying the highest intensity of use. There are basins whose water is intensively used without the presence of pivots, as is the case of ottobacias 649252 (total demand = 0.71 m<sup>3</sup>/s), 64951 (1.36 m<sup>3</sup>/s), 648213 (0.91 m<sup>3</sup>/s) and 649837 (0.70 m<sup>3</sup>/s). Other basins, such as 649145 (total demand = 0.10 m<sup>3</sup>/s), 6491711 (0.07 m<sup>3</sup>/s) and 649141 (0.04 m<sup>3</sup>/s), have many pivots that do not result in high demand for water.

Additionally, when analyzing the relationship between center pivots and irrigation withdrawal flows, we obtained an  $r^2 = 0.3828$ , which shows that there is no significant correlation between the variables. Thus, it is possible to infer that central pivots, present in 8.2% (n = 49) of the agricultural establishments that use irrigation in the microregion, are not the main vectors for high water demand. This shows that not all of the intensive demand for irrigation water feeds central pivots. This corroborates the data presented by Pereira Jr. (2017), who states that pivots are not a major factor in the pressure on water supply.



This information suggests that other irrigation methods and other irrigated crops may be responsible for the increased pressure on water demand in the region. We produced a visual depiction of the overlap of the distribution of the three main temporary crops of the microregion with the most intensively used ottobacias for irrigation (Figure 4).

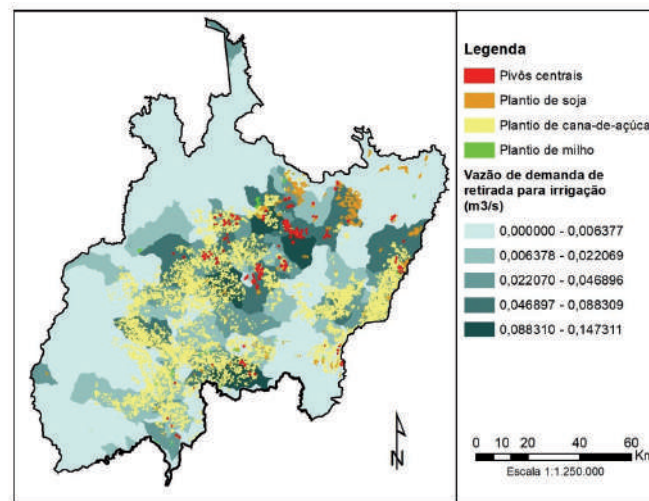


Figure 4 – Overlap of the central pivots, soybean, sugarcane and corn plantations with the flow rates of irrigation withdrawal demands (m<sup>3</sup>/s) in the Ceres Microregion, Goiás State.

Source: Lapig, 2019; IBGE, 2017.

Although the overlap demonstrates that temporary crops are distributed over basins that have irrigation demands greater than 0.0063 m<sup>3</sup>/s, this distribution does not show correlation with basins with higher irrigation intensity (flow greater than 0.0883 m<sup>3</sup>/s). Nevertheless, the grants in these last basins were for sugarcane agro-industries such as CRV Industrial in Santa Isabel, Jalles Machado in São Luiz do Norte and Agro-Rub Farming in Nova Glória, even though they were not used for temporary crops at the time of the mapping, in 2016. This information suggests the existence of a significant water demand for industrial sugarcane processing, which consumes, on average, 21 m<sup>3</sup>/ton (ELIA NETO, 2005).

We assessed also the quantitative water balance, which represents the difference between water supply and demand per basin. The water balance data obtained by SNIRH (2019) were compared with the watershed discharge data for different uses: irrigation, urban supply and industry. Figure 5 illustrates this overlap.

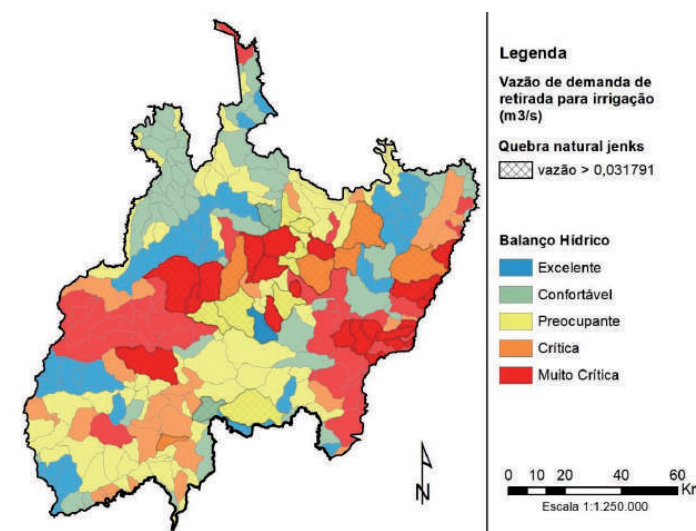


Figure 5 | Overlap of the largest flow rates of withdrawal demand for irrigation, referring to the upper class of natural break Jenks with the water balance of the watersheds in the Ceres Microregion, Goiás State.

Source: Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (SNIRH, 2019).



Regression analysis shows that there is no significant correlation ( $r^2 = 0.001$ ) between water balance (dependent variable) and withdrawal flow for urban supply; it also has no correlation ( $r^2 = 0.009$ ) in the balance with the withdrawal flow for industrial use, as well as the water balance with the withdrawal for irrigation ( $r^2 = 0.163$ ). Thus, we found that the water balance has not been affected by the uses of specific sectors.

Regarding systematic records of socioenvironmental conflicts over water, they do not exist for the Ceres Microregion between 2009 and 2018 (CPT, 2019). However, we found records of complaints and warning notices from the District Attorney's Office; notifications of infraction and embargoes issued by the State Department of Environment and Development of Goiás (Semad); and news stories in local newspapers reporting water scarcity problems faced by urban populations in the microregion, as well as irregularities in water catchment, whether by agricultural enterprises, industries and municipal governments.

In order to mitigate problems of water scarcity, the municipality of Ceres issued Normative Resolution No. 0110/2017, containing water-rationing measures. The municipality also adopted a "water rationing plan", aimed specifically at the urban population.

Documents issued by the Goiás' Agency for Regulation, Control and Inspection of Public Services (AGR) include several reports of water shortages in the municipalities of Rialma, Barro Alto, Ceres, Rialma and São Luís do Norte. These municipalities are among the largest consumers of water, according to the data presented in Figure 2 and Table 2. Nevertheless, most of these occurrences resulted from operational problems, such as clogging, pump malfunction, lack of electricity for pumping, among others. None of the 2017 and 2018 occurrences were related to water scarcity.

## **4 CONCLUSIONS**

From our analysis, we concluded that water withdrawal varies considerably among the basins of the Ceres Microregion. This is due both to the intrinsic characteristics of available basin flow and to water use derived from different modalities of land use. In general, the highest withdrawal intensity is correlated with irrigation activity and especially with sugarcane cultivation, both in agricultural production and in industrial processing. The grants found for the basins with highest water demands refer to sugar and alcohol plants – not to crop irrigation. Despite the frequent use of central pivots in sugarcane cultivation, impact of irrigation by central pivots is small in relation to the total water consumed for sugarcane. The spatial distribution of pivots is not related to the most intensively used basins.

The literature states that sugarcane cultivation in the studied microregion is one of the main factors for the occurrence of social and environmental conflicts over water resources. However, existing systematic records provide no data on water-related conflicts for the region even though several legal and administrative acts have been issued due to misuse or overuse of water by some sugarcane companies.

Despite its small spatial participation in the studied territory, the importance of sugarcane cultivation in water consumption was confirmed in our study. This includes water used in industrial processing. This exempts central pivots from the leading role in water demand. We also consider water consumed by the other temporary crops (soybean and corn) and by industrial activities. Although livestock predominates in the landscape of the microregion, water consumption by this sector does not significantly impact the total water demand.

In some basins a high percentage of water demand is for urban consumption, especially in the cases of the municipal seats of Hidrolina, Goianésia and Ipiranga de Goiás, the last two classified as having a high risk of shortage. In these basins there is competition between urban and industrial uses, although total demand is low. On the other hand, the seats of the municipalities of Barro Alto, Ceres, Rialma and São Luís do Norte have high urban demand but the participation of irrigation is high. These municipalities are not classified as critically prone to water scarcity. Even though the lack of water records in these

urban centers in recent years has coincided with the most demanded basins for irrigation, we found that most of the problems were operational and thus they were not related to water scarcity.

This research reinforces the importance of using geospatial tools to corroborate or complement exploratory studies of the correlation between production data, water demand and water use. Our research illustrates a methodological path that can be replicated in other basins or other spatial contexts, using data on water balance, land use and land cover, and other grants to plan or regulate local uses from water. Decision-making needs to consider local specificities and focus on competing uses of water.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the CAPES Foundation for funding the National Program for Academic Cooperation - PROCAD project entitled "New Frontiers in the West: Relationship between Society and Nature in the Ceres Microregion in Goiás (1940-2013)".

## REFERENCES

ANA – Agência Nacional de Águas. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. Acesso em: 20 de abril de 2019.

ANA – Agência Nacional de Águas; Embrapa Milho e Sorgo. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. - 2. ed. - Brasília: ANA, 2019.

GUIMARAES, D. P.; LANDAU, E. C. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013. Embrapa Milho e Sorgo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2014.

BRITO, Gustavo Henrique Mendes et al. **DETERMINAÇÃO DA ÁREA CULTIVADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NA MICRORREGIÃO DE CERES (GO) ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT TM**. Cientific@-Multidisciplinary Journal, v. 2, n. 1, p. 71-83, 2015.

CAMPOS FILHO, Romualdo Pessoa. **Um olhar geopolítico sobre a água no cerrado: apontamentos para uma preocupação estratégica**. Cerrados: perspectivas e olhares, p. 93, 2010.

CASTILHO, Denis. A Colônia Agrícola Nacional de Goiás (CANG) e a formação de Ceres-GO-Brasil. **Élisée-Revista de Geografia da UEG**, v. 1, n. 01, p. 117-139, 2012.

CASTRO, Selma Simões de et al. **A expansão da cana-de-açúcar no cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo**. 2010.

CARVALHO, Ivan Ricardo et al. **Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 9, n. 17, p. 969, 2013.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA, 2019. **Conflitos pela Água 2019**. Disponível em: <<https://www.cptnacional.org.br/component/jdownloads/category/6-conflitos-pela-agua>> Acesso em: 28 de março de 2019.

DA SILVA, Fernando A. Macena et al. **Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no Estado de Goiás**. 2008.

DAS CHAGAS, Arley Henrique Borges et al. **Gestão das Águas no Estado de Goiás: Perspectivas para a participação da Universidade na instalação e atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e Afluentes**

**Goianos do Rio Maranhão.** *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 6, n. 2, p. 147-166, 2017.

DUTRA, Sandro et al. **A Expansão Sucroalcooleira e a Devastação Ambiental nas Matas de São Patrício, Microrregião de Ceres, Goiás.** *História, histórias*, v. 1, n. 2, p. 230-247, 2013.

ELIA NETO, A. **Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar.** In: MACEDO, I.C. et al., *A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: ÚNICA, 2005. P 104 a 110.

FERREIRA, Lara Cristine Gomes. **As paisagens regionais na Microrregião de Ceres (GO): das colônias agrícolas nacionais ao agronegócio sucroenergético.** 2016. 296 f., il. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

FERREIRA, Lara Cristine Gomes; DE DEUS, João Batista. **O uso do território e as redes na microrregião Ceres (GO): o caso das agroindústrias sucroalcooleiras.** *Boletim Goiano de Geografia*, v. 30, n. 2, p. 67-80, 2010.

GALVÃO, Jucilene; BERMANN, Célio. **Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas.** *estudos avançados*, v. 29, n. 84, p. 43-68, 2015.

GIUSTINA, C. C., SILVA, S., & MARTINS, E. (2018). **Geographic reconstruction of a Central-West Brazilian landscape devastated during the first half of the 20th century: Mato Grosso de Goiás.** *Sustentabilidade Em Debate*, 9(3), 44 - 63. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n3.2018.18588>

GONÇALVES DA SILVA BARBALHO, M., DUTRA e SILVA, S., & CHRISTIAN DELLA GIUSTINA, C. C. D. G. (2015). **Avaliação Temporal do Perfil da Vegetação da Microrregião de Ceres Através do Uso de Métricas de Paisagem.** *Boletim Goiano De Geografia*, 35(3), 472-487. <https://doi.org/10.5216/bgg.v35i3.38837>

IBGE, 2010. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em 10 de março de 2019.

IBGE, 2019. **Produção Agrícola Municipal.** Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>> Acesso em 10 de março de 2019.

IMB - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos, 2019. **Bancos de Dados Estatísticos do Estado de Goiás.** Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/bde/>; Acesso em: 20 de abril de 2019.

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck. **Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado.** *Ciência e Cultura*, v. 63, n. 3, p. 27-29, 2011.

LITTLE, Paul E.. **Os Conflitos Socioambientais: um Campo de Estudo e de Ação Política.**(Org.) BURSZTYN, M. A *Difícil Sustentabilidade: Política energética e conflitos ambientais*. Rio de Janeiro: Ed. Garamond Ltda, p. 107-122, 2001.

MARTINS, ATAALBA. **As Ações Cíveis Públicas Ambientais na Comarca de Ceres-GO: a aplicabilidade da Lei nº 7.347/85 pelo Judiciário por meio da provocação do Ministério Público do Estado de Goiás e a judicialização da preservação do meio ambiente.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente), Centro Universitário Anápolis. 2017.

MENDONÇA, Marcelo Rodrigues. **As Transformações Espaciais no Campo e os Conflitos pelo Acesso a Terra e a Água: As Novas Territorialidades do Agrohidronegócio em Goiás.** *PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho*, v. 16, 2015.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. **Os conflitos na sociedade moderna: uma introdução conceitual.** Marcel Bursztyn, A difícil sustentabilidade: política energética e conflitos ambientais, Garamond, Rio de Janeiro, 2001.

OLIVEIRA Jr et al. 2013. **Estudos Microrregionais.** Estudos e Pesquisas Econômicas, Sociais e Educacionais sobre as Microrregiões do Estado de Goiás – Microrregião de Ceres. Goiânia: Instituto Federal de Goiás, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, Lindolfo Caetano et al. **O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, 2017.

PERES, A. L. G. P. **Rio das Almas: Políticas Públicas para garantir a segurança hídrica do município de Ceres.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente), Centro Universitário Anápolis. 2017.

PORTO, M. F. MILANEZ, B. **Eixos de desenvolvimento econômico e geração de conflitos socioambientais no Brasil: desafios para a sustentabilidade e a justiça ambiental.** Ciência & Saúde Coletiva 2009, 14 (6).

SANEAGO. **Relatório de Sustentabilidade.** 2018. Disponível em < [https://www.saneago.com.br/2016/lai/rel\\_sustentabilidade\\_2018.pdf](https://www.saneago.com.br/2016/lai/rel_sustentabilidade_2018.pdf) > Acesso em 24 de abril de 2019.

SAUER, Sérgio; PIETRAFESA, José Paulo. **Cana-de-açúcar,** financiamento público e produção de alimentos no cerrado. 2012.

SILVA, F. A. M., MÜLLER, A. G., LIMA, J. E. W., & MEDRADO, E. (2008). **Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no Estado de Goiás.** Anais do IX Simpósio Nacional do Cerrado, Parlamundi, Brasília, 2018. Disponível em < [http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20\(Pc210\)/trabalhos\\_pdf/00825\\_trab1\\_ap.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20(Pc210)/trabalhos_pdf/00825_trab1_ap.pdf) > Acesso em 10 de abril de 2019.

VICTORINO, Valério Igor P. **Monopólio, conflito e participação na gestão dos recursos hídricos.** Ambient. Soc., Campinas, v.6, n. 2, p. 47-62, dez. 2003. Acesso em: 28 de novembro de 2017.

# Análise geoespacial dos usos da água e os conflitos potenciais na microrregião de Ceres (Goiás)

*Geospatial analysis of water uses and potential conflicts in  
the microregion of Ceres (Goiás)*

Cristiane Gomes Barreto<sup>a</sup>

Renato Arthur Franco Rodrigues<sup>b</sup>

José Augusto Leitão Drummond<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Desenvolvimento Sustentável, professora adjunta do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: crisgbarreto@gmail.com*

<sup>b</sup>*Mestrando do Programa de Pós-graduação do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: renatoarthur@gmail.com*

<sup>c</sup>*Doutor em Recursos da Terra, professor associado IV do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: jaldrummond@uol.com.br*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24406

Received: 30/04/2019

Accepted: 25/09/2019

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

Os conflitos pela água vêm se ampliando em todo o mundo, especialmente em áreas que experimentam rápidas transformações no uso e ocupação do solo. A microrregião de Ceres (Goiás) passou por um acelerado processo de agroindustrialização canavieira nos últimos anos e, com isso, percebem-se problemas de escassez hídrica. Este trabalho contribui para a compreensão dos potenciais conflitos socioambientais pelos recursos hídricos na microrregião de Ceres (Goiás) a partir da avaliação das formas, intensidade e distribuição espacial do consumo de água em diferentes bacias da microrregião. Foram analisados dados de demandas hídricas, balanço hídrico, produção sucroalcooleira, irrigação e outros a partir de ferramentas geoestatísticas. Os resultados apontam para o forte impacto da cultura canavieira sobre o consumo hídrico, embora essa atividade não esteja correlacionada com o déficit hídrico na maior parte das bacias, o que sugere que esta não seja, isoladamente, a atividade responsável por situações de escassez hídrica ou conflitos relacionados ao desabastecimento.

Palavras-chave: Conflitos Socioambientais. Recursos Hídricos. Análise Geoespacial. Microrregião de Ceres.



## ABSTRACT

*Conflicts related to water have been expanding around the world, especially in areas which experience rapid changes in land use and occupation. The Ceres microregion (Goiás) has passed by an accelerated process of sugar cane agroindustrialization in recent years and water scarcity problems has been perceived. This work contributes to understand potential environmental conflicts related to water resources in Ceres microregion by the evaluation of the ways, intensity and spatial distribution of water consumption in different basins of the microregion. It was analyzed secondary data from water demands, sugar and alcohol production, irrigation and others from geostatistical tools. The results suggest that sugar cane crops have a strong impact over water consumption, although this activity is not related to the water deficit in most of the basins, what suggests it is not, alone, responsible for situations of water scarcity or conflicts associated to shortages.*

*Keywords: Socio-environmental Conflicts. Water Resources. Geospatial Analysis. Ceres Microregion.*

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo da água no Cerrado para a irrigação das culturas agrícolas tem contribuído para o incremento da produtividade dessa região ao passo que também a coloca em risco de escassez hídrica (CAMPOS FILHO, 2010). Essa redução na disponibilidade de água pode funcionar como um propulsor de conflitos ao ameaçar os seus usos múltiplos (GALVÃO; BERMANN, 2015).

O conflito surge da disputa entre dois ou mais grupos com interesses divergentes e o conflito ambiental tem ainda outra característica intrínseca: a disputa por um ou mais recursos naturais (LITTLE, 2001; NASCIMENTO, 2001). Nesse sentido, um dos principais recursos naturais em embate é a água, e os conflitos pelo uso desse recurso vêm se ampliando em todo o mundo, culminando inclusive em diversas tensões geopolíticas. Segundo Porto e Milanez (2009), os conflitos socioambientais tendem a se intensificar nos países que exportam commodities, como o Brasil.

Segundo relatório da Comissão Pastoral da Terra (CPT), entre 2011 e 2016, os conflitos pela água cresceram 150% neste País (CPT, 2019). Em 2009, os conflitos em torno da água no Brasil ocorriam principalmente em função do uso inadequado do recurso pelas hidrelétricas e atingiu 40.335 famílias. Em 2018, esse número aumentou para 73.693 famílias por diversas razões, desde a apropriação particular do recurso por comunidades até a poluição por mineradoras (CPT, 2019).

A agroindustrialização propiciou a incorporação e a transformação de recursos (terra e água) de vastas áreas de Cerrado, que eram pouco aproveitadas para a agricultura comercial. Dessa maneira, autores como Mendonça (2015) asseveram que outras regiões que passaram por transformações similares experimentaram conflitos em torno da exploração e usos da terra e da água.

A microrregião de Ceres, localizada no centro do estado de Goiás, se destaca por enfrentar uma rápida mudança no uso do solo nos últimos 15 anos (BARBALHO et al., 2015; DELLA GIUSTINA et al., 2018; DUTRA et al., 2013; FERREIRA, 2016). Normalmente essa transformação ocorre, no Cerrado, acompanhada pela intensificação no uso da água, em especial para a produção agrícola (CAMPOS FILHO, 2010). Alguns estudos atribuem à cultura canavieira a construção de novas paisagens, dinâmicas sociais e conflitos, especialmente no que se refere ao uso da água, na microrregião de Ceres (BARBALHO et al., 2015; BRITO et al., 2015; FERREIRA, 2016). A produção de cana-de-açúcar se iniciou nessa microrregião a partir de 1968, com a instalação da destilaria da Sociedade Açucareira Monteiro de Barros em Goianésia e se expandiu com o incentivo do Programa Nacional do Alcool (Proálcool) na década de 1970. Depois de algumas crises enfrentadas pelo setor, o Plano Nacional da Agroenergia no Brasil (2006 – 2011) deu um novo incentivo à produção canavieira, levando a um aumento significativo dessa atividade na microrregião de Ceres (BRITO et al., 2015; OLIVEIRA Jr. et al., 2013).

Paralelamente ao crescimento canavieiro na microrregião, alguns municípios têm enfrentado problemas de escassez hídrica. A Empresa de Saneamento de Goiás S/A – Saneago listou quatro cidades da microrregião entre aquelas com maior risco de desabastecimento hídrico no estado de Goiás para os próximos anos (SANEAGO, 2018). São diversas as queixas sobre a falta de água em áreas urbanas nos veículos de comunicação das cidades da microrregião. Os conflitos em torno da água nessa região se materializam pelas denúncias e reclamações recebidas pela Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR) e pelos diversos autos de notificação e infração, embargos e outros atos emitidos pelo Ministério Público de Goiás (MPGO) e pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento (Semad) (MARTINS, 2017; PERES, 2017). Boa parte desses atos recaem sobre o setor canavieiro que, na percepção popular, suportada por alguns estudos, atribuem à irrigação da cultura canavieira o maior uso da água na região e a consequente geração de conflitos socioambientais (CASTRO, 2010; DUTRA, 2013; FERREIRA, 2016).

Por outro lado, observa-se que a pecuária é a atividade que domina a paisagem rural da microrregião de Ceres e que a atividade industrial tem um papel muito importante na sua economia (OLIVEIRA Jr., 2013), o que é ignorado nos estudos de demanda hídrica para a região (SILVA, 2008). Além disso, as demandas e o balanço hídrico são muito variáveis entre as bacias (LIMA, 2011), o que nos leva à necessidade de conhecer em detalhe as características de uso das bacias para propiciar decisões mais acertadas na regulação dos usos concorrentes da água e evitar, minimizar ou solucionar situações de conflito em torno do seu uso.

Esta pesquisa pretende contribuir para uma melhor compreensão dos usos concorrentes da água e a sua relação com conflitos socioambientais na microrregião de Ceres (GO). O objetivo é avaliar a intensidade de consumo de água em diferentes bacias da microrregião de Ceres e, a partir disso, estimar quais municípios passam por riscos potenciais de disputas em torno do uso dos recursos hídricos, considerando as diferentes atividades e setores econômicos. E, com isso, sugerir meios de avaliar riscos de conflitos a partir de informações geoespaciais sobre o consumo da água.

## **2 MÉTODOS**

A região de estudo da microrregião de Ceres é composta por 22 municípios: Barro Alto, Carmo de Rio Verde, Ceres, Goianésia, Guaraíta, Guarinos, Hidrolina, Ipiranga de Goiás, Itapaci, Itapuranga, Morro Agudo de Goiás, Nova América, Nova Glória, Pilar de Goiás, Rialma, Rianápolis, Rubiataba, Santa Isabel, Santa Rita do Novo Destino, São Luiz do Norte, São Patrício e Uruana. Esse território tem uma área de 1.316.283 ha e uma população estimada de 249.632 em 2018 (IMB, 2019). Em comparação com o Brasil e Goiás, a microrregião possui considerável concentração do PIB na Indústria e na Agropecuária (OLIVEIRA Jr. et al., 2013).

Foram avaliadas as demandas hídricas estimadas pelo Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (Snirh), em conjunto com dados espaciais de produção sucroalcooleira provenientes do projeto CanaSat, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig).

Os usos consuntivos contemplados nos documentos de planejamento do Snirh aqui analisados, são: urbano, rural, industrial, irrigação, criação de animais e outros, o que inclui uso em termelétricas e mineração. Vale ressaltar que não há informações relevantes sobre conflitos registrados para a microrregião compiladas pela Comissão Pastoral da Terra, que reúne o principal banco de dados a respeito de conflitos no País. Foram utilizados dados de produção, estabelecimentos e efetivos do Instituto Mauro Borges (IMB), o Censo Agropecuário de 2017, o Censo Demográfico de 2010, entre outros. Com relação às informações de embargos, autos de infração, autos de notificação e similares, foram consultados a Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR), o Ministério Público de Goiás e a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento de Goiás (Semad).

As demandas hídricas estimadas pelo Snirh foram feitas com base nas outorgas de uso dos recursos hídricos estaduais e federais emitidas para as atividades industriais até julho de 2014. A demanda animal foi calculada com base nos tamanhos dos rebanhos por município para o ano de 2013, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); a demanda humana considerou dados da estimativa populacional municipal do IBGE para o ano de 2013; e a demanda para irrigação foi calculada para o ano-base de 2014 utilizando dados dos planos de recursos hídricos, da Agência Nacional de Águas (ANA) e do levantamento de pivôs por imagem de satélite, além de taxas anuais de crescimento da área irrigada.

Os *shapefiles* das demandas totais e setoriais foram obtidos no banco de dados do Snirh em setembro de 2018. A sobreposição dos dados espaciais permitiu avaliar os padrões da distribuição dos cultivos e da intensidade da vazão de água extraída nas ottobacias (unidades hidrográficas que compõem uma bacia hidrográfica).

Para as análises de regressão, foram utilizadas as ferramentas *Geographically Weighted Regression* e *Exploratory Regression* do Esri ArcMap 10.6.1.9270, que usa regressão linear para modelar relações espacialmente variáveis. Nesta pesquisa foram avaliadas as relações entre a vazão de demanda de retirada de água para irrigação (variável dependente) com a área dos pivôs centrais (variável explicativa) e, também, o balanço hídrico (variável dependente) com as vazões de retirada (variáveis explicativas). Os níveis de significância adotados foram de  $p < 0,01$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população da microrregião de Ceres é predominantemente urbana, com 83,3% das pessoas vivendo em área urbana e 16,7% em área rural (IBGE, 2018). No último decênio (2008 a 2018), o crescimento médio anual da população da microrregião de Ceres foi de 0,46%, abaixo dos dados observados para o estado de Goiás (1,90%). A microrregião vem apresentando uma tendência de queda na sua taxa de crescimento populacional desde o ano de 2013 (IMB, 2019).

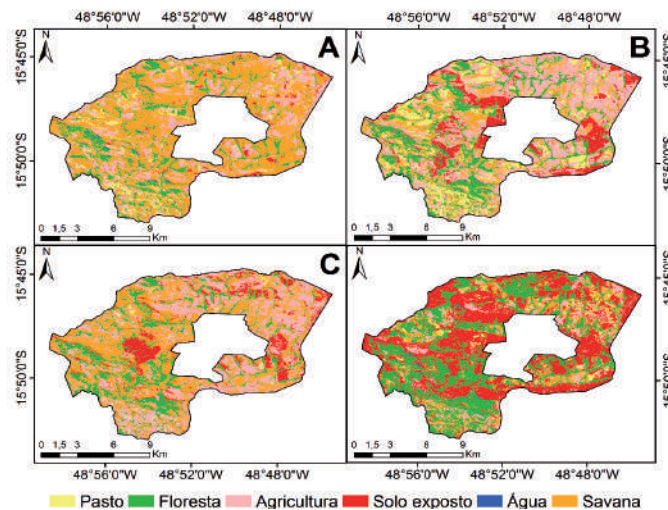
Em 2017, existiam 11.862 estabelecimentos agropecuários, ocupando 1.069.457 ha, 81,24% da área da microrregião. A paisagem rural é dominada por pastagens, predominantemente plantadas, seguidas por vegetação nativa e lavouras (Tabela 1).

**Tabela 1** | Classes de uso do solo dos estabelecimentos agropecuários, por área, em hectares e percentual, na microrregião de Ceres, no estado de Goiás.

Uso do solo	área	
	Hectares	Percentual
PASTAGENS	661.759	61,88%
VEGETAÇÃO NATIVA	192.868	18,03%
LAVOURAS TEMPORÁRIAS	156.814	14,66%
LAVOURAS PERMANENTES	19.077	1,78%
OUTROS	38.939	3,64%
TOTAL	1.069.457	100%

Fonte: IBGE (2018).

Embora as lavouras temporárias (predominantemente cana-de-açúcar, soja e milho) representem menos de 15% da paisagem rural da microrregião, elas têm aumentado expressivamente nos últimos dez anos. A área cultivada com cana-de-açúcar na microrregião passou de 84.006 hectares (ha) em 2007 para 101.340 ha em 2017, o que representou um aumento de 21% (Figura 1). A soja passou a ocupar 20.970 ha em 2017, depois de aumentar a sua área cultivada em 123% em dez anos (IMB, 2019). Junto com os cultivos de milho, com 10.850 ha, e as extensas pastagens, com 661.759 ha, essas culturas dominavam a paisagem rural da microrregião em 2017 (IBGE, 2018).

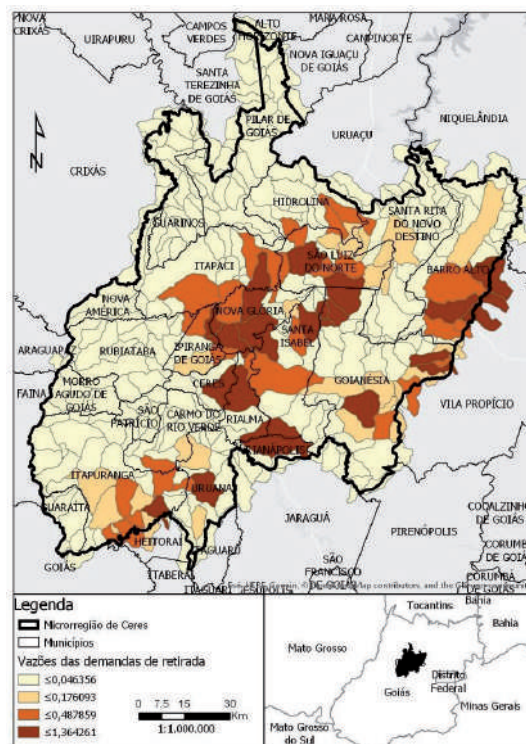


**Figura 1** | Evolução anual, de 2000 a 2017, na área plantada de cana-de-açúcar, milho e soja, em hectares, na microrregião de Ceres, no estado de Goiás.

Fonte: IMB (2019).

O plantio de cana aumentou 63% em área de 2006 a 2017, enquanto a soja ampliou a sua área plantada em 84% no mesmo período. Ainda assim, a representatividade da cana (65%) é superior à das outras culturas temporárias na microrregião de Ceres (IBGE, 2018). Por outro lado, a cultura canieira demonstrou uma tendência de expansão até o ano de 2011, a partir de quando se estabilizou na faixa dos 105 mil ha plantados, ao passo que a soja continua ampliando a sua participação na área plantada da região.

No que se refere às características espaciais dos usos da água, avaliamos a intensidade das vazões de retirada de água na microrregião estudada. Os dados encontram-se apresentados por ottobacias, que são as unidades mínimas de planejamento hidrográfico no País. A Figura 2 mostra a intensidade das vazões de retirada para as 309 ottobacias da microrregião de Ceres.



**Figura 2** | Intensidade das vazões de retirada de água na microrregião de Ceres, Goiás.

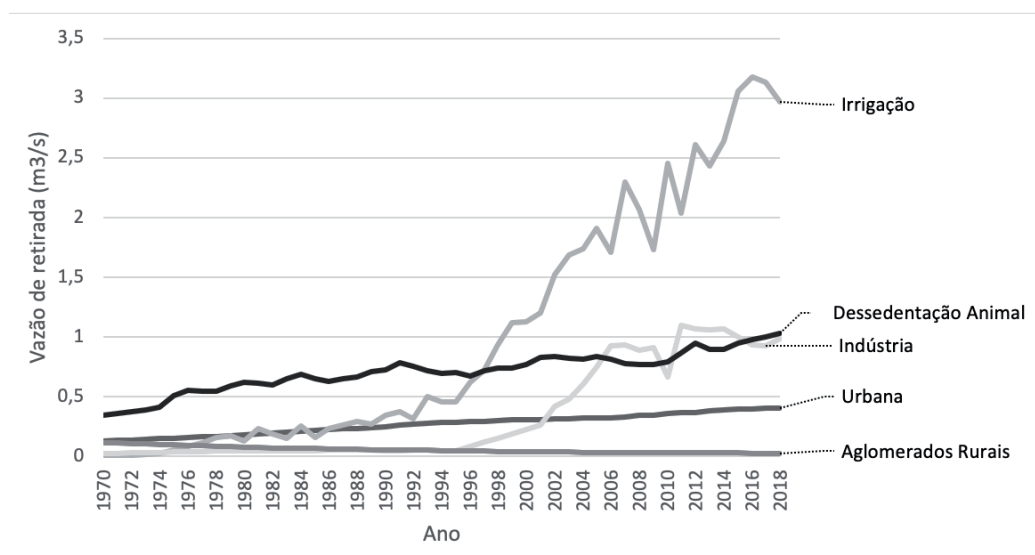
Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2019).



Os consumos variam de 0,00033 a 1,36 m<sup>3</sup>/s por bacia. As bacias com os usos mais intensivos, com base no valor da vazão de retirada total, se distribuem especialmente pelos municípios de Barro Alto, Nova Glória, São Luiz do Norte, Santa Isabel, Goianésia, Ceres, Rialma, Rianópolis e Uruana. A maior parte das bacias que sofrem pressão intensa de uso associa-se à região hidrográfica do Rio das Almas (64993 – Foz Rio S. Patrício / Rio do Peixe; 64995 – Foz Rio do Peixe / Rio Verde), o leste da bacia hidrográfica do Rio S. Patrício e do Rio dos Patos, a leste da microrregião.

Até março de 2019, estavam vigentes 91 outorgas emitidas pelo estado de Goiás para a microrregião de Ceres (SNIRH, 2019). Elas autorizam a retirada de até 4,46 m<sup>3</sup>/s de água a partir de corpos hídricos subterrâneos e superficiais. Desse total, 65 foram concedidos para a irrigação (3,22 m<sup>3</sup>/s); 12 para o abastecimento urbano ou rural (0,69 m<sup>3</sup>/s); 11 para indústrias (0,51 m<sup>3</sup>/s) e o restante se destina à aquicultura e outros usos. Esses valores representam, em termos de vazão, 72,19% para a irrigação, 15,47% para o abastecimento urbano ou rural; 11,46% para indústrias e 0,88% para outros usos.

Contudo, essa realidade é muito variável e algumas bacias estão bem mais sobrecarregadas do que outras, com diferentes demandas. Os dados de demanda hídrica entre 1970 e 2018, baseados na vazão de retirada para diferentes usos, também variaram muito ao longo do tempo (Figura 3).



**Figura 3** | Principais demandas hídricas setoriais na microrregião de Ceres, no estado de Goiás, entre os anos de 1970 e 2018, medidas em vazões de retirada de água por m<sup>3</sup>/s.

Fonte: ANA (2019).

A retirada de água para os aglomerados rurais diminuiu em termos absolutos, mas sem apresentar uma variação expressiva ao longo de quase 50 anos. Por outro lado, nas áreas urbanas, observa-se um crescimento quase contínuo. Isso pode ser explicado pela mudança no perfil de domicílio da população da região, cuja população urbana da microrregião aumentou de 50% em 1980 para 67% em 1991, 78% em 2000 e agora está em 83% (IBGE, 2010).

Em meados dos anos 1990, observa-se um aumento marcante do consumo nas indústrias, que alcançou um patamar mais ou menos estável a partir do ano de 2006. Esse aumento pode ser atribuído ao incremento do setor sucroalcooleiro na região (FERREIRA, 2016). A maior parte desse consumo atualmente está ligada às usinas canavieiras (70%), bem como à indústria de carne e laticínios (19%), à mineração (6%) e às outras indústrias (5%) (SNIRH, 2018).

O patamar de consumo da indústria concorre, em números absolutos, com as vazões destinadas à dessedentação animal, que cresceu moderada e continuamente no período analisado. Nesse período, o rebanho bovino oscilou entre 960 mil e 1,2 milhão de cabeças (IMB, 2019).



Contudo, a retirada de água para irrigação, que era equivalente àquela destinada às áreas urbanas entre o final dos anos 1970 e o início dos anos 1990, mostrou uma tendência de crescimento expressivo a partir de 1995, com algumas oscilações entre os anos de 2005 e 2013. Nesse período, de alta instabilidade financeira no País, a área plantada de cana-de-açúcar oscilou bastante, até que voltou a crescer em 2015, e mostra uma leve queda atualmente (FERREIRA, 2016).

Para uma análise espacial exploratória relativa aos tipos de uso e à intensidade de demanda total, foram calculados os coeficientes de correlação dos valores de vazão setoriais em relação à demanda total. O único setor que apresentou correlação significativa ( $r = 0,997$ ,  $n = 309$ ) foi o de irrigação, o que pode sugerir que é nas bacias, onde há maior presença de irrigação, que há uma maior demanda total pela água. Os outros usos apresentaram valores pouco expressivos de correlação, variando de  $r = 0,137$  para a vazão rural,  $r = 0,210$  para a industrial,  $r = 0,149$  para a urbana e  $r = 0,11$  para animais. A área da bacia também foi analisada e não mostrou correlação significativa com a demanda total ( $r = 0,26$ ,  $n = 309$ ).

Entre as bacias que têm as dez maiores demandas, os usos são predominantemente voltados para a irrigação, variando em uma faixa de 97,98% a 99,82% da destinação dos usos, exceto pela ottobacia 6482311, localizada no município de Barro Alto, e na bacia do Rio dos Patos, cuja demanda é dividida entre irrigação (73,21%) e uso industrial (26,44%), sendo este último notadamente destinado para indústrias da mineração (Tabela 2).

**Tabela 2 |** Dados de vazão e percentual da contribuição das dez maiores demandas totais de uso consuntivo da água, por demandas setoriais, por ottobacia e municípios, na microrregião de Ceres, estado de Goiás.

Ottobacia	Municípios	Total (m3/s)	Urbana	Irrigação	Rural	Animal	Industrial
64951	Nova Glória, Rialma e Ipiranga de Goiás	1,36426076	1,04%	98,79%	0,01%	0,15%	-
648251	Goianésia	1,32136693	-	99,95%	0,00%	0,05%	-
649912	Rianápolis, Rialma e Santa Isabel	0,95211993	1,02%	97,98%	0,05%	0,96%	-
648213	Barro Alto	0,91348924	-	99,83%	0,01%	0,16%	-
6482311	Barro Alto	0,83970716	-	73,21%	0,01%	0,34%	26,44%
6491783	Goianésia	0,75678463	-	99,82%	0,00%	0,17%	-
649252	Nova Glória e Ipiranga de Goiás	0,71752573	-	99,73%	0,02%	0,25%	-
649172	São Luiz do Norte	0,71642803	0,87%	98,82%	0,01%	0,29%	-
649837	Itapuranga	0,7081769	-	99,55%	0,01%	0,44%	-
649832	Uruana	0,6348115	-	99,11%	0,06%	0,83%	-

Fonte: SNIRH (2018).

Nas dez bacias com o uso mais intensivo, a vazão no uso da água para os setores urbano e rural, bem como para usos animais (pecuária), dificilmente ultrapassa 1% da demanda total. É o caso da ottobacia 64951, que abastece a sede municipal de Nova Glória; e da ottobacia 649912, que abastece a sede de Rianápolis. Algumas ottobacias abastecem duas ou mais sedes municipais, como é o caso da 64955, que abastece Rialma e Ceres, com uma destinação de 13,32% da sua vazão total (0,0979 m3/s) para o uso urbano.

Mesmo com um uso total de água menos intensivo em relação a outras bacias, o abastecimento urbano concorre com a irrigação e a indústria em algumas bacias, podendo gerar maior conflito nas épocas de escassez. São os casos das bacias 6482643 (retirada total = 0,5454 m3/s; sendo 17% urbano, 79%

industrial e 4% outros), 6482642 (retirada total = 0,0806 m<sup>3</sup>/s; sendo 17% urbano, 81% industrial e 2% outros), 649423 (retirada total = 0,0593 m<sup>3</sup>/s; sendo 15% urbano, 71% industrial e 14% outros), 649523 (retirada total = 0,0354 m<sup>3</sup>/s; sendo 11% urbano, 64% irrigação e 25% outros) que abastecem as sedes municipais de Goianésia e Ipiranga de Goiás, sendo que estas foram classificadas pela Companhia de Saneamento de Goiás S/A entre as cidades com maior risco de desabastecimento hídrico no estado de Goiás para os próximos anos (SANEAGO, 2018).

Um caso excepcional de proporção na vazão urbana é o município de Hidrolina, na região do vale do Rio São Patrício. Essa proporção corresponde a 60,42% da vazão total. Isso se explica pela baixa participação do setor agrícola e industrial na economia do município, baseada no comércio e na pecuária, cuja contribuição para o uso consuntivo da água chega a 38,59%. Mesmo que comparado aos demais esse município não tenha um uso intensivo de água, Hidrolina está entre as cidades com maior risco de desabastecimento hídrico no estado de Goiás (SANEAGO, 2018).

Apenas as ottobacias 694963, localizada no oeste do município de Guarinos, na bacia hidrográfica do Rio Caiamar; e 69487, ao norte do município de Pilar de Goiás, na bacia hidrográfica do Rio Formiga, dedicam uma proporção expressiva para a atividade industrial, chegando a 95,78% e 78,96% da demanda total, respectivamente. Apesar disso, ambas as bacias têm vazões baixas de retirada total (0,046 m<sup>3</sup>/s e 0,036 m<sup>3</sup>/s, respectivamente) em relação aos demais municípios, o que não configura um cenário de potencial disputa pelos recursos hídricos.

Fica demonstrado, a partir da análise de correlação, que a atividade de irrigação é responsável por uma demanda consuntiva significativamente maior do que os outros usos. Isso significa que ela impacta a demanda total de forma mais expressiva em relação às outras atividades, elevando a retirada total de água na bacia. Como observado na Tabela 2, a maior parte dessas bacias é preferencialmente dedicada à irrigação, sem oferecer concorrência com outros usos e, assim, potencializar conflitos entre os setores abastecidos.

A fim de compreender melhor as informações relativas às demandas hídricas da irrigação, verificamos também quais os meios de irrigação utilizados e quais as culturas que mais demandam irrigação.

Além de ser a cultura dominante na paisagem da região, a cana-de-açúcar é a que mais demanda irrigação. A necessidade hídrica da cana-de-açúcar está em torno de 1.780 mm/ciclo, podendo variar entre 1000 e 2000 mm/ciclo, sendo considerada uma cultura altamente exigente em água. A soja, segunda maior cultura plantada na microrregião, tem uma demanda hídrica entre 450 e 850 mm e o milho tem uma exigência que pode variar de 380 a 550 mm (CARVALHO et al., 2013). Outra informação que corrobora a pressão da cana-de-açúcar sobre a demanda hídrica é que, do total de 60.486 ha irrigados na microrregião, 81,38% se destinam apenas a essa cultura (SNIRH, 2018). Por outro lado, o estudo de Silva et al. (2008) atribuiu à microrregião de Ceres uma baixa demanda específica de irrigação para a cultura canavieira.

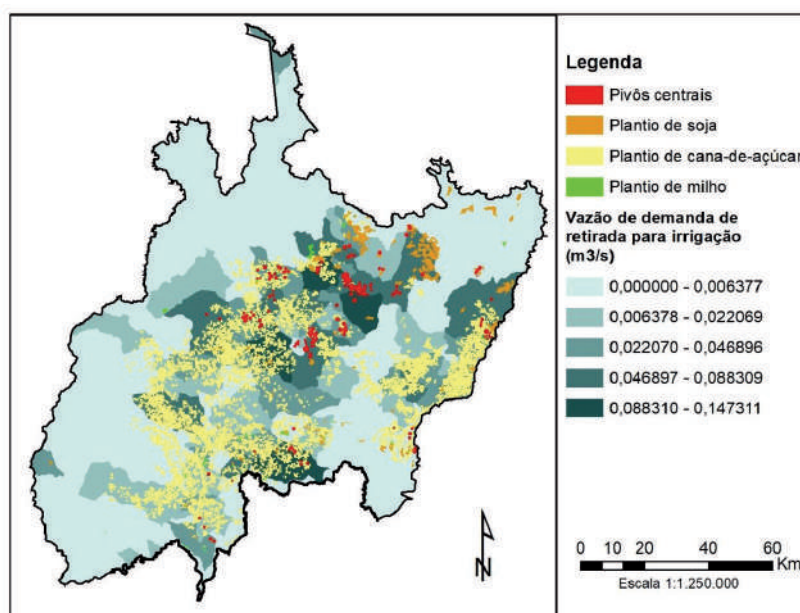
No que se refere ao uso dos pivôs nos diferentes cultivos agrícolas da microrregião, estudos anteriores (CASTRO, 2010; DUTRA, 2013; FERREIRA, 2016) indicam que boa parte deles se destina à cultura canavieira e que, além disso, essa cultura seria uma das principais ameaças geradoras de conflitos socioambientais em relação ao uso da água na região.

Verificamos que, das 106 ottobacias que têm usos destinados à irrigação, 48 (45%) abastecem 238 pivôs, que irrigam uma área total de 10.446 ha, cerca de 0,8% da área da microrregião (ANA; EMBRAPA, 2019). A partir de um mapa de densidade gerado pelo ponto centroe de dos pivôs, verificamos que não há sobreposição das áreas com mais pivôs e das bacias com maior intensidade de uso. Há bacias cuja água é intensivamente usada sem que existam pivôs, como é o caso das ottobacias 649252 (demanda total = 0,71 m<sup>3</sup>/s), 64951 (1,36 m<sup>3</sup>/s), 648213 (0,91 m<sup>3</sup>/s)

e 649837 (0,70 m<sup>3</sup>/s). Outras bacias, como a 649145 (demanda total = 0,10 m<sup>3</sup>/s), 6491711 (0,07 m<sup>3</sup>/s) e 649141 (0,04 m<sup>3</sup>/s), têm muitos pivôs que, ainda assim, não resultam em demandas intensivas de água.

Adicionalmente, ao analisar a relação entre os pivôs centrais e as vazões de retirada para irrigação, obtivemos um  $r^2 = 0,3828$ , o que mostra que não há correlação significativa entre as variáveis. Dessa forma, é possível inferir que os pivôs centrais, presentes em 8,2% (n = 49) dos estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação na microrregião, não são os principais vetores para a alta demanda hídrica. Isso mostra que nem todo o uso intensivo da água em irrigação é destinado para os pivôs centrais, o que corrobora os dados de Pereira Jr. (2017), que afirma que os pivôs não são um fator de grande pressão sobre as captações.

Essas informações sugerem que outros métodos de irrigação e outras culturas irrigadas também podem ser responsáveis pela maior pressão na demanda hídrica na região. Fizemos uma análise visual a partir da sobreposição da distribuição das três principais lavouras temporárias da microrregião com as ottobacias mais intensivamente utilizadas para a irrigação (Figura 4).

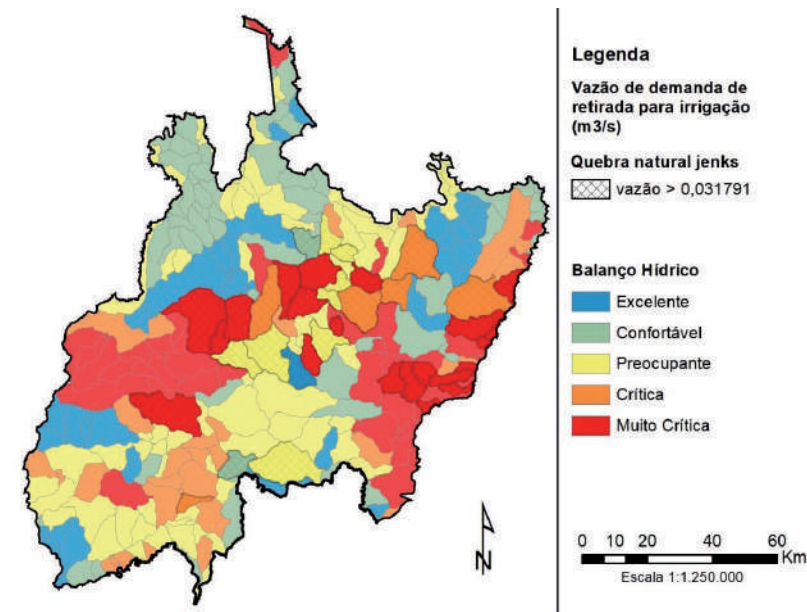


**Figura 4 |** Sobreposição dos pivôs centrais, plantios de soja, cana-de-açúcar e milho com as vazões das demandas hídricas de retirada para irrigação (m<sup>3</sup>/s) na microrregião de Ceres, no estado de Goiás.

Fonte: (IBGE, 2017; LAFIG, 2019).

Embora a sobreposição demonstre que as lavouras temporárias se distribuem sobre as bacias que têm demandas de irrigação superiores a 0,0063 m<sup>3</sup>/s, essa distribuição não mostra correlação com as bacias com maior intensidade de irrigação (vazão superior a 0,0883 m<sup>3</sup>/s). Apesar disso, as outorgas concedidas nessas últimas bacias eram para agroindústrias canavieiras, como a CRV Industrial em Santa Isabel, Jalles Machado em São Luiz do Norte e Agro-Rub Agropecuária em Nova Glória, por mais que não estivessem cultivadas com as lavouras temporárias à época do mapeamento, em 2016. Essa informação sugere a existência de uma expressiva demanda hídrica destinada ao processamento industrial da cana, que consome, em média, 21 m<sup>3</sup>/ton (ELIA NETO, 2005).

Outro aspecto avaliado foi o balanço hídrico quantitativo, que representa a diferença entre a oferta e a demanda de água por bacia. Os dados de balanço hídrico obtidos pelo Snirh (2019) foram confrontados com os dados de vazão de retirada das bacias para os diferentes usos: irrigação, abastecimento urbano e indústria. A Figura 5 ilustra essa sobreposição.



**Figura 5 |** Sobreposição das maiores vazões de demanda de retirada para irrigação, referentes a classe superior da quebra natural Jenks, com o balanço hídrico das bacias na microrregião de Ceres, estado de Goiás.

Fonte: Sistema Nacional de Informações em Recursos Hídricos (SNIRH, 2019).

A análise de regressão mostra que não há correlação significativa ( $R^2 = 0,001$ ) entre o balanço hídrico (variável dependente) e a vazão de retirada para abastecimento urbano; e também não tem correlação ( $R^2 = 0,009$ ) do balanço com a vazão de retirada para o uso industrial, assim como do balanço hídrico com a retirada para irrigação ( $R^2 = 0,163$ ). Assim, observa-se que o balanço hídrico não tem sido afetado por esses usos específicos setoriais.

No que se refere aos registros sistematizados de conflitos socioambientais em torno da água, eles inexistem para a microrregião de Ceres entre os anos de 2009 e 2018 (CPT, 2019). Contudo, foi possível encontrar registros de denúncias e autos de advertência do Ministério Público; autos de infração e embargos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento de Goiás (Semad); e notícias de jornais locais informando sobre problemas de escassez hídrica enfrentados por populações urbanas da microrregião, bem como irregularidades na captação de água, seja por empreendimentos agropecuários, indústrias e prefeituras municipais.

A fim de mitigar problemas de escassez hídrica, o município de Ceres editou a Resolução Normativa nº 0110/2017 com medidas de racionamento do abastecimento de água. Além disso, o município conta também com Plano de Racionamento, especialmente voltado para a população urbana.

Os relatórios da Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR) mostram diversas denúncias de falta de água nos municípios de Rialma, Barro Alto, Ceres, Rialma e São Luiz do Norte. Esses municípios estão entre os maiores consumidores de água, segundo os dados apresentados na Figura 2 e Tabela 2. Apesar disso, boa parte das ocorrências derivaram de problemas operacionais, como entupimento, mau funcionamento de bombas, falta de energia elétrica para o bombeamento, entre outros. Nenhuma das ocorrências de 2017 e 2018 se relacionou com a escassez de água.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das nossas análises, foi possível concluir que a retirada de água é muito variável entre as bacias da microrregião de Ceres, o que se deve tanto a características intrínsecas de vazão disponível das bacias quanto aos usos destinados à água em razão do uso do solo nas bacias. No geral, a maior

intensidade de retirada está correlacionada à atividade de irrigação e, especialmente, à cultura canavieira, tanto na produção agrícola quanto no processamento industrial. As outorgas encontradas para as bacias com maior demanda hídrica são referentes a indústrias sucroalcooleiras, não sendo destinadas à irrigação das culturas. Apesar do uso frequente de pivôs centrais na cultura canavieira, o impacto da irrigação por pivôs centrais é pequeno em relação ao total de água consumida para a cana-de-açúcar, e a distribuição espacial dos pivôs não se relaciona com as bacias mais demandadas.

A literatura apresenta a cultura canavieira da microrregião estudada como um dos principais fatores para a ocorrência de conflitos socioambientais em torno dos recursos hídricos. Contudo, entre os registros sistematizados existentes, não há dados de conflitos relacionados à água para a região mesmo que diversos atos jurídicos e administrativos já tenham sido instituídos em função do mau uso ou excesso de uso da água por algumas empresas canavieiras.

Apesar da sua pequena participação espacial no território estudado, esta pesquisa corrobora a importância da cultura canavieira no consumo de água, incluindo aquele destinado ao processamento industrial, eximindo, contudo, os pivôs centrais do papel de protagonismo na demanda hídrica. Consideramos também a participação das outras culturas temporárias (soja e milho), bem como das atividades industriais nas demandas hídricas. Embora a pecuária predomine na paisagem da microrregião, o consumo de água nesse setor não impacta expressivamente a demanda total de água.

Há bacias em que há uma alta participação da demanda para o consumo urbano, em especial, para as sedes municipais de Hidrolina, Goianésia e Ipiranga de Goiás, sendo estas duas últimas classificadas com alto risco de desabastecimento. Essas bacias têm usos concorrentes entre o abastecimento urbano e o industrial, embora a demanda total seja baixa. Por outro lado, as sedes dos municípios de Barro Alto, Ceres, Rialma e São Luiz do Norte têm alta demanda total e a participação da irrigação é alta nessas bacias. Esses municípios, por outro lado, não são considerados críticos no que se refere à escassez de água. Mesmo que os registros de falta de água nesses centros urbanos, nos últimos anos, tenham coincidido com as bacias mais demandadas pela irrigação, foi constatado que boa parte dos problemas era operacional e não se relacionava à escassez hídrica.

Ao eliminar o efeito da oferta sobre a demanda hídrica, o balanço hídrico, observa-se que a maior pressão sobre a água ofertada ocorre independente dos padrões de uso e ocupação do solo. A distribuição das culturas canavieiras, por exemplo, que é altamente dependente de irrigação nessa região do Cerrado, não foi planejada em função de maior disponibilidade hídrica, ocorrendo de forma aleatória em bacias com balanço hídrico variável entre excelente e muito crítico. Esta pesquisa mostrou, também, que o balanço hídrico mais crítico não apresenta correlação com as bacias mais intensivamente utilizadas para a irrigação. Isso sugere que uma maior retirada de água para irrigação não explica o déficit hídrico na maior parte das bacias. O balanço hídrico das bacias também não tem sido afetado por demandas de outros setores, como indústria e abastecimento urbano.

Esta pesquisa reforça a importância do uso de ferramentas geoespaciais para corroborar ou complementar estudos exploratórios da correlação de dados de produção, demanda e uso de recursos. As pesquisas aqui apresentadas ilustram um caminho metodológico que pode ser replicado em outras bacias ou outros contextos espaciais, com o uso de dados disponíveis de balanço hídrico, cobertura de uso e ocupação do solo, outorgas, entre outros, para planejar ou regular localmente os usos da água. A tomada de decisão precisa considerar as particularidades locais e com o foco nos usos concorrentes da água.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes o financiamento ao Programa Nacional de Cooperação Acadêmica – Procad, projeto “Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre Sociedade e Natureza na Microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)”.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://snirh.gov.br/usos-da-agua/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Embrapa Milho e Sorgo. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil**. 2. ed. Brasília: ANA, 2019.
- BARBALHO, M. G. da S.; SILVA, S. D.; GIUSTINA, C. C. D. G. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 35, n. 3, p. 472-487, 2015.
- BRITO, G. H. M. et al. Determinação da área cultivada com cana-de-açúcar na microrregião de Ceres (GO) através de imagens Landsat TM. **Científic@ Multidisciplinary Journal**, v. 2, n. 1, p. 71-83, 2015.
- CAMPOS FILHO, R. P. Um olhar geopolítico sobre a água no cerrado: apontamentos para uma preocupação estratégica. **Cerrados: perspectivas e olhares**, p. 93, 2010.
- CASTILHO, D. A Colônia Agrícola Nacional de Goiás (Cang) e a formação de Ceres-GO – Brasil. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 1, n. 01, p. 117-139, 2012.
- CASTRO, S. S. et al. **A expansão da cana-de-açúcar no Cerrado e no estado de Goiás: elementos para uma análise espacial do processo**. 2010.
- CARVALHO, I. R. et al. **Demanda hídrica das culturas de interesse agrônomo**. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer. Goiânia, v. 9, n. 17, p. 969, 2013.
- CHAGAS, A. H. B. et al. Gestão das Águas no estado de Goiás: perspectivas para a participação da Universidade na instalação e atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e afluentes goianos do Rio Maranhão. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 147-166, 2017.
- COMISSÃO PASTORAL DA TERRA, 2019. **Conflitos pela Água 2019**. Disponível em: <<https://www.cptnacional.org.br/component/jdownloads/category/6-conflitos-pela-agua>>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- DUTRA, S. et al. A Expansão Sucroalcooleira e a Devastação Ambiental nas Matas de São Patrício, Microrregião de Ceres, Goiás. **História, histórias**, v. 1, n. 2, p. 230-247, 2013.
- ELIA NETO, A. Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar. In: MACEDO, I. C. et al. **A energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade**. São Paulo: Única, 2005. p. 104-110.
- FERREIRA, L. C. G. **As paisagens regionais na microrregião de Ceres (GO): das colônias agrícolas nacionais ao agronegócio sucroenergético**. 2016. 296 f., il. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- FERREIRA, L. C. G.; DEUS, J. B. O uso do território e as redes na microrregião de Ceres (GO): o caso das agroindústrias sucroalcooleiras. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 30, n. 2, p. 67-80, 2010.
- GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 43-68, 2015.
- GIUSTINA, C. C.; SILVA, S.; MARTINS, E. Geographic reconstruction of a Central-West Brazilian landscape devastated during the first half of the 20th century: Mato Grosso de Goiás. **Sustentabilidade em Debate**, v. 9, n. 3, p. 44-63, 2018.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013**. Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Infoteca-E), 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Bancos de Dados Estatísticos do Estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/bde/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do Cerrado. **Ciência e Cultura**, v. 63, n. 3, p. 27-29, 2011.

LITTLE, P. E. Os Conflitos Socioambientais: um campo de estudo e de ação política. (Org.) BURSZTYN, M. **A difícil Sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. Rio de Janeiro: Ed. Garamond Ltda., p. 107-122, 2001.

MARTINS, A. **As Ações Civis Públicas Ambientais na Comarca de Ceres – GO**: a aplicabilidade da Lei nº 7.347/85 pelo Judiciário por meio da provocação do Ministério Público do Estado de Goiás e a judicialização da preservação do meio ambiente. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Anápolis. 2017.

MENDONÇA, M. R. As Transformações Espaciais no Campo e os Conflitos pelo Acesso à Terra e à Água: as novas territorialidades do agrohidronegócio em Goiás. **Pegada – A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 16, 2015.

NASCIMENTO, E. P. do. Os conflitos na sociedade moderna: uma introdução conceitual. BURSZTYN, M. **A difícil sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. Garamond, Rio de Janeiro, 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR et al. **Estudos Microrregionais**. Estudos e Pesquisas Econômicas, Sociais e Educacionais sobre as Microrregiões do Estado de Goiás – Microrregião de Ceres. Goiânia: Instituto Federal de Goiás, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, L. C. et al. **O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, 2017.

PERES, A. L. G. P. **Rio das Almas**: políticas públicas para garantir a segurança hídrica do município de Ceres. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) – Centro Universitário de Anápolis. 2017.

PORTO, M. F.; MILANEZ, B. Eixos de desenvolvimento econômico e geração de conflitos socioambientais no Brasil: desafios para a sustentabilidade e a justiça ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2009, v. 14, n. 6.

SANEAGO. **Relatório de Sustentabilidade**. 2018. Disponível em: <[https://www.saneago.com.br/2016/lai/rel\\_sustentabilidade\\_2018.pdf](https://www.saneago.com.br/2016/lai/rel_sustentabilidade_2018.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2019.

SAUER, S.; PIETRAFESA, J. P. **Cana-de-açúcar, financiamento público e produção de alimentos no Cerrado**. 2012.

SILVA, F. A. M. et al. **Avaliação da oferta e da demanda hídrica para o cultivo de cana-de-açúcar no estado de Goiás**. 2008.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. IX SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO. Parlamundi, Brasília, 2018. **Anais...** Disponível em <[http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20\(Pc210\)/trabalhos\\_pdf/00825\\_trab1\\_ap.pdf](http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio%20em%20pc210%20(Pc210)/trabalhos_pdf/00825_trab1_ap.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2019.

VICTORINO, V. I. P. Monopólio, conflito e participação na gestão dos recursos hídricos. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 47-62, dez. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2003000300004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2003000300004)>. Acesso em: 28 nov. 2017.

# Conservation units, ecological attributes and their implications: The case of the Park and EPA of the Pireneus/GO

*Unidades de Conservação, atributos ecológicos e suas implicações: o caso do Parque Estadual dos Pireneus e da APA dos Pireneus – GO*

Joana D'Arc Bardella Castro<sup>a</sup>

Talita Freitas Souza Barros<sup>b</sup>

Murilo Rodrigues da Silva<sup>c</sup>

Maurício Gabriel Santos<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Doutora em Economia, Professora Titular da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: joanabardella@brturbo.com.br

<sup>b</sup>Mestranda em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: economia.talita@gmail.com

<sup>c</sup>Mestrando em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: murilorodrigues.ea@gmail.com

<sup>d</sup>Mestre em Educação, Linguagem e Tecnologia, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: mauricioipub@hotmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24330

Received: 27/04/2019

Accepted: 21/10/2019

ARTICLE- DOSSIER

## ABSTRACT

The Environmental Protection Area of Pirineus (EPA) extends over 22,800 hectares around Pirineus Park - GO Park, bordering the cities of Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás and mountainous areas of Corumbá de Goiás. The aim of the study was to verify if the municipalities bordering the EPA of Pirineus have benefited from these protected areas, providing local growth and development. This is a bibliographical, qualitative and documentary research. The satellite images Landsat-5 e Landsat-8 extracted from the catalog at Inpe's General Imaging Division, were used to the classification of land use and occupation in EPA, and to characterize the impact of the area were used the method of Oldekop et al. The results are presented descriptively and analytically. The creation of the Conservation Units of Pirineus, in addition to changing the socio-cultural context of the region, contributed to the population growth on average 11,46%, the displacement of this to rural area in 27% in Cocalzinho, a 51% average increase in per capita income and an increase in development rates, such as a 30% increase in the HDI.

Keywords: Environment. Parks. Pirineus. Environmental Protection Area.

## RESUMO

*A Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pirineus se estende por 22.800 hectares ao redor do Parque dos Pirineus – GO, margeando as cidades de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e áreas serranas de Corumbá de Goiás. O objetivo do estudo foi verificar se os municípios limítrofes à APA dos Pirineus têm se beneficiado dessas unidades de conservação proporcionando crescimento e desenvolvimento local. Esta é uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e documental. Fez uso das imagens de satélite Landsat-5 e Landsat-8 extraídas do catálogo na Divisão Geral de Imagens do Inpe para a classificação do uso e ocupação do solo na APA, e para caracterização do impacto da área usou-se o método de Oldekop e colaboradores. Os resultados são apresentados de maneira descritiva e analítica. A criação das Unidades de Conservação dos Pirineus, além de mudar o contexto sociocultural da região, contribuiu para o crescimento da população em média de 11,46%, o deslocamento desta para área rural em 27% em Cocalzinho, aumento médio de 51% da renda per capita e elevação de índices de desenvolvimento, como aumento do IDH em 30%.*

*Palavras-Chave: Meio ambiente. Parques. Pirineus. Área de Proteção Ambiental.*

## 1 INTRODUCTION

Conservation Units - UC are the safeguard for the maintenance and conservation of biodiversity and natural heritage. They also provide protection against climate change and natural disasters, ensuring ecological balance (UNEP, 2016). Protected areas emerge as a solution to local threats to biodiversity (SALGADO, 2000).

Parks and Areas of Environmental Protection are created to preserve the environmental asset and make the relationship between humans and nature more harmonious. But the creation of these preservation areas also means increased difficulties in managing financial resources, preserving space and creating a link between residents of neighboring municipalities

For this analysis was used the documentary literature search as well as satellite images Landsat-5 and Landsat-8 extracted from the catalog at Inpe's General Imaging Division for the classification of land use and occupation in the EPA of Pirineus.

This study aims to verify if the municipalities bordering the State Park of Pirineus and the EPA of Pirineus have benefited from these protected areas. Therefore, it was necessary the socioeconomic and environmental description of the municipalities, to know their indicators of growth and development, and to verify the current situation of both the State Park of Pirineus and the EPA of Pirineus.

## 2 LEGAL ASPECTS FOR THE APPEARENCE OF PARKS AND EPAS

### 2.1 THE NATIONAL SYSTEM OF CONSERVATION UNITS AND CATEGORIES: ENVIRONMENTAL PRESERVATION AREA

The Environmental Protection Area – EPAs were created by the Law No 6.902/81, regulated by Decree No 99.274/90, and CONAMA Resolution No 10/1988. Referenced in Law No 9.985/2000 as “large areas, with a certain degree of human occupation, endowed with abiotic, biotic, aesthetic or cultural resources important for the life and well-being of the populations”, their main objective is to protect the biological and disciplinary diversity or the process of occupation, thus ensuring a sustainable use of natural resources.

EPAs are supervised by the competent bodies in accordance with the political sphere responsible for their management. If the administration is federal, the inspection is carried out by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMbio), state and municipal APAs are supervised by the equivalent body instituted by the state or municipality.

The Environmental Protection Area has the purpose of ensuring the fulfillment of the property's socio-environmental function. The owner retains all powers inherent in the domain, but limited by the content of the Law, that is, does not annihilate the economic content of the property nor the exclusivity.

According to Leuzinger (2010), as a conservation unit, as EPAs must have an ecological-economic zoning, mainly because they are usually caused in already anthropized places, consequently degraded.

The zoning should allow the protection of the portion of its ecosystem, setting the norms of use, considering its biotic, abiotic, urbanistic characteristics, agricultural uses, extractive potential and cultural values (SANTOS, 2018). In EPAs, visits are allowed, provided that the recommendations of the management plan are observed. If it is a private property, it will depend on the owner's initiative.

The author also claims that to ensure sustainable management of conservation areas would require a Public Use Plan - PUP of the visitation site to minimize possible damage to property. Thus, the PUP defines sustainable ways of using UCs "to conserve their natural and historical attributes, through infrastructure analysis, demand study and optimization of activities, providing the user with the opportunity to interact in the best possible way with nature "(PENA; SANTOS; SINAY, 2013, p. 61)

Table 1 shows the distribution of PAs (Protected Areas) by Brazilian biome. It is noted that there is a higher concentration in the Atlantic Forest (198) with 83,745 km<sup>2</sup>, representing 7.5% of the biome, and in the Cerrado (73) occupying a total area of 109,176 km<sup>2</sup>, which represents 5.4% of the Cerrado.

**Table 1 |** Number of PAs per biome and its meaning of occupation in % - 2018.

Biome	Quantity	% of Biome	Total Area of the Biome (km <sup>2</sup> )
AMAZON	38	4,9	4.198.551
CAATINGA	35	6,3	827.934
CERRADO	73	5,4	2.040.167
ATLANTIC FOREST	198	7,5	1.117.571
PAMPA	3	2,4	178.704
PANTANAL	0	0	151.159
MARINE AREA	67	1,3	3.555.796

Source: MMA/Cnuc, 2018.

There are 319 PAs throughout the territory with a coverage area of 499.631 km<sup>2</sup> being that the largest amount is in the state sphere (59.56%), followed by the municipal (30.09%), and the rest is in the federal sphere (10.35%) (MMA-CNUC, 2018).





## 2.2 FEDERAL, STATE AND MUNICIPAL PARKS

The parks were originally governed by the Forest Code, regulated by Decree No. 84.017 / 1979. Currently, are regulated by Law No. 9,985 / 2000 which in its article 11 says that the main purpose of parks is:

the preservation of natural ecosystems of great ecological relevance and scenic beauty, enabling scientific research and the development of environmental education and interpretation activities, recreation in contact with nature and eco tourism.

Parks can be terrestrial and / or aquatic, usually extensive (over 10 km<sup>2</sup>), conciliating the protection of flora, fauna and natural beauty on lands within their domain. The possibility of visitation is mandatory (LEUZINGER, 2009).

Regarding expropriation of areas, Rocha, Drummond and Ganem (2010) believe that there is a low degree of public sector priority in solving land problems. Human presence in parks is directly related to building improvements that interfere with the ecosystem and incorporate value to the land. These contribute to the dismemberment and sale of land to people coming from outside the region who are interested in building a second residence, which in turn promotes the appearance of new actors, with new interests complicating the regularization of parks. Until 2012, only one federal park in Brazil had its situation regulated. In this regard, two well-defined currents debate the issue. The Chart 1 reports on the intrinsic aspects of the issue.

**Chart 1 |** Currents of thought about the presence or absence of humans residing in the Parks.

<i>Preservationists</i>	<i>Socioenvironmentalists</i>
Traditional Parks concept - no humans presence	With presence of human activities such as primitive or traditional threats
Belief 1 – The man is nature destroyer	There are cultures that have developed a more harmonious relationship with nature.
Belief 2 – Untouched nature is that derived from natural evolution	Cultural diversity also needs to be conserved, both for ethical reasons and as a tool for protecting traditional knowledge, so it is part of nature.

*Source: Composite chart based on text from Rocha, Drummond and Ganem (2010).*

The creation of the parks did not occur on a regular way. Between 1937 and 1939 three parks were created in the South and Southeast; from 1959 to 1961 eleven parks in the South, Southeast, Northeast, and Midwest; ten years later three more parks were created in the Southeast and North; and from 1979 to 1986 plus eleven parks in the South, Southeast, Northeast, Midwest and North. Rocha, Drummond and Ganem (2010) emphasize that there was no balanced regional or ecosystem distribution. For a long time, the choice of parkland was the privilege of scenic beauty and ease of access for visitors. Around the 1960s, the rationale focused on leisure and tourism areas, especially the Cerrado biome.

In the 1980s, a visionary attitude prevailed: anticipate the process of occupation of more remote areas and include as UCs, provided the areas are in good ecosystem state and covering various biomes in the country. Today there are 73 federal, 209 state and 135 municipal parks, according to MMA-Cnuc, (2018).

Table 2 presents the distribution of parks by biome. Note that the Atlantic Forest has the largest number of parks in Brazil with 23,469 km<sup>2</sup>, followed by the Cerrado with 51,005 km<sup>2</sup> and the Amazon biome with 268,707 km<sup>2</sup>. It is interesting to note that in total area the most preserved biome is the Amazon (6.4%), followed by the Pantanal (2.8%) and Cerrado (2.5%) biomes.

**Table 2 |** Number of parks per biome and their significance of occupation in% - 2018.

Biome	Quantity	% of Biome	Total Area of the Biome (km <sup>2</sup> )
AMAZON	49	6,4	4.198551
CAATINGA	24	0,9	827.934
CERRADO	74	2,5	2.040.167
ATLANTIC FOREST	266	2,1	1.117.571
PAMPA	7	0,2	178.704
PANTANAL	5	2,8	151.159
MARINE AREA	41	0,1	3.555.796

Source: MMA, 2018.

In continental area there are 411 parks with a territorial extension of 355,720 km<sup>2</sup> and representing 4.2% of the territory, which is 8,514,085 km<sup>2</sup>. In marine areas there are 41 parks with an area of 3,906 km<sup>2</sup> and representing only 0.1% of its area, which is 3,555,796 km<sup>2</sup> and this area corresponds to the Territorial Sea plus the Exclusive Economic Zone (MMA, 2018).

### 2.3 THE CREATION OF THE PARK AND EPA OF PIRINEUS/GO

The state of Goiás created its Forest Code in 1995 through State Law No. 12,596, regulated by Decree No. 4,593 / 95, It protects the native flora and fauna. The UCs were created in Goiás in 1959, and two National Parks were created, the Emas and the Chapada dos Veadeiros. From there, only state and municipal parks were created.

In Goiás only 4.78% of its territory is protected by UCs. Of these, 0.91% are areas of integral protection and 3.87% of sustainable use (CAMPOS; CASTRO, 2009). Furthermore, 1.72% is under the federal sphere, 3.05% state and 0.01% municipal. Until 2017 there were 48 federal UCs (2 of these are full protection and 46 of sustainable use - Private Natural Heritage Reserve - PNH, Environmental Protection Area - EPA and National Forest - Flona), 23 state (13 of these of full protection and 10 of Sustainable Use) - EPA, Relevant Area of Ecological Interest - Raei and State Forests) and 17 municipal ones; all full protection.

The Park of Pireneus was created by Ordinary Law 10,321 on November 20, 1987 (GOIÁS, 1987), with 2.833,26 hectares and with the objective of preserving the natural ecosystem and all its scenic beauty. The EPA of Pireneus was created on February 17, 2000, with an area of 22,800 ha available for scientific research and cultural development to encourage preservation and education, as well as local tourism (SECIMA, 2017).

**Chart 2 |** Distribution of the area occupied by Pireneus Park (PEP) and EPA in the municipalities where they are covered – 2018.

Municipality	Area occupied in each municipality (Km <sup>2</sup> )	Percentage of Area in each municipality (%)	Total area of the municipality (Km <sup>2</sup> )	Percentage of occupied area in each municipality (%)
PIRENÓPOLIS	185,303008	65,9	2.235,28	8,29
CORUMBÁ	8,07679	2,9	1.067,18	0,76
COCALZINHO DE GOIÁS	87,70294	31,2	1.792,82	4,89

Source: Adapted and updated from Bodens (2013), Atlas Brasil (2010).

These units have their respective creation decrees, but lack the (inconclusive) management plan, infrastructure, staff and visitor control. There are expropriation problems, with 14 properties purchased, just one completed, four in court and the rest already with stipulated values deposited in court and the owners withdrew 80% of the value (SEMARH, 2018).

Created by State Decree 5,174 / 2000 (GOIÁS, 2000), the EPA of Pireneus has the objectives of: (i) protecting the mountainous region and the surroundings of the State Park of Pireneus, in the other words, to function as a damping zone for the park; (ii) protect the remnants of Cerrado; (iii) protect water resources; (iv) improve the quality of life of resident populations by guiding and regulating local economic activities; (v) discipline ecological tourism and foster environmental education; and (vi) preserve local cultures and traditions. This way, activities that are effective or potentially causing environmental damage are prohibited or restricted (LANY; LEUZINGER; PINTO, 2006).

The EPA of Pireneus extends over 22,800 hectares around the Pireneus Park, bordering the cities of Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás and mountainous areas of Corumbá de Goiás. The EPA has unique characteristics that make it of unique value. In this area is located the second highest massif of the state of Goiás, the Pireneus Peak with 1,380 meters altitude. The place is one of the dividers of the Tocantins and Paraná Basins. Several streams are born high in the Serra dos Pireneus, forming the Rio das Almas and the Corumbá River, which, besides their ecological importance, supply several communities in the region. It contains endemic species of amphibians and vegetables (SALMONA; RIBEIRO; MATRICARDI, 2014).

The climate in the region is tropical semi-humid characterized by two main seasons: a dry, from mid-April to mid-September, and a wet, from October to March. However, due to terrain oscillation, different microclimates may occur in higher altitude parts and in valleys or depressions. According to data from Embrapa (2010), the average temperature in the region is 22.6°C.

In Figure 1 can be seen the average temperature for the last 17 years for the Pirenópolis region. The temperature is held at the Meteorological Station located in Pirenópolis of number 83376. It is noticed that, on mean, this temperature has risen. Data are the responsibility of the National Institute of Meteorology (INMET, 2018).

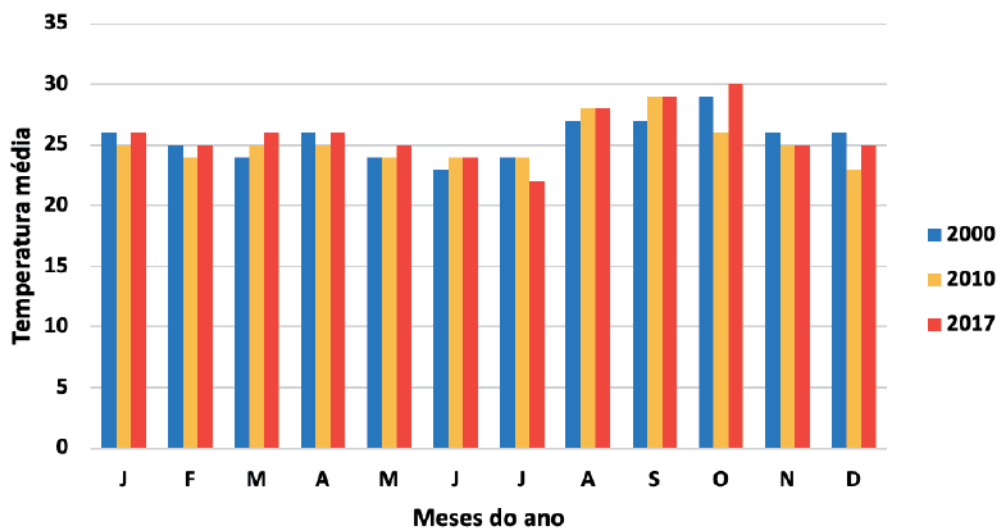


Figure 1 | Average Temperature Pirenópolis Station – 2000-2010-2017  
Source: Inmet, 2018.

Park and EPA terrain are characterized by a set of saws aligned approximately in the W direction, with deep embedded valleys and concave slopes, with a high gradient of 20% to 45% or more, and may have vertical scarpment and amplitudes greater than 80 m.

The whole region is part of the Cerrado biome, where 11 main types of vegetation are described for the Cerrado biome, framed in forest formations (Riparian Forest, Gallery Forest, Dry Forest and Cerradão), of savannas (Restricted Cerrado, Cerrado Park, Palm grove and Vereda) and countryside (Campo Sujo, Campo Limpo and Campo Rupestre). Considering also the subtypes in this system, 25 vegetation types are recognized (RIBEIRO; WALTER, 2001).

The EPA area is a continental water divisor between the Paraná / Prata and Tocantins river basins, with the highest point being the Pireneus Peak. The Corumbá River, from the Prata basin, rises on the northern slope of the Pireneus Peak, bypasses the peak from the east and inflicts to the south. The Rio das Almas rises in the southwestern slope and goes around the west to Pirenópolis, when it inflicts to the north. The main watercourses in the area are the Castelhana, Araras, Dois Irmãos, São João and Inferno streams, affluent of the Rio das Almas; and Ribeirão Rasgão, an affluent of the Corumbá River.

Although the region is subjected to a prolonged annual drought period of 4 to 5 months, most watercourses are perennial. This is due to the hydrogeological characteristics of quartzites that recharge in the rainy season, slowly discharging in the dry season. The numerous waterfalls of EPA exist due to the differences in terrain and water, both having their origin in quartzites (THOMÉ FILHO; MORAES; PAULA, s.d.).

The activities present in the Pireneus EPA are mining, agriculture and tourism. It can be seen in Table 3 that agriculture occupies the largest area, followed by forest and savannah, and mining is inexpressive.

**Table 3 |** Different uses and soil cover of the Pireneus State Park and Pireneus EPA. Absolute area (ha) – 2016

<i>Cobertura</i>	<i>APA</i>	<i>%</i>	<i>Parque</i>	<i>%</i>	<i>TOTAL</i>	<i>%</i>
BODIES OF WATER	5,94	0,03	0	0,00	5,94	0,03
MINING	156,08	0,81	0	0,00	156,08	0,70
URBAN	272,51	1,42	0	0,00	272,51	1,22
RURAL	2.636,06	13,70	1.342,00	44,57	3.978,06	17,88
SAVANNAS	4.651,11	24,17	618,86	20,55	5.269,97	23,68
FORESTRY	4.785,51	24,87	895,39	29,74	5.680,90	25,53
FARMING	6.733,41	35,00	154,79	5,14	6.888,20	30,96
<i>TOTAL</i>	19.240,62	100	3.011,04	100	22.251,66	100

Source: Adapted from Ribeiro, 2016.

### 3 RESEARCH METHOD

This is a bibliographical search. The selection of articles for research was made through electronic media, in the portal Capes, SciELO and Google Scholar. The search words were conservation units, Pireneus State Park and Pireneus EPA.

Secondary data were surveyed at the Institute of Geography and Statistics - IBGE and the Atlas of Human Development in Brazil. Socioeconomic data of the municipalities were searched: Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás and Pirenópolis. Results are presented descriptively and analytically.

In the chart 3 are the ideal characteristics, according to the method used by Oldekop et al. (2015). The method will be applied to characterize the impact on the Preservation area of the Pireneus State Park.

**Chart 3** | Characterization of the Indicators to be used for impact assessment on PAs and surrounding communities.

	<i>Protected Area Indicators</i>	<i>Characterization of the Indicators</i>
PROTECTED AREA GENERAL CHARACTERISTICS	Protection Arrangement	Park and EPA
	Governance	Responsible State
	Size	Area extension
	Phytophysiology	Biome
IMPACTS OF PROTECTED AREAS ON SURROUNDING LOCATIONS	Displacement	Voluntary or involuntary displacement, including movements in response to changes in livelihoods
	Monetary	Increase or decrease in monetary wealth of any section of local communities resulting from the existence of a Protected Area
	Means of livelihoods	Positive or negative impacts on non-monetary livelihoods (for example subsistence farming, hunting and gathering of natural resources)
	Cultural	Impacts on cultural identity and community cohesion, access to culturally important sites and resources, and aesthetic appreciation of the environment
	Compensation	Actions by authorities responsible for Protected Areas to compensate for possible negative impacts of their implementation, increase or decrease
	Conflicts	Protected Area staff conflicts, corruption or extortion of local people and local resistance to such impacts
	Empowerment	Greater control over lives and livelihoods, including control over natural resource management, or increased land security by local residents
	Uneven distribution of impacts	Impacts of Protected Areas differ between sections of neighboring communities

Source: Adapted from Oldekop et al., 2015.

## 4 RESULTS AND DISCUSSIONS

### 4.1 SOCIAL, ECONOMIC AND POPULATION OF THE BORDER MUNICIPALS TO THE PIRENEUS

The region that makes up the boundaries of the Pirineus EPA is made up of the municipalities of Pirenópolis, Corumbá de Goiás and Cocalzinho de Goiás. It comprises an area of 5,078.24 km<sup>2</sup> and an estimated population for 2018 of 54,268 inhabitants with an average demographic density of 10.69 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016). About 41.19% of this population lives in rural areas, see Table 4.

The municipality that most increased its population was Cocalzinho de Goiás (19.01%) and was also the one that most populated the rural area (27.09%). This settlement is due to the displacement of cement



industry workers from the Votorantim de Cocalzinho group that closed in 2000. The population turned to the opportunity for economic gains through rural tourism and visits to the Pireneus UC.

**Table 4 |** Population dynamics of municipalities bordering Pireneus EPA and Pireneus State Park / GO - 2000-2010

Population Data	Municipality		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
TOTAL POPULATION 2000	21.245	9.679	14.626
TOTAL POPULATION 2010	23.006	10.361	17.407
PERCENTAGE CHANGE	8,29	7,08	19,01
RURAL POPULATION 2000	8.770	4.082	8.626
RURAL POPULATION 2010	7.443	3.945	10.963
PERCENTAGE CHANGE	- 91,16	- 3,36	27,09
URBAN POPULATION 2000	12.475	5.597	6.000
URBAN POPULATION 2010	15.563	6.416	6.444
PERCENTAGE CHANGE	24,75	14,63	7,4

Source: Ipea, 2010.

Of the municipalities bordering the Pireneus Park and EPA, the one that most improved its income distribution and human development indicators in the last ten years was Corumbá de Goiás, with Gini index (-15%) with the HDI of the most significant municipality with an increase of 36%. Regarding the population classified among the extremely poor, it was found that Pirenópolis reduced it by 84%, Corumbá de Goiás by 72% and Cocalzinho de Goiás by 62%. The number of people vulnerable to poverty had a smaller reduction in municipalities, with 57%, 55% and 56% respectively (see Table 5). These results are due to public policies implemented in the state of Goiás for development, which in the case of these municipalities, are linked to tourism in the region called Ouro e Cristais in Goiás.

**Table 5 |** Social dynamics bordering the Pyrenees APA and Pireneus State Park / GO - 2000-2010

Social Data	Municipality		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
GINI INDEX 2000	0,55	0,60	0,51
GINI INDEX 2010	0,49	0,51	0,47
PERCENTAGE CHANGE	-10,91	-15,00	-7,84
HDI 2000	0,565	0,50	0,506
HDI 2010	0,693	0,68	0,657
PERCENTAGE CHANGE	22,65	36,00	29,84
EXTREMELY POOR PEOPLE (%) 2000	11,58	14,26	15,42
EXTREMELY POOR PEOPLE (%) 2010	1,88	4,04	5,91
PERCENTAGE CHANGE	-83,77	-71,67	-61,67
VULNERABLE TO POVERTY (%) 2000	31,34	36,64	38,14
VULNERABLE TO POVERTY (%) 2010	13,35	16,64	16,83
PERCENTAGE CHANGE	-57,40	-54,59	-55,87

Source: Pnud, Ipea, 2010.

The information shown in Table 6 shows that the municipality that had a significant growth was Pirenópolis, with a 137% increase in Gross Domestic Product (GDP), boosted by the mineral industry and tourism in various ways, followed by Corumbá de Goiás also having Ecotourism as a growth lever. (See Table 6). The tourism sector has been boosted through federal government incentive policies, such as the Midwest Constitutional Fund MCF-tourism, and the state through the Tourism Development in Historic Cities program.

**Table 6 |** Economical dynamics bordering the Pyrenees APA and Pireneus State Park / GO - 2000-2010

Economic Indicators	Municipality		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
PER CAPITA INCOME 2000	356,28	370,44	272,38
PER CAPITA INCOME 2010	544,78	503,01	450,47
PERCENTAGE CHANGE	52,90	35,79	65,38
MUNICIPAL GDP (R\$) 2005	103.362,00	68.041,00	243.854,00
MUNICIPAL GDP (R\$) 2010	244.745,00	116.957,00	285.878,00
PERCENTAGE CHANGE	137	72	17
DEGREE OF URBANIZATION 2000	58,72	57,82	41,03
DEGREE OF URBANIZATION 2010	67,65	61,95	37,02
PERCENTAGE CHANGE	15,21	7,14	-9,77

Source: Ipea, 2010.

With a different vision at Table 7, we realize that the municipality of Corumbá de Goiás was able to match the other two municipalities in terms of supply and access to drinking water, solid waste collection and electricity supply to its residents. Between 2000 and 2010, the number of households with piped water increased by 15.88%, electricity by 12.64% and garbage collection by 32.63%, much higher than the state average of 10.95% for 2.33% for electricity and 0.69% for garbage collection (IPEA, 2010).

**Table 7 |** Housing indicators of municipalities bordering the Pireneus EPA and Pireneus State Park / GO - 2000-2010

Housing Indicators	Municipality		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
HOUSEHOLDS WITH PIPED WATER (%) 2000	79,55	77,50	82,12
HOUSEHOLDS WITH PIPED WATER (%) 2010	91,12	89,81	94,39
PERCENTAGE CHANGE	14,54	15,88	14,94
HOUSEHOLDS WITH ELECTRICITY (%) 2000	92,35	87,57	90,85
HOUSEHOLDS WITH ELECTRICITY (%) 2010	99,85	98,64	99,31
PERCENTAGE CHANGE	8,12	12,64	9,31
HOUSEHOLDS WITH GARBAGE COLLECTION (%) 2000	97,72	73,88	77,93
HOUSEHOLDS WITH GARBAGE COLLECTION (%) 2010	99,43	97,99	97,20
PERCENTAGE CHANGE	1,75	32,63	24,73

Source: Ipea, 2010.

Regarding the indicators of sanitary sewage and care with public roads, the best results were verified in the municipality of Pirenópolis, for afforestation (83.60%) and sanitary sewage (33.90%), and in Corumbá de Goiás, with urbanization. (19.90%). The importance given to urban afforestation can be expected to be closely related to tourism, while urbanization and sewage collection services are more closely related to economic growth. (See Table 8).

**Table 8 |** Sanitation and environment indicators of municipalities bordering the Pirineus EPA and Pireneus State Park / GO – 2016.

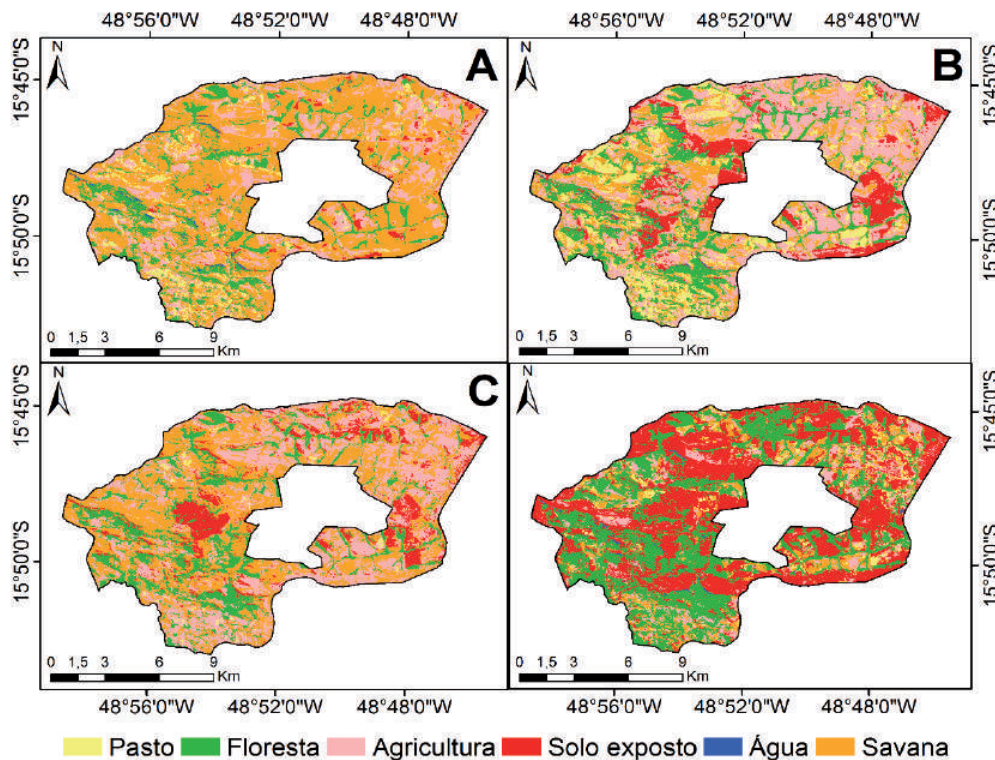
Indicators	Municipality		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
AFFORESTATION OF PUBLIC ROADS	83,60	76,70	60,90
URBANIZATION OF PUBLIC ROADS	9,00	19,90	0,00
SANITARY SEWAGE	33,90	26,70	18,40

Source: Ipea, 2010.

#### 4.2 CHARACTERIZATION OF THE CONSERVATION UNIT'S IMPACT ON MUNICIPALITIES

Figure 2 shows a chronological analysis of land use in the Pireneus EPA. Map A refers to 1988, B 1998, C 2008 and D 2018. The temporal analysis of the use and occupation of the Serra dos Pireneus Environmental Protection Area was performed using Landsat-5 satellite images and Landsat-8 taken from the catalog at Inpe's General Imaging Division. Land use and occupation classification in the Serra dos Pireneus EPA was carried using ArcGis 10.1 software using the Maximum Likelihood Classification method. This method consists of obtaining samples of different classes found in the satellite image.

It is noted that there is a large exposure of soils in the analyzed years (increase in the last 30 years of 1,789.21%) that can characterize both population increase and mining activity. Remembering that the region has large production of quartzite, also known as Pedra de Pirenópolis, which is widely used in civil construction for ornamentation of houses, floors and streets, among others.



**Figure 2 |** Land use on Pireneus EPA /GO – 1988, 1998, 2008 e 2018.

Source: own elaboration.

Table 9 shows that pasture area decreased by 17.29%, agriculture area by 60.64% and savanna (cerrado) by 82.62%. Also of concern is the decrease in the water portion which was 19.56%. In the last 30 years, the area has had a forest growth of about 141.43%. Decline in the proportion of land use for agriculture and livestock is mainly supported by the eviction of properties in the park area and,

secondly, by the increase in ecotourism and adventure tourism in the Pireneus UC. This increase in forest area occurred because there are more than 70 hectares of protected areas in the region, these are Private Natural Heritage Reserves (PNHRs) that are being implemented. It is the densest mosaic in the country (RPPN / ha) (RESENDE, 2019). This drastic reduction in savannah (cerrado stricto sensu) areas is extremely worrying in terms of biodiversity loss belonging exclusively to this phytophysiognomy, and can be considered as another indication that there is a differentiation of concern between the phytophysiognomies present in the Cerrado, a result of less scenic beauty of this landscape, given the forest formations.

**Tabela 9 |** Land use on Pireneus EPA/GO – 1988-2018

<i>Class</i>	<i>1988</i>	<i>1998</i>	<i>2008</i>	<i>2018</i>	<i>Variation</i>
PASTURE	11.368	26.285	2.004	9.402	-17,29
FOREST	30.637	43.482	37.116	73.966	141,43
AGRICULTURE	47.668	71.154	65.404	18.763	-60,64
EXPOSED SOIL	4.756	27.526	24.314	89.851	1.789,21
WATER	956	360	27 <sup>(1)</sup>	769	-19,56
SAVANNA	117.853	44.442	85.157	20.495	-82,61
<i>TOTAL</i>	<i>213.238</i>	<i>213.249</i>	<i>214.022</i>	<i>213.246</i>	<i>0,000038</i>

*Source: own elaboration.*

**Note (1) |** Some satellite images do not very clearly display pixels with water information. This can be due to the time of year the image was taken by the satellite, as it is very closely related to the reflectance level of the targets.

Chart 4 presents the main indicators. According Oldekop et al. (2015) about the characteristics and impacts of UCs. Those indicators show the interrelations between protected areas and their neighboring municipalities.

*Chart 4 | Indicators of Pireneus EPA areas and Pireneus State Park/GO – 2019*

	<i>Protected Area Indicators</i>	<i>Characterization of the Indicators</i>
PROTECTED AREA GENERAL CHARACTERISTICS	PROTECTION ARRANGEMENT	Pireneus EPA Pireneus Park
	GOVERNANCE	State of Goiás
	SIZE	Park: 2.833,26 hectares EPA: 22.800 ha
	PHYTOPHYSIOGNOMY	Biome: Cerrado
IMPACTS OF PROTECTED AREAS ON SURROUNDING LOCATIONS	DESPLACEMENTS	The largest displacement in the rural area was from Pirenópolis with a displacement of 91.16% of the rural population to the urban area. And in Cocalzinho de Goiás the moving was in the opposite direction, there was an increase of rural population of 27.09%
	MONETARY	Appropriation of natural heritage by the tourism sector. Real estate speculation
	MEANS OF LIVELIHOODS	Agroecological production by resident communities. Organic production. Subsistence farming. Homemade production of food with fruits of the Cerrado. Household planting of medicinal plants

IMPACTS OF PROTECTED AREAS ON SURROUNDING LOCATIONS	CULTURAL	Cerrado Gastronomy - Knowledge and flavors. Courses on fruits of the Cerrado. Pirenópolis photographic marathon. Bio Floresta - permaculture courses. Pirenópolis Literary Fair Festival of the Divine Holy Spirit - Cavalhadas. Sports Scale - Boudier Sites that promote the sights of cities and parties.
	COMPENSATION	NGO work influencing the incorporation or maintenance of proactive conservation attitudes. Tourism is the 3rd source of revenue from the municipalities.
	CONFLICTS	Expropriation of 14 rural properties to compose the EPA space and park. Handling of 4 expropriation lawsuits. Partial payments of 10 landowners - deposits in court for payment of territorial space. Breach of Law 9.985 / 00 art. 11 There are no environmental education projects for the conservation unit.
	EMPOWERMENT	Stone and plant crafts by women. Popular medicine - Cerrado roots. Smallholder agribusiness - baru, pequi, jatobá, cagaita, Cerrado vanilla and cashew made by communities such as Caxambu and 22 others in Pirenópolis.
	UNEVEN DISTRIBUTION OF IMPACTS	Unsupervised protected areas generating depredation of the natural heritage by removing orchids, bromeliads and other plants from the site. Depredation of public patrimony with graffiti and vandalism, presence of erosion in the visitation trails. Fires in the UC. Trash scattered throughout the park.

Source: Data extracted from the texts of Garcia, Koop and Godoi (2015); Godinho and Oliveira (2010); Souza, Nunes and Santos (2015); Zaneti and Balestro (2015)

Indicators of the Pireneus Park and EPA areas show a radiograph of the current symbiotic relationship between bordering municipalities and the active participation of the Pirineus UC. The population displacement from Pirenópolis to the urban area is due to the incentive of commerce related to tourism in the municipality, both gastronomic (Cerrado Goian cuisine), ecotourism and adventure tourism. And the displacement of the population from Cocalzinho to the rural area was due to the dynamism of ecotourism in several properties, as the cement industry that generates jobs and income closed in 2010.

There is also a growing involvement of the population in agroecological exploration in the place with improvement of typical foods and sweets with fruits of the Cerrado, handicrafts with stones, seeds and flowers acquired at Pirineus UCs.

## 5 FINAL CONSIDERATIONS

Neighboring municipalities had an average HDI development in the years surveyed by 30%, and a decrease in the Gini Index of 11.25% resulting in a decrease in income inequality. As for growth data and indicators, neighboring municipalities had a 51% increase in GDP and per capita income closely linked to UC, such as tourism and commerce.

There is much speculation that the creation of a PA will hinder the growth or development of the region, since its creation may impede the installation of industries and the dynamization of agriculture. In the case of neighboring municipalities, this fact did not occur, the creation of the UC allowed the promotion of tourism through new companies in the field related to hotels and regional trade of land products that generate employment and local income. The creation of the Pireneus UCs changed the socio-cultural context of the region provided by the flow of tourists.



It would be fair to conclude that the economic impact of setting up conservation units for neighboring municipalities will depend on public policies and changing paradigms in the private sector. Both should seek to identify the opportunities created for the increase of tourism and commercialization of specialized products, which arrive with great added value due to the exclusivity and sustainability character attributed to them.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq for funding the research and scientific initiation scholarships. Financial support from the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) in agreement with th Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). To the Universidade Estadual de Goiás and the Núcleo de Estudos e Pesquisas em Economia Nepe/UEG.

## REFERENCES

- BODENS, J. **Diretrizes para avaliação do impacto ambiental da prática de boulder em Parques Nacionais e Estaduais: o caso do Parque Estadual dos Pireneus (GFO)**. Universidade de Brasília – Departamento de Geografia, 2013.
- BRASIL. **Lei 9.985**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA-Cnuc. **Tipos de Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.
- CAMPOS, A. C.; CASTRO, S. S. Aspectos da legislação ambiental no estado de Goiás e a distribuição espacial das unidades de conservação no Cerrado goiano. I SIMPÓSIO AMBIENTALISTA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS. **Anais...** Anápolis, 2009.
- GARCIA, D. DE L. R.; KOOP, K.; GODOI, E. L. Percepção ambiental como avaliação da efetividade da APA dos Pireneus – Goiás. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Goiânia, v. 10, n. 1, 2015.
- GODINHO, R. G.; OLIVEIRA, I. J. Análise e avaliação da distribuição geográfica da infraestrutura turística no sítio histórico de Pirenópolis/GO: subsídios ao planejamento turístico. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 30, n. 1, jan./jun., 2010.
- GOIÁS. **DECRETO Nº 5.174, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2000**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental dos Pireneus e dá outras providências. Disponível em:<[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2000/decreto\\_5174.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2000/decreto_5174.htm)>. Acesso em: set. 2017.
- GOIÁS. **LEI Nº 10.321, DE 20 DE NOVEMBRO DE 1987**. Cria o Parque Estadual dos Pireneus e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis\\_ordinarias/1987/lei\\_10321.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/1987/lei_10321.htm)>. Acesso em: out. 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Dados geográficos 2016**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Índice de Gini – 2010**. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&id=2048:catid=28](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28)>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Temperatura média na Região dos Pireneus**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- LAMY, A. C. M.; LEUZINGER, M. D.; PINTO, M. O. Rodovia em Unidade de Conservação: o caso da Estrada Parque

dos Pireneus (GO). III ENCONTRO DA ANPPAS. **Anais...** 23 a 26 de maio de 2006. Brasília-DF, 2007.

LEUZINGER, M. D. Uso Público em Unidades de Conservação. Congresso de Direito Ambiental da PUC-RIO, **Anais...** 1., 2010, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.nima.pucrio.br/aprodab/artigos/uso\\_publico\\_em\\_unidades\\_de\\_conservacao\\_marcia\\_leuzinger.pdf](http://www.nima.pucrio.br/aprodab/artigos/uso_publico_em_unidades_de_conservacao_marcia_leuzinger.pdf)>. Acesso em: abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Natureza e Cultura:** unidades de conservação de proteção integral e populações tradicionais residentes. Curitiba: Letras da Lei, 2009.

OLDEKOP, J. A. et al. A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. **Conservation Biology**, v. 30, n. 1, p. 133-141, 2015.

PENA, I. A. DE B.; SANTOS, C. J. F.; SINAY, L. Estratégias para o desenvolvimento do uso público das APAs dos Morros da Babilônia e São João do Leme e Urubu e Parque Estadual da Chacrinha, RJ. CONGRESSO EM USO PÚBLICO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Universidade Federal Fluminense, Niterói/RJ. **Anais ...** n. 1, v. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/usopublico>>. Acesso em: abr. 2018.

RESENDE, P. **Mais uma reserva particular foi criada em Pirenópolis.** G1 15/08/2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2019/08/15/pirenopolis-ganha-mais-uma-reserva-particular-do-patrimonio-natural-e-forma-mosaico-de-protecao-da-serra-dos-pireneus.ghtml>>. Acesso em: out. 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Tipos de vegetação do Bioma Cerrado.** [s.l.]: EMBRAPA, 2001. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_91\\_1200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_91_1200585232.html)>. Acesso em: set. 2017.

ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para sua resolução. **Revista de Sociologia Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, 2010.

SALGADO, G. S. M. **Economia e Gestão de Áreas Protegidas:** o caso do Parque Nacional de Brasília. Brasília, 2000, 124 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia.

SALMONA, Y. B.; RIBEIRO, F. F.; MATRICARDI, E. A. Parques no papel conservam? O caso do Parque dos Pireneus em Goiás. **Boletim Goiano de Geografia.** (On-line). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. v. 34, n. 2, maio/ago., 2014.

SANTOS, S. A. **As Unidades de Conservação no Cerrado Frente ao Processo de Conversão.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2018.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA, CIDADES E ASSUNTOS METROPOLITANOS – SECIMA. **UCs Estaduais:** áreas de proteção ambiental dos Pireneus. 2017. Disponível em: <<http://www.secima.go.gov.br>>. Acesso em: set. 2017.

SOUSA, R. G.; NUNES, V. H. A.; SANTOS, M. L. O Ecoturismo, o meio ambiente e o Parque Estadual da Serra dos Pireneus na percepção dos visitantes e moradores de Pirenópolis/GO. **Revista Brasileira de Ecoturismo.** São Paulo, v. 8, n. 2, mai/ago 2015.

THOMÉ FILHO, J. J.; MORAES, J. M.; PAULA, T. L. F. **Geoparque Pireneus (GO).** Geoparques do Brasil / Propostas, v. 1, [s.d.].

UNEP, U. N. E. P. **Protected Planet Report 2016. How protected areas contribute to achieving global targets for biodiversity.** [s.l: s.n.]. 2016.

ZANETI, T. B.; BALESTRO, M. V. Valoração de produtos tradicionais no circuito gastronômico: lições do Cerrado. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 1, jan/abr. 2015.

# Unidades de Conservação, atributos ecológicos e suas implicações: o caso do Parque Estadual dos Pireneus e da APA dos Pireneus – GO

*Conservation units, ecological attributes and their implications:  
The case of the Park and EPA of the Pireneus - GO*

Joana D'Arc Bardella Castro<sup>a</sup>

Talita Freitas Souza Barros<sup>b</sup>

Murilo Rodrigues da Silva<sup>c</sup>

Maurício Gabriel Santos<sup>d</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Economia, Professora Titular da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
End. Eletrônico: joanabardella@brturbo.com.br*

<sup>b</sup>*Mestranda em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
End. Eletrônico: economia.talita@gmail.com*

<sup>c</sup>*Mestrando em Recursos Naturais do Cerrado, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
End. Eletrônico: murilorodrigues.ea@gmail.com*

<sup>d</sup>*Mestre em Educação, Linguagem e Tecnologia, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil.  
End. Eletrônico: mauricioipub@hotmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24330

Received: 27/04/2019

Accepted: 21/10/2019

ARTICLE- DOSSIER

---

## RESUMO

A Área de Proteção Ambiental (APA) dos Pireneus se estende por 22.800 hectares ao redor do Parque dos Pireneus – GO, margeando as cidades de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e áreas serranas de Corumbá de Goiás. O objetivo do estudo foi verificar se os municípios limítrofes à APA dos Pireneus têm se beneficiado dessas unidades de conservação proporcionando crescimento e desenvolvimento local. Esta é uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e documental. Fez uso das imagens de satélite Landsat-5 e Landsat-8 extraídas do catálogo na Divisão Geral de Imagens do Inpe para a classificação do uso e ocupação do solo na APA, e para caracterização do impacto da área usou-se o método de Oldekop e colaboradores. Os resultados são apresentados de maneira descritiva e analítica. A criação das Unidades de Conservação dos Pireneus, além de mudar o contexto sociocultural da região, contribuiu para o crescimento da população em média de 11,46%, o deslocamento desta para área rural em 27% em Cocalzinho, aumento médio de 51% da renda *per capita* e elevação de índices de desenvolvimento, como aumento do IDH em 30%.

Palavras-Chave: Meio ambiente. Parques. Pirineus. Área de Proteção Ambiental.

## ABSTRACT

*The Environmental Protection Area (APA) of the Pirineus extends over 22,800 hectares around the Pirineus – GO Park, bordering the cities of Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás and mountain areas of Corumbá de Goiás. The objective of the study was to verify if the counties bordering the APA of the Pirineus has benefited from these conservation units providing growth and local development. This is a bibliographical, qualitative and documentary research. This made use of the Landsat-5 and Landsat-8 satellite images extracted from the catalog at the General Image Division of Inpe for the classification of land use and occupation in the APA and to characterize the impact of the area was used the method of Oldekop et al. The results are presented in a descriptive and analytical way. The creation of the Pirineus Conservation Units, in addition to changing the socio-cultural context of the region, contributed to an average population growth of 11.46%, displacement to rural areas by 27% in Cocalzinho and an average increase of 51% in per capita income and increase of development indexes as HDI increase by 30%.*

*Keywords: Environment. Parks. Pirineus. Environmental protection area.*

## 1 INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação – UC são a salvaguarda para a manutenção e conservação da biodiversidade e do patrimônio natural. Também fornecem proteção contra mudanças climáticas e desastres naturais, assegurando o equilíbrio ecológico (UNEP, 2016). Áreas protegidas emergem como uma solução para as ameaças locais à biodiversidade (SALGADO, 2000).

Parques e Áreas de Proteção Ambiental são criados para preservar o ativo ambiental e tornar mais harmônica a relação entre os seres humanos e a natureza. Mas, a criação dessas áreas de preservação significa também aumento das dificuldades para gerir recursos financeiros, preservar o espaço e criar um elo entre os residentes dos municípios limítrofes.

Para esta análise utilizou-se da pesquisa bibliográfica documental bem como imagens de satélite Landsat-5 e Landsat-8 extraídas do catálogo na Divisão Geral de Imagens do Inpe para a classificação do uso e ocupação do solo na APA dos Pirineus.

Este estudo tem por objetivo verificar se os municípios limítrofes ao Parque Estadual dos Pirineus e à APA dos Pirineus têm se beneficiado dessas unidades de conservação. Para tanto, foi necessária a caracterização socioeconômica e ambiental dos municípios, conhecer seus indicadores de crescimento e desenvolvimento, e verificar a atual situação tanto do Parque Estadual dos Pirineus como da APA dos Pirineus.

## 2 ASPECTOS LEGAIS PARA SURGIMENTO DOS PARQUES E APAS

### 2.1 O SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E AS CATEGORIAS: ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

As Áreas de Proteção ambiental – APAs foram criadas pela Lei nº 6.902/81, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, e Resolução Conama nº 10/1988. Referenciada na Lei nº 9.985/2000 como “áreas extensas, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais importantes para a vida e bem-estar das populações”, seu principal objetivo é proteger a diversidade biológica e disciplinar o processo de ocupação, assim, assegurando a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.

As APAs são fiscalizadas pelos órgãos competentes de acordo com a esfera política responsável por sua gestão. Se a gestão for federal, a fiscalização é realizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), as APAs estaduais e municipais são fiscalizadas pelo órgão equivalente instituído pelo estado ou município. A Área de Proteção Ambiental tem a finalidade de garantir o cumprimento da função socioambiental da propriedade. O proprietário mantém todos os poderes inerentes ao domínio, porém, limitados pelo conteúdo da Lei, isto é, não aniquila o conteúdo econômico da propriedade nem a exclusividade.

De acordo com Leuzinger (2010), para a efetivação como unidade de conservação, as APAs devem ter um zoneamento ecológico-econômico, principalmente porque geralmente são criadas em locais já antropizados, conseqüentemente degradados. O zoneamento deve permitir a proteção da parcela do seu ecossistema, fixando as normas de uso, considerando as suas características bióticas, abióticas, urbanísticas, usos agropecuários, potencial extrativista e valores culturais (SANTOS, 2018). Nas APAs, são permitidas visitas, desde que observadas as recomendações do plano de manejo. Caso se trate de uma propriedade particular, dependerá da iniciativa do proprietário.

A autora afirma ainda que para garantir um manejo sustentável das áreas de conservação seria necessário um Plano de Uso Público – PUP do local de visita para minimizar possíveis danos à propriedade. Assim, o PUP define as formas sustentáveis de utilização das UCs “para conservar seus atributos naturais e históricos, através da análise da infraestrutura, estudo da demanda e otimização de atividades, proporcionando ao usuário a oportunidade de interagir, da melhor forma possível, com a natureza” (PENA; SANTOS; SINAY, 2013, p. 61).

Na Tabela 1 é apresentada a distribuição das APs (Áreas Protegidas) por bioma brasileiro. Nota-se que existe uma maior concentração na Mata Atlântica (198) com 83.745 km<sup>2</sup>, representando 7,5% do bioma, e no Cerrado (73) ocupando uma área total de 109.176 km<sup>2</sup>, o que representa 5,4% do Cerrado.

**Tabela 1** | Quantidade de APs por bioma e seu significado de ocupação em % - 2018.

<i>Bioma</i>	<i>Quantidade</i>	<i>% do Bioma</i>	<i>Área total do Bioma (km<sup>2</sup>)</i>
AMAZÔNIA	38	4,9	4.198.551
CAATINGA	35	6,3	827.934
CERRADO	73	5,4	2.040.167
MATA ATLÂNTICA	198	7,5	1.117.571
PAMPA	3	2,4	178.704
PANTANAL	0	0	151.159
ÁREA MARINHA	67	1,3	3.555.796

Fonte: MMA/Cnuc, 2018.

Existem 319 APs em todo o território com uma área de cobertura de 499.631 km<sup>2</sup> sendo que a maior quantidade está na esfera estadual (59,56%), seguida da municipal (30,09%), e o restante se encontra na esfera federal (10,35%) (MMA-CNUC, 2018).

## 2.2 PARQUES FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS

Os parques eram originalmente regidos pelo Código Florestal, regulamentado pelo Decreto nº 84.017/1979. Atualmente, são regulados pela Lei nº 9.985/2000 que no seu artigo 11 diz que o objetivo principal dos parques é:

a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, a recreação em contato com a natureza e o turismo ecológico.



Os parques podem ser terrestres e/ou aquáticos, normalmente extensos (mais de 10 km<sup>2</sup>) conciliando a proteção da flora, da fauna e das belezas naturais em terras de seu domínio. A possibilidade de visitação é obrigatória (LEUZINGER, 2009).

Sobre desapropriação das áreas, Rocha, Drummond e Ganem (2010) acreditam que exista um baixo grau de prioridade do setor público em resolver problemas fundiários. A presença humana em parques está diretamente relacionada à construção de benfeitorias que interferem no ecossistema e que incorporam valor à terra. Estas contribuem para o desmembramento e venda de terrenos para pessoas que vêm de fora da região, interessadas em construir uma segunda residência, que, por sua vez, suscita a aparição de novos atores, com novos interesses complicando a situação da regularização dos parques. Até o ano de 2012, somente um parque federal no Brasil tinha sua situação regulamentada. A esse respeito, duas correntes bem definidas debatem o tema. O Quadro 1 reporta aos aspectos intrínsecos da questão.

**Quadro 1 |** Correntes de pensamento quanto à presença ou não de seres humanos residindo nos Parques.

<i>Preservacionistas</i>	<i>Socioambientalistas</i>
Conceito tradicional de Parques – sem a presença de seres humanos	Com presença de atividades humanas, como a de populações primitivas ou tradicionais
Crença 1 – O homem é destruidor da natureza	Existem culturas que desenvolveram uma relação mais harmônica com a natureza
Crença 2 – Natureza intocada é aquela oriunda da evolução natural	A diversidade cultural também precisa ser conservada, tanto por motivos éticos quanto como instrumento de proteção do conhecimento tradicional, portanto faz parte da natureza.

Fonte: Quadro composto com base no texto de Rocha, Drummond e Ganem (2010).

A criação dos parques não ocorreu de forma regular. Entre 1937 e 1939 foram criados três parques no Sul e Sudeste; de 1959 a 1961 onze parques no Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste; dez anos depois criaram-se mais três parques no Sudeste e Norte; e de 1979 a 1986 mais 11 parques no Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte. Rocha, Drummond e Ganem (2010) ressaltam que não houve uma distribuição regional ou ecossistêmica equilibrada. Por um longo tempo, a escolha das áreas para parques era o privilégio da beleza cênica e a facilidade de acesso para a visitação. Por volta dos anos 1960, a justificativa centrou-se em áreas de lazer e turismo, principalmente no bioma Cerrado.

Na década de 1980 uma atitude visionária prevaleceu: antecipar o processo de ocupação de áreas mais remotas e incluir como UCs, desde que as áreas estivessem em bom estado ecossistêmico e que abrangessem os vários biomas no País. Hoje existem 73 parques federais, 209 estaduais e 135 municipais, segundo o MMA-Cnuc, (2018).

A Tabela 2 apresenta a distribuição de parques por bioma. Nota-se que a Mata Atlântica apresenta o maior número de parques no Brasil com 23.469 km<sup>2</sup>, seguido do Cerrado com 51.005 km<sup>2</sup> e o bioma Amazônia com 268.707 km<sup>2</sup>. É interessante observar que em área total o bioma mais preservado é o da Amazônia (6,4%), seguido pelo bioma do Pantanal (2,8%) e Cerrado (2,5%).

**Tabela 2 |** Quantidade de parques por bioma e seu significado de ocupação em % - 2018.

<i>Bioma</i>	<i>Quantidade</i>	<i>% do Bioma preservado</i>	<i>Área total do Bioma (km<sup>2</sup>)</i>
AMAZÔNIA	49	6,4	4.198551
CAATINGA	24	0,9	827.934
CERRADO	74	2,5	2.040.167
MATA ATLÂNTICA	266	2,1	1.117.571
PAMPA	7	0,2	178.704
PANTANAL	5	2,8	151.159
ÁREA MARINHA	41	0,1	3.555.796

Fonte: MMA, 2018.

Em área continental existem 411 parques com uma extensão territorial de 355.720 km<sup>2</sup> e representando 4,2% do território, que é de 8.514.085 km<sup>2</sup>. Em áreas marinhas são 41 parques com uma área de 3.906 km<sup>2</sup> e representando somente 0,1% de sua área, que é de 3.555.796 km<sup>2</sup> sendo que essa área corresponde ao Mar Territorial mais a Zona Econômica Exclusiva (MMA, 2018).

### 2.3 A CRIAÇÃO DO PARQUE E APA DOS PIRENEUS/GO

O estado de Goiás criou seu Código Florestal em 1995 através da Lei Estadual nº 12.596, regulamentada pelo Decreto nº 4.593/95 resguardando a flora e fauna nativas. As UCs surgiram em Goiás em 1959, sendo criados dois Parques Nacionais, o das Emas e o da Chapada dos Veadeiros, a partir daí só foram criados parques estaduais e municipais.

Em Goiás apenas 4,78% de seu território é protegido por UCs. Destes, 0,91% são áreas de proteção integral e 3,87% de uso sustentável (CAMPOS; CASTRO, 2009). Além disso, 1,72% está sob a tutela da esfera federal, 3,05% da estadual e 0,01% da municipal. Até 2017 existiam 48 UCs federais (2 de proteção integral e 46 de Uso sustentável – Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN, Área de Proteção Ambiental – APA e Floresta Nacional – Flona), 23 estaduais (13 de proteção integral e 10 de Uso Sustentável – APA, Área Relevante de Interesse Ecológico – Arie e Florestas Estaduais) e 17 municipais; todas de proteção integral.

O Parque dos Pireneus foi criado pela Lei Ordinária 10.321 em 20 de novembro de 1987 (GOIÁS, 1987), com 2.833,26 hectares e com o objetivo de preservar o ecossistema natural e toda sua beleza cênica. A APA dos Pireneus foi criada em 17 de fevereiro de 2000, com uma área de 22.800 ha disponibilizada para pesquisas científicas e o desenvolvimento cultural de incentivo à preservação e educação, além do turismo local (SECIMA, 2017).

**Quadro 2 |** Distribuição da área ocupada pelo Parque dos Pireneus (PEP) e a APA nos municípios em que são abrangidos – 2018

<i>Município</i>	<i>Área ocupada em cada município (Km<sup>2</sup>)</i>	<i>Porcentagem de Área em cada município (%)</i>	<i>Área total do município (Km<sup>2</sup>)</i>	<i>Porcentagem de área ocupada em cada município (%)</i>
PIRENÓPOLIS	185,303008	65,9	2.235,28	8,29
CORUMBÁ	8,07679	2,9	1.067,18	0,76
COCALZINHO DE GOIÁS	87,70294	31,2	1.792,82	4,89

*Fonte: Adaptado e atualizado de Bodens (2013), Atlas Brasil (2010)*

Essas unidades contam com seus respectivos decretos de criação, porém, falta plano de manejo (inconclusivo), infraestrutura, equipe e controle de visitantes. Existem problemas de desapropriação, sendo 14 propriedades adquiridas, somente uma concluída, quatro em processo judicial e as restantes já com valores estipulados depositados em juízo e os proprietários já retiraram 80% do valor (SEMARH, 2018).

Criada pelo Decreto Estadual 5.174/2000 (GOIÁS, 2000), a APA dos Pireneus contém os objetivos de: (i) proteger a região serrana e o entorno do Parque Estadual dos Pireneus, isto é, funcionar como uma zona de amortecimento do parque; (ii) proteger os remanescentes de Cerrado; (iii) proteger os recursos hídricos; (iv) melhorar a qualidade de vida das populações residentes por meio de orientação e regulação das atividades econômicas locais; (v) disciplinar o turismo ecológico e fomentar a educação ambiental; e (vi) preservar as culturas e as tradições locais. Dessa forma, atividades efetivas ou potencialmente causadoras de dano ambiental são proibidas ou restringidas (LANY; LEUZINGER; PINTO, 2006).

A APA dos Pireneus se estende por 22.800 hectares ao redor do Parque dos Pireneus, margeando as cidades de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e áreas serranas de Corumbá de Goiás. A APA possui características exclusivas que a torna de valor singular. Dentro da área está localizado o segundo

maciço mais alto do estado de Goiás, o Pico dos Pireneus com 1.380 metros de altitude. O local é um dos divisores das Bacias Tocantins e Paraná. Vários córregos nascem no alto da Serra dos Pireneus, formando o Rio das Almas e o Rio Corumbá, que além da importância ecológica, abastecem diversas comunidades da região. Nela constam espécies endêmicas de anfíbios e vegetais (SALMONA; RIBEIRO; MATRICARDI, 2014).

O clima na região é tropical semiúmido caracterizado por duas principais estações: uma seca, de meados de abril a meados de setembro, e uma úmida, de outubro a março. Contudo, devido à oscilação de relevo, pode acontecer microclimas diferentes nas partes de maior altitude e nos vales ou depressões. Segundo dados da Embrapa (2010), a temperatura média da região fica em 22,6°C.

Na Figura 1 pode-se ver a temperatura média para os últimos 17 anos para a região de Pirenópolis. A temperatura é realizada na Estação Meteorológica localizada em Pirenópolis de número 83376. Percebe-se que em média essa temperatura tem se elevado. Os dados são de responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

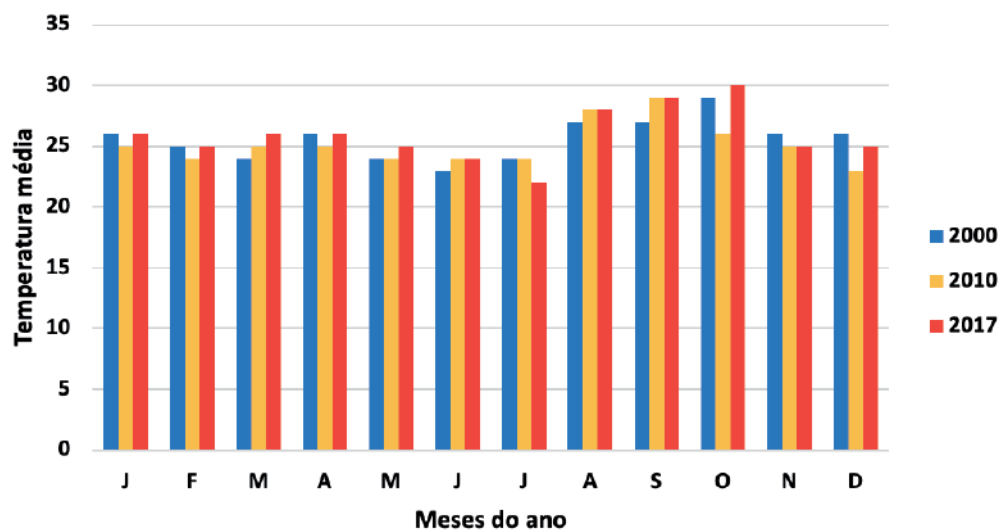


Figura 1 | Temperatura Média Estação de Pirenópolis – 2000-2010-2017

Fonte: Inmet, 2018.

Os relevos do parque e da APA são caracterizados por um conjunto de serras alinhadas aproximadamente na direção-W, com profundos vales encaixados e encostas côncavas, com gradiente elevado de 20% a 45% ou mais, podendo ter escarpas verticais e amplitudes superiores a 80 m.

Toda a região está inserida no bioma Cerrado, no qual são descritos 11 tipos principais de vegetação para o bioma Cerrado, enquadrados em formações florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre). Considerando também os subtipos nesse sistema, são reconhecidos 25 tipos de vegetação (RIBEIRO; WALTER, 2001).

A área da APA é um divisor de água continental entre as bacias hidrográficas do Paraná/Prata e a do Tocantins, tendo como ponto mais alto o Pico dos Pireneus. O Rio Corumbá, da bacia do Prata, nasce na vertente norte do Pico dos Pireneus, contorna o pico pelo leste e inflete para o sul. O Rio das Almas nasce na vertente sudoeste e contorna pelo oeste até Pirenópolis, quando inflete para o norte. Os principais cursos de água da área são os ribeirões dos Castelhanos, das Araras, Dois Irmãos, São João e do Inferno, afluentes do Rio das Almas; e o Ribeirão Rasgão, afluente do Rio Corumbá.

Embora a região seja submetida a um prolongado período de estiagem anual, de 4 a 5 meses, os cursos de água, em sua maioria, são perenes. Isso se deve às características hidrogeológicas dos quartzitos que são recarregados no período chuvoso, descarregando lentamente na estação seca. As inúmeras cachoeiras da APA existem devido às diferenças de relevo e água, ambos tendo sua origem nos quartzitos (THOMÉ FILHO; MORAES; PAULA, s.d.).

As atividades presentes na APA dos Pireneus são a mineração, a agropecuária e o turismo. Pode-se observar na Tabela 3 que a agropecuária ocupa a maior área, seguida da florestal e savânica, sendo a mineração inexpressiva.

**Tabela 3 |** Diferentes usos e cobertura do solo do Parque Estadual dos Pireneus e APA dos Pireneus. Área absoluta (ha) – 2016

<i>Cobertura</i>	<i>APA</i>	<i>%</i>	<i>Parque</i>	<i>%</i>	<i>TOTAL</i>	<i>%</i>
CORPOS-D'ÁGUA	5,94	0,03	0	0,00	5,94	0,03
MINERAÇÃO	156,08	0,81	0	0,00	156,08	0,70
URBANA	272,51	1,42	0	0,00	272,51	1,22
CAMPESTRE	2.636,06	13,70	1.342,00	44,57	3.978,06	17,88
SAVÂNICA	4.651,11	24,17	618,86	20,55	5.269,97	23,68
FLORESTAL	4.785,51	24,87	895,39	29,74	5.680,90	25,53
AGROPECUÁRIA	6.733,41	35,00	154,79	5,14	6.888,20	30,96
<i>TOTAL</i>	19.240,62	100	3.011,04	100	22.251,66	100

Fonte: Adaptado de Ribeiro, 2016.

### 3 MÉTODO DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa bibliográfica. A seleção dos artigos para pesquisa se deu através da mídia eletrônica, no portal Capes, SciELO e Google Acadêmico. As palavras de busca foram unidades de conservação, Parque Estadual dos Pireneus e APA dos Pireneus.

Os dados secundários foram pesquisados no Instituto de Geografia e Estatística – IBGE e no Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Foram pesquisados dados socioeconômicos dos municípios: Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás e Pirenópolis. Os resultados são apresentados de maneira descritiva e analítica.

No Quadro 3 estão as características ideais, segundo o método usado por Oldekop et al. (2015). O método será aplicado para caracterizar o impacto na área de Preservação do Parque Estadual dos Pireneus.

**Quadro 3 |** Caracterização dos Indicadores a serem utilizados para avaliação dos impactos nas UC e nas comunidades localizadas no seu entorno.

	<i>Indicadores da Área Protegida</i>	<i>Caracterização dos Indicadores</i>
CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA PROTEGIDA	ARRANJO DE PROTEÇÃO	Parque e APA
	GOVERNANÇA	Estado responsável
	TAMANHO	Extensão da área
	FITOFISIONOMIA	Bioma

IMPACTOS DAS ÁREAS PROTEGIDAS NAS LOCALIDADES DO ENTORNO	DESLOCAMENTOS	Deslocamento voluntário ou involuntário, incluindo movimentos em resposta a mudanças nos meios de subsistência
	MONETÁRIO	Aumento ou diminuição na riqueza monetária de qualquer seção de comunidades locais resultante da existência de uma Área Protegida
	MEIOS DE SUBSISTÊNCIA	Impactos positivos ou negativos nos meios de subsistência não monetários (por exemplo, agricultura de subsistência, caça e coleta de recursos naturais)
	CULTURAL	Impactos na identidade cultural ou coesão da comunidade, acesso a sites e recursos culturalmente importantes, e apreciação estética dos arredores
	COMPENSAÇÃO	Ações das autoridades responsáveis pelas Áreas Protegidas, destinadas a compensar possíveis impactos negativos da sua implantação, aumento ou diminuição
	CONFLITOS	Conflitos, corrupção ou extorsão da equipe da Área Protegida em relação a pessoas locais e resistência local a esses impactos
	EMPODERAMENTO	Maior controle sobre vidas e meios de subsistência, incluindo o controle sobre o gerenciamento de recursos naturais, ou o aumento da segurança da terra por parte dos moradores da localidade
	DISTRIBUIÇÃO DESIGUAL DOS IMPACTOS	Os impactos das Áreas Protegidas diferem entre as seções das comunidades vizinhas

Fonte: Adaptado de Oldekop et al., 2015.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO SOCIAL, ECONÔMICA E POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS LIMÍTROFES À APA DOS PIRENEUS

A região que compõe os limites da APA dos Pirineus é composta pelos municípios de Pirenópolis, Corumbá de Goiás e Cocalzinho de Goiás. Compreende uma área de 5.078,24 km<sup>2</sup> e uma população estimada para 2018 de 54.268 habitantes com densidade demográfica média de 10,69 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2016). Cerca de 41,19% dessa população vive em áreas rurais, ver Tabela 4.

O município que mais aumentou sua população foi Cocalzinho de Goiás (19,01%) e também foi a que mais povoou a zona rural (27,09%). Esse povoamento se deve ao deslocamento de trabalhadores da indústria de cimento do grupo Votorantim de Cocalzinho que fechou em 2000. A população se voltou para a oportunidade de ganhos econômicos por meio do turismo rural e visitas às UC Pirineus.



**Tabela 4 |** Dinâmica populacional dos municípios limítrofes à APA dos Pireneus e Parque Estadual dos Pireneus/GO – 2000-2010

DADOS POPULACIONAIS	Municípios		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
POPULAÇÃO TOTAL 2000	21.245	9.679	14.626
POPULAÇÃO TOTAL 2010	23.006	10.361	17.407
VARIAÇÃO PERCENTUAL	8,29	7,08	19,01
POPULAÇÃO RURAL 2000	8.770	4.082	8.626
POPULAÇÃO RURAL 2010	7.443	3.945	10.963
VARIAÇÃO PERCENTUAL	- 91,16	- 3,36	27,09
POPULAÇÃO URBANA 2000	12.475	5.597	6.000
POPULAÇÃO URBANA 2010	15.563	6.416	6.444
VARIAÇÃO PERCENTUAL	24,75	14,63	7,4

Fonte: Ipea, 2010.

Dos municípios limítrofes ao parque e à APA dos Pireneus, o que mais melhorou seus indicadores de distribuição de renda e de desenvolvimento humano nos últimos dez anos foi Corumbá de Goiás, com índice de Gini (-15%) com o IDHM do município mais expressivo com elevação de 36%. Quanto à população classificada entre os extremamente pobres, foi verificado que Pirenópolis a reduziu em 84%, Corumbá de Goiás em 72% e Cocalzinho de Goiás em 62%. O número de pessoas vulneráveis à pobreza teve uma redução menor nos municípios, sendo 57%, 55% e 56% respectivamente, (ver Tabela 5). Esses resultados se devem às políticas públicas implantadas no estado de Goiás para desenvolvimento, que no caso desses municípios, estão ligadas ao turismo na região denominada do Ouro e Cristais em Goiás.

**Tabela 5 |** Dinâmica social dos municípios limítrofes à APA dos Pireneus e Parque Estadual dos Pireneus/GO – 2000-2010

Dados Sociais	Municípios		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
ÍNDICE DE GINI 2000	0,55	0,60	0,51
ÍNDICE DE GINI 2010	0,49	0,51	0,47
VARIAÇÃO PERCENTUAL	-10,91	-15,00	-7,84
IDHM 2000	0,565	0,50	0,506
IDHM 2010	0,693	0,68	0,657
VARIAÇÃO PERCENTUAL	22,65	36,00	29,84
% DOS EXTREMAMENTE POBRES 2000	11,58	14,26	15,42
% DOS EXTREMAMENTE POBRES 2010	1,88	4,04	5,91
VARIAÇÃO PERCENTUAL	-83,77	-71,67	-61,67
% DOS VULNERÁVEIS À POBREZA 2000	31,34	36,64	38,14
% DOS VULNERÁVEIS À POBREZA 2010	13,35	16,64	16,83
VARIAÇÃO PERCENTUAL	-57,40	-54,59	-55,87

Fonte: Pnud, Ipea, 2010.

As informações expostas na Tabela 6 mostram que o município que teve um expressivo crescimento foi Pirenópolis, com um aumento de 137% no Produto Interno Bruto (PIB), dinamizado pela indústria mineral e o turismo de diversas formas, seguido de Corumbá de Goiás também tendo o Ecoturismo como alavanca de crescimento. (Ver Tabela 6). O setor de turismo foi dinamizado por meio de políticas

de incentivo governamental federal, como o Fundo Constitucional do Centro-Oeste FCO-turismo, e estadual, por meio do programa de Desenvolvimento Turístico nas Cidades Históricas.

**Tabela 6 |** Dinâmica econômica dos municípios limítrofes à APA dos Pirineus e Parque Estadual dos Pirineus/GO – 2000-2010

Indicadores Econômicos	Municípios		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
RENDA PER CAPITA 2000	356,28	370,44	272,38
RENDA PER CAPITA 2010	544,78	503,01	450,47
VARIAÇÃO PERCENTUAL	52,90	35,79	65,38
PIB MUNICIPAL (R\$) 2005	103.362,00	68.041,00	243.854,00
PIB MUNICIPAL (R\$) 2010	244.745,00	116.957,00	285.878,00
VARIAÇÃO PERCENTUAL	137	72	17
GRAU DE URBANIZAÇÃO 2000	58,72	57,82	41,03
GRAU DE URBANIZAÇÃO 2010	67,65	61,95	37,02
VARIAÇÃO PERCENTUAL	15,21	7,14	-9,77

Fonte: Ipea, 2010.

Com um olhar diferenciado para a Tabela 7, percebemos que o município de Corumbá de Goiás conseguiu se equiparar aos outros dois municípios em termos de abastecimento e acesso à água potável, coleta de resíduos sólidos e fornecimento de energia elétrica aos seus moradores. Na década de 2000-2010 o número de domicílios com água encanada teve um aumento de 15,88%, a energia elétrica 12,64% e a coleta de lixo 32,63%, muito superior à média estadual de 10,95% para água, 2,33% para energia elétrica e 0,69% para a coleta de lixo (IPEA, 2010).

**Tabela 7 |** Indicadores de habitação dos municípios limítrofes à APA dos Pirineus e Parque Estadual dos Pirineus/GO – 2000-2010

Indicadores de Habitação	Municípios		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
DOMICÍLIOS COM ÁGUA ENCANADA (%) 2000	79,55	77,50	82,12
DOMICÍLIOS COM ÁGUA ENCANADA (%) 2010	91,12	89,81	94,39
VARIAÇÃO PERCENTUAL	14,54	15,88	14,94
DOMICÍLIOS COM ENERGIA ELÉTRICA (%) 2000	92,35	87,57	90,85
DOMICÍLIOS COM ENERGIA ELÉTRICA (%) 2010	99,85	98,64	99,31
VARIAÇÃO PERCENTUAL	8,12	12,64	9,31
DOMICÍLIOS COM COLETA DE LIXO (%) 2000	97,72	73,88	77,93
DOMICÍLIOS COM COLETA DE LIXO (%) 2010	99,43	97,99	97,20
VARIAÇÃO PERCENTUAL	1,75	32,63	24,73

Fonte: Ipea, 2010.

Quanto aos indicadores de esgotamento sanitário e cuidado com as vias públicas, os melhores resultados foram verificados no município de Pirenópolis, para arborização (83,60%) e esgoto sanitário (33,90%), e em Corumbá de Goiás, com a urbanização (19,90%). É de se esperar que a importância dada à arborização urbana esteja intimamente relacionada à atividade turística, enquanto a urbanização e o serviço de coleta de esgoto sanitário estejam mais relacionados ao crescimento econômico. (Ver Tabela 8).

**Tabela 8** | Indicadores de saneamento e meio ambiente dos municípios limítrofes à APA dos Pireneus e Parque Estadual dos Pireneus/GO – 2016

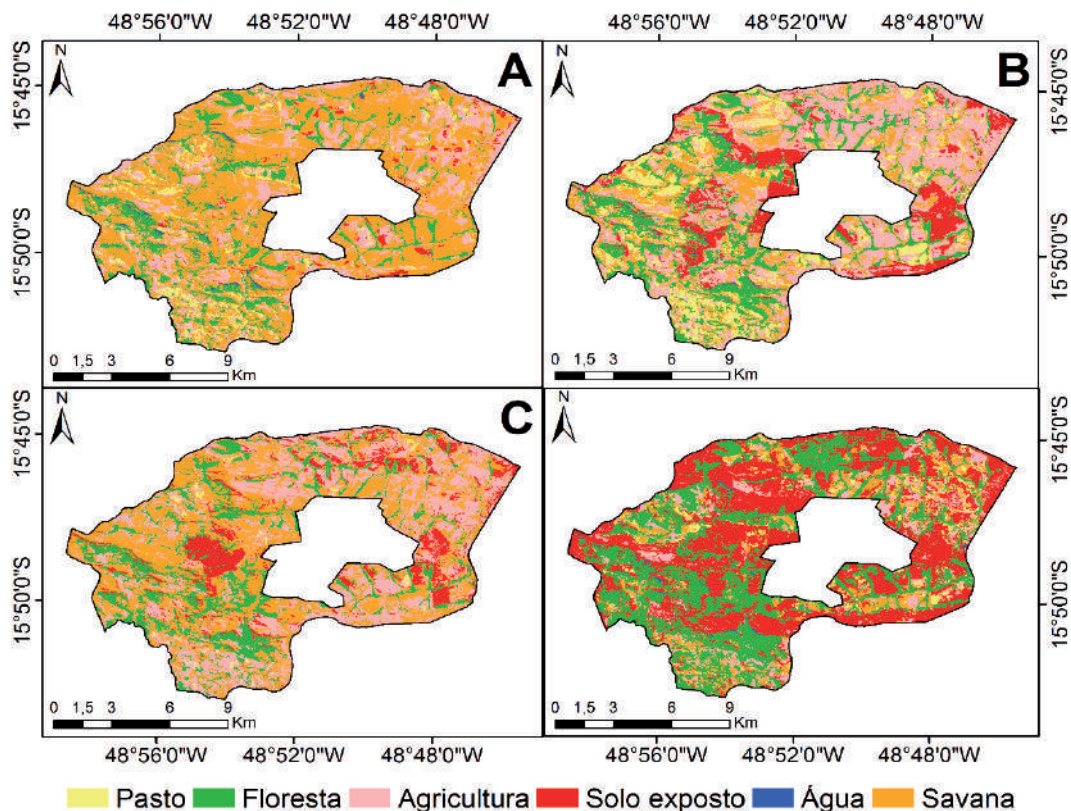
Indicadores	Municípios		
	Pirenópolis	Corumbá de Goiás	Cocalzinho de Goiás
ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS	83,60	76,70	60,90
URBANIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS	9,00	19,90	0,00
ESGOTO SANITÁRIO	33,90	26,70	18,40

Fonte: Ipea, 2010.

#### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DO IMPACTO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO SOBRE OS MUNICÍPIOS

Observa-se na Figura 2 uma análise cronológica do uso da terra na APA dos Pireneus. O mapa A é referente ao ano de 1988, o B 1998, o C 2008 e o D 2018. A análise temporal do uso e ocupação da Área de Proteção Ambiental da Serra dos Pireneus foi realizada por meio de imagens de satélite Landsat-5 e Landsat-8 extraídas do catálogo na Divisão Geral de Imagens do Inpe. A classificação do uso e ocupação do solo na APA da Serra dos Pireneus foi realizada no software ArcGis 10.1 utilizando o método Maximum Likelihood Classification. Esse método consiste na obtenção de amostras de diferentes classes encontradas na imagem de satélite.

Nota-se que há uma grande exposição dos solos nos anos analisados (aumento nos últimos 30 anos de 1.789,21%) que pode caracterizar tanto aumento da população como também da atividade de mineração. Lembrando que a região tem grande produção de quartzito, também conhecida como Pedra de Pirenópolis, que é muito utilizada na construção civil para ornamentação de casas, pisos e ruas, entre outros.



**Figura 2** | Uso da terra na APA dos Pireneus/GO – 1988, 1998, 2008 e 2018.

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 9 mostra que a área destinada aos pastos diminuiu em 17,29%, bem como a destinada à agricultura em 60,64%, e ao cerrado (savana) em 82,62%, também é muito preocupante a porção de águas que diminuiu em 19,56%. A área apresentou nesses últimos 30 anos um crescimento de florestas na ordem de 141,43%. A queda na proporção de uso do solo para agricultura e pecuária se apoia em primeiro lugar devido à desocupação de propriedades na área do parque, e em segundo lugar ao aumento do ecoturismo e turismo de aventura realizados na UC dos Pirineus. Esse aumento na área de florestas se deu porque na região existem mais de 70 hectares de áreas protegidas, estas são Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPNs que estão em fase de implantação. É o mosaico mais denso do País (RPPN/ha) (RESENDE, 2019). Essa redução drástica nas áreas de savana (cerrado stricto sensu) é extremamente preocupante em termos de perda de biodiversidade pertencente exclusivamente a essa fitofisionomia, e pode ser considerada mais um indício de que há uma diferenciação de preocupação entre as fitofisionomias presentes no Cerrado, resultado da menor beleza cênica dessa paisagem, ante as formações florestais.

**Tabela 9 |** Uso da terra na APA dos Pirineus/GO – 1988-2018

Classe	1988	1998	2008	2018	Variação
PASTO	11.368	26.285	2.004	9.402	-17,29
FLORESTA	30.637	43.482	37.116	73.966	141,43
AGRICULTURA	47.668	71.154	65.404	18.763	-60,64
SOLO EXPOSTO	4.756	27.526	24.314	89.851	1.789,21
ÁGUA	956	360	27 <sup>(1)</sup>	769	-19,56
SAVANA	117.853	44.442	85.157	20.495	-82,61
TOTAL	213.238	213.249	214.022	213.246	0,000038

Fonte: elaboração própria.

Nota (1): algumas imagens de satélite não apresentam de modo muito evidente os pixels com a informação sobre a água. Isso pode acontecer devido ao período do ano em que a imagem foi obtida pelo satélite, pois tem uma relação muito próxima com o nível de refletâncias dos alvos.

No Quadro 4 estão os principais indicadores segundo Oldekop et al. (2015) sobre as características e os impactos das unidades de conservação. Esses indicadores mostram as inter-relações entre as áreas protegidas e seus municípios limítrofes.

*Quadro 4 – Indicadores das áreas da APA dos Pirineus e Parque Estadual dos Pirineus/GO – 2019*

	Indicadores da Área Protegida	Caracterização dos Indicadores
CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA PROTEGIDA	ARRANJO DE PROTEÇÃO	APA Pirineus Parque Pirineus
	GOVERNANÇA	Estado de Goiás
	TAMANHO	Parque: 2.833,26 hectares APA: 22.800 ha
	FITOFISIONOMIA	Bioma: Cerrado
IMPACTOS DAS ÁREAS PROTEGIDAS NAS LOCALIDADES DO ENTORNO	DESLOCAMENTOS	O maior deslocamento na área rural foi de Pirenópolis com um deslocamento de 91,16% da população rural para a área urbana. E em Cocalzinho de Goiás o deslocamento foi no sentido inverso, houve um aumento da população rural de 27,09%

IMPACTOS DAS ÁREAS PROTEGIDAS NAS LOCALIDADES DO ENTORNO	MONETÁRIO	Apropriação do patrimônio natural pelo setor de turismo. Especulação imobiliária
	MEIOS DE SUBSISTÊNCIA	Produção agroecológica pelas comunidades residentes. Produção de orgânicos. Agricultura de subsistência. Produção caseira de alimentos com frutos do Cerrado. Plantio doméstico de plantas medicinais
	CULTURAL	Gastronomia do Cerrado – Saberes e sabores. Cursos sobre frutos do Cerrado. Maratona fotográfica de Pirenópolis. Bio Floresta – cursos de permacultura. Feira Literária de Pirenópolis Festa do Divino Espírito Santo – Cavalhadas. Escala esportiva – bouder Sites que promovam os pontos turísticos das cidades e das festas.
	COMPENSAÇÃO	Trabalhos de ONGs influenciando as incorporações ou manutenção de atitudes proativas de conservação. O turismo é a 3ª fonte de arrecadação dos municípios.
	CONFLITOS	Desapropriação de 14 propriedades rurais para compor o espaço de APA e parque. Movimentação de 4 processos judiciais de desapropriação. Pagamentos parciais de 10 proprietários rurais – depósitos em juízo para pagamento do espaço territorial. Desrespeito à Lei 9.985/00 art. 11 não existem projetos de educação ambiental para a unidade de conservação.
	EMPODERAMENTO	Artesanato com pedras e plantas realizado pelas mulheres. Medicina popular – raizeiros do Cerrado. Agroindústria de pequenos produtores – baru, pequi, jatobá, cagaita, baunilha do Cerrado e caju realizada pelas comunidades, como Caxambu e outras 22 existentes em Pirenópolis.
	DISTRIBUIÇÃO DESIGUAL DOS IMPACTOS	Áreas protegidas sem fiscalização gerando depredação do patrimônio natural pela retirada de orquídeas, bromélias e outras plantas do local. Depredação do patrimônio público com pichações e vandalismos, presença de erosão nas trilhas de visitação. Queimadas nas UC. Lixo espalhado em todo o parque.

Fonte: Dados retirados dos textos de Garcia, Koop e Godoi (2015); Godinho e Oliveira (2010); Souza, Nunes e Santos (2015); Zaneti e Balestro (2015).

Os indicadores das áreas do parque e APA dos Pireneus mostram uma radiografia da atual relação simbiótica entre os municípios limítrofes e a participação atuante da UC dos Pireneus. O deslocamento populacional de Pirenópolis para área urbana se deve ao incentivo do comércio ligado ao turismo no município tanto gastronômico (culinária do Cerrado goiano) quanto do ecoturismo e turismo de aventura. E o deslocamento da população de Cocalzinho para a área rural se deu devido ao ecoturismo dinamizado em diversas propriedades, uma vez que a indústria de cimento geradora de empregos e renda fechou em 2010.

Ainda observa-se um crescente envolvimento da população na exploração agroecológica no local com aperfeiçoamento de comidas típicas e doces com frutos do Cerrado, artesanato com pedras, sementes e flores adquiridos na UC dos Pireneus.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os municípios limítrofes apresentaram desenvolvimento médio para o IDH nos anos pesquisados em 30%, e uma diminuição no Índice de Gini de 11,25% resultando em uma diminuição na desigualdade de renda. Quanto aos dados e indicadores de crescimento, os municípios limítrofes tiveram um acréscimo no PIB e na renda per capita de 51% ligado intimamente à UC, como o turismo e o comércio.

Muito se especula quanto à criação de uma UC prejudicar o crescimento ou desenvolvimento da região, visto que sua criação pode impedir a instalação de indústrias e a dinamização da agropecuária. No caso dos municípios limítrofes, tal fato não ocorreu, a criação da UC permitiu a dinamização do turismo por meio de novas empresas do ramo relacionadas à hotelaria e ao comércio regional de produtos da terra geradores de emprego e renda local. A criação das UC dos Pirineus mudou o contexto sociocultural da região proporcionado pelo fluxo de turistas.

Seria justo concluir que o impacto econômico da criação de unidades de conservação para os municípios limítrofes dependerá das políticas públicas e da mudança de paradigmas no setor privado. Ambos devem buscar identificar as oportunidades criadas tanto para o aumento do turismo e comercialização de produtos especializados, que chegam dotados de grande valor agregado por conta do caráter de exclusividade e sustentabilidade atribuído a estes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq por custear a pesquisa e pelas bolsas de iniciação científica. Ao apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) em convênio com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). À Universidade Estadual de Goiás e ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Economia Nepe/UEG.

## REFERÊNCIAS

- BODENS, J. **Diretrizes para avaliação do impacto ambiental da prática de boulder em Parques Nacionais e Estaduais: o caso do Parque Estadual dos Pirineus (GFO)**. Universidade de Brasília – Departamento de Geografia, 2013.
- BRASIL. **Lei 9.985**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA-Cnuc. **Tipos de Unidades de Conservação**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.
- CAMPOS, A. C.; CASTRO, S. S. Aspectos da legislação ambiental no estado de Goiás e a distribuição espacial das unidades de conservação no Cerrado goiano. I SIMPÓSIO AMBIENTALISTA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS. **Anais...** Anápolis, 2009.
- GARCIA, D. DE L. R.; KOOP, K.; GODOI, E. L. Percepção ambiental como avaliação da efetividade da APA dos Pirineus – Goiás. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. Goiânia, v. 10, n. 1, 2015.
- GODINHO, R. G.; OLIVEIRA, I. J. Análise e avaliação da distribuição geográfica da infraestrutura turística no sítio histórico de Pirenópolis/GO: subsídios ao planejamento turístico. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 30, n. 1, jan./jun., 2010.
- GOIÁS. **DECRETO Nº 5.174, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2000**. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental dos Pirineus e dá outras providências. Disponível em:<[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2000/decreto\\_5174.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/decretos/numerados/2000/decreto_5174.htm)>. Acesso em: set. 2017.

GOIÁS. **LEI Nº 10.321, DE 20 DE NOVEMBRO DE 1987.** Cria o Parque Estadual dos Pireneus e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis\\_ordinarias/1987/lei\\_10321.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/1987/lei_10321.htm)>. Acesso em: out. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Dados geográficos 2016.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/panorama>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Índice de Gini – 2010.** Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&id=2048:catid=28](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&id=2048:catid=28)>. Acesso em: 10 jul. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Temperatura média na Região dos Pireneus.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

LAMY, A. C. M.; LEUZINGER, M. D.; PINTO, M. O. Rodovia em Unidade de Conservação: o caso da Estrada Parque dos Pireneus (GO). III ENCONTRO DA ANPPAS. **Anais...** 23 a 26 de maio de 2006. Brasília-DF, 2007.

LEUZINGER, M. D. Uso Público em Unidades de Conservação. Congresso de Direito Ambiental da PUC-RIO, **Anais...** 1., 2010, Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.nima.pucrio.br/aprodab/artigos/uso\\_publico\\_em\\_unidades\\_de\\_conservacao\\_marcia\\_leuzinger.pdf](http://www.nima.pucrio.br/aprodab/artigos/uso_publico_em_unidades_de_conservacao_marcia_leuzinger.pdf)>. Acesso em: abr. 2018.

\_\_\_\_\_. **Natureza e Cultura:** unidades de conservação de proteção integral e populações tradicionais residentes. Curitiba: Letras da Lei, 2009.

OLDEKOP, J. A. et al. A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. **Conservation Biology**, v. 30, n. 1, p. 133-141, 2015.

PENA, I. A. DE B.; SANTOS, C. J. F.; SINAY, L. Estratégias para o desenvolvimento do uso público das APAs dos Morros da Babilônia e São João do Leme e Urubu e Parque Estadual da Chacrinha, RJ. CONGRESSO EM USO PÚBLICO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Universidade Federal Fluminense, Niterói/RJ. **Anais ...** n. 1, v. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.uff.br/usopublico>>. Acesso em: abr. 2018.

RESENDE, P. **Mais uma reserva particular foi criada em Pirenópolis.** G1 15/08/2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2019/08/15/pirenopolis-ganha-mais-uma-reserva-particular-do-patrimonio-natural-e-forma-mosaico-de-protecao-da-serra-dos-pireneus.ghtml>>. Acesso em: out. 2019.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Tipos de vegetação do Bioma Cerrado.** [s.l.]: EMBRAPA, 2001. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_911200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_911200585232.html)>. Acesso em: set. 2017.

ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para sua resolução. **Revista de Sociologia Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, 2010.

SALGADO, G. S. M. **Economia e Gestão de Áreas Protegidas:** o caso do Parque Nacional de Brasília. Brasília, 2000, 124 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) – Universidade de Brasília – UnB, Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia.

SALMONA, Y. B.; RIBEIRO, F. F.; MATRICARDI, E. A. Parques no papel conservam? O caso do Parque dos Pireneus em Goiás. **Boletim Goiano de Geografia.** (On-line). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. v. 34, n. 2, maio/ago., 2014.

SANTOS, S. A. **As Unidades de Conservação no Cerrado Frente ao Processo de Conversão.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2018.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA, CIDADES E ASSUNTOS METROPOLITANOS – SECIMA. **UCs Estaduais:** áreas de proteção ambiental dos Pireneus. 2017. Disponível em: <<http://www.secima.gov.br>>. Acesso em: set. 2017.

SOUSA, R. G.; NUNES, V. H. A.; SANTOS, M. L. O Ecoturismo, o meio ambiente e o Parque Estadual da Serra dos Pirineus na percepção dos visitantes e moradores de Pirenópolis/GO. **Revista Brasileira de Ecoturismo**. São Paulo, v. 8, n. 2, mai/ago 2015.

THOMÉ FILHO, J. J.; MORAES, J. M.; PAULA, T. L. F. **Geoparque Pirineus (GO)**. Geoparques do Brasil / Propostas, v. 1, [s.d.].

UNEP, U. N. E. P. **Protected Planet Report 2016. How protected areas contribute to achieving global targets for biodiversity**. [s.l: s.n.]. 2016.

ZANETI, T. B.; BALESTRO, M. V. Valoração de produtos tradicionais no circuito gastronômico: lições do Cerrado. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 1, jan/abr. 2015.



# The environmental degradation process of the Vermelho River through the perception of Crixás's residents

*O processo de degradação ambiental do Rio Vermelho na percepção dos moradores da cidade de Crixás - Goiás*

France de Aquino Ribeiro<sup>a</sup>

Giovana Galvão Tavares<sup>b</sup>

Vivian da Silva Braz<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: france\_aquino@hotmail.com

<sup>b</sup>Doutora em Ciências, Coordenadora do Núcleo de Educação Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: gio.tavares@gmail.com

<sup>c</sup>Doutora em Ecologia, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: vivian.braz@unievangelica.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24130

Received: 15/04/2019

Accepted: 06/11/2019

ARTICLE- DOSSIER

---

## ABSTRACT

This study presents a discussion about the perception of the residents of Crixás, Brazil, regarding the degradation process of the Vermelho River. We examined the responses from 28 residents before and after they witnessed the induction of the mining company Serra Grande S/A. The research is qualitative and has an interpretative character. Further, we performed bibliographical and documentary research as well as fieldwork and had residents produce mental maps. The mental maps made it possible to apprehend, through written and pictorial language, their individual experiences and relationship with the river. The interpretation of the results indicated that for these participants, mining is one of the primary causes of the river degradation process; however, it also shows that other factors, such as sewage and garbage dumped into the river and removal of ciliary forest, contribute to the intensification of degradation, decline in biodiversity, and health problems in the population.

Keywords: Environmental perception. Experience. Mind mapping. Environmental degradation. Mining.

## RESUMO

*Este artigo apresenta discussão acerca da percepção dos moradores da cidade de Crixás sobre o processo de degradação do Rio Vermelho. Foram investigados 28 residentes que vivenciaram a condição do rio antes e depois da instalação da mineradora Serra Grande S/A. A pesquisa é qualitativa, tem caráter interpretativo e para realizá-la recorreu-se a levantamento bibliográfico e documental, trabalho de campo e aplicação de instrumento para produção de mapas mentais pelos participantes. Os mapas possibilitaram apreender, por meio da linguagem escrita e pictórica, as experiências dos indivíduos e sua relação com o rio. A interpretação dos resultados indicou que para os participantes a mineração é a principal causa do processo de degradação do rio e da retirada da mata ciliar, intensificando assim a degradação, causando diminuição da vazão, da biodiversidade e adoecimento da população.*

*Palavras-Chave: Percepção Ambiental. Experiência. Mapa Mental. Degradação Ambiental. Mineradora.*

## 1 INTRODUCTION

The territorial formation of the city of Crixás is linked to the exploitation of its gold mines by various invaders; these include the bandeirantes in the eighteenth century and numerous mining companies as well as miners from different parts of the country in the early twentieth century. In 1989, the mining company Serra Grande S/A settled in Crixás and fostered the economic development and the extinction of illegal mines on the Vermelho River (Red River). Currently, the company has a joint venture with the African company AngloGold Ashanti and the Canadian group Kinross Gold Group.

In 1994, Serra Grande S/A faced its first civil inquiry initiated by the Public Prosecution Service (MP) due to environmental pollution caused by the discharge of effluents and solid tailings from the dam on the Vermelho River; further, in 2004, an environmental damage inquiry was also reported. In 2018, the MP commenced negotiations between Serra Grande S/A and the community regarding compensation for people affected by pollution caused by the mining company.

The tragedies that occurred in Mariana (2015) and Brumadinho (2019), due to the tailings produced by the rupture in the dam, led the National Mining Agency (ANM) to declare the “upstream” tailings containment structure adopted by Serra Grande S/A as defunct until 2021. This was because of the high rate of potential damage associated with its proximity to the urban perimeter.

The determination provoked a significant reaction from the mining company and the local community in Crixás. This gave rise to various questions, namely:

- I. What is the perception of the residents of Crixás about the exploitation of gold?
- II. How do residents perceive the environmental degradation processes caused by the mining company Serra Grande S/A?
- III. How do residents perceive the environmental degradation of the Vermelho River?

With regard to the questions given above, this article aims to discuss the environmental perception of Crixás's residents about the process of degradation of the Vermelho River caused by gold mining. It also seeks to collaborate and broaden discussions about the immediate realities of the combined relationship of humans with habitat and nature. To this end, it is also concerned with the historical process of the establishment of Crixia and the Vermelho River.

## 2 ENVIRONMENTAL PERCEPTION AND LIVING PLACE

This research is based on the understanding of environmental perception as a mental process for humans interacting with the environment. This implies that the meaning and importance attributed to observed events vary from person to person according to their experiences in a specific habitat or location (DEL RIO; OLIVEIRA, 2005; TUAN, 1980; MARIN, 2008).

Tuan (1980) says that environmental perception is expressed in two aspects: cognitive and affective. The cognitive expression encompasses intellectuality, motivation, moods, values, judgments, expectations, and prior knowledge. The intellect organizes and represents the reality, which is perceived through perceptual schemes and mental images. Conversely, the affective expression is associated with the feelings and bonds that the individual develops in relation to the environment in which they are located; this is because the affectivity drives the perception and unites people with their space. This implies that two people do not see the same reality and no two social groups establish exactly the same assessment of the environment (TUAN, 1980).

Perception develops as a response of the senses to external stimuli and provides the person with immediate knowledge about his surroundings. For the authors Tuan (1980) and Lima (1999), environmental perception comprises the environment in terms of physical, social, psychological, and imaginary dimensions. It is the expression of individual or collective experience in the place of habitat, whereas experience is a term that encompasses the different ways in which a person knows and constructs reality (MERLEAU-PONTY, 1999).

This study appealed to the concept of topophilia that, according to Tuan (1980, p. 107), is “all affective ties of human beings with the material environment”. These ties are built through experiences, which corresponds to the different ways in which an individual knows and builds reality. Thus, individuals use experiences and build thoughts based on their impressions of the place.

The place is expressed by the intellect received from the experience one has of it and/or in it (NOGUEIRA, 2001). This location may cease to exist in the future; however, it does not lose its meaning for the individual who has lived there. According to this concept, affective bonds are formed among human beings themselves and between human beings and places; these bonds are capable of expressing the perceptions and relationships amongst human beings as well as between humans and nature.

Thus, the “place keeps within itself, and not outside it; its meaning and the dimensions of the movement of history in constitution as a movement of life, which can be grasped by memory, through the senses and the body” (CARLOS, 1996, p. 14). Humans establish affective bonds with the places they inhabit. The place is perceived, felt, and represented because it is where they lived. The images that people build of the place are filled with memories, meanings, and experiences (KOZEL, 2007).

Experience can be constructed through more direct and passive senses, such as smell, taste, and touch, to activate visual perception and the indirect way of symbolism. It is a unique sensation, which inspires dreams and desires associated with ideas of an ideal place or its rejection (LIMA, 1999). The way the individual or group experiences or interacts with their place of livelihood can establish an affective bond or repudiation, or even a feeling of belonging or rejection.

Feeling and thinking about the place leads the person to add experiences in an intimate and conceptual way, because, according to Nogueira (2001, p. 43) “the place is given from each one’s experience, the place is presented as experienced by its population”. The author also says that the place is constituted based on the experience that the human being has, and it is through this experience that the relationship with the place is classified as affective, emotional, symbolic, and mythical.



That said, a place may cease to exist, but it does not lose its meaning for the person who has lived or lives there. According to this conception, affective bonds are formed between people and places where they have lived over time; this leads to the residents being so emotionally invested in their places that they are able to resist adversity in favor of living in these spaces. Individuals are able to accept the place and create a reality using their culture, knowledge, language, social standards, and five senses (touch, smell, taste, sight, and hearing). Perception develops as a response to human senses and external stimuli; it provides the individual with immediate knowledge about their surroundings (TUAN, 1980).

Perception can be seen as a sensation; it can be observed as something that affects the human being. It is triggered by experience; therefore, it is apprehended by the human senses and, through them, human beings are able to construct a mental map of the place where they have lived. This leads to them exposing their consciousness about the world.

The mind map is constructed through written or pictorial language, and is the expression of the human experience with the place of their livelihood. It makes thoughts, attitudes, and feelings visible, and can do so for perceived reality as well as their world of imagination. "It is a statement that comes from dialogic relations established between interlocutors in the socio-spatial context. Through language, the subject expresses himself and exposes his lived world" (KOZEL, 2009, p. 127).

The mind map is a type of language conceived by an individual to demonstrate their topophilic feelings. It can be made up of symbols and even written words that convey a personal perception of what is being represented.

In this study, the mental map was used from the perspective of apprehending, through language (written and pictorial), the perception of affective and cognitive memory of the research subject. The experiences of the places are stored in the affective memory, populated by symbols and icons, and are capable of reactivating memories and enabling the construction of mental maps.

### **3 MATERIALS AND METHODS**

This research is qualitative and has an interpretative character. The research proposal was sent to the Research Ethics Committee of the Centro Universitário de Anápolis and was approved under number 2.22.016. The selection of research participants included individuals residing in the city of Crixás, specifically those residing on the banks of the Vermelho River; they were aged from 40 years, and included only those who had experienced the use of the river for leisure, food and income, and had also observed its contamination that was caused by clandestine mining and the accident (crack) at the Serra Grande mining dam.

Twenty-eight adults, men and women, participated in the research. To define the number of participants, the finite sampling was calculated using the software Excel. The number of 50 individuals was pre-established with a confidence level of 90% and a precision level of 10%, which was used to determine a calculated sample of 28 people.

The main instrument for data collection was the mind map. Its use was intended to apprehend, either through drawings or writing, the experiences of the research participants and their relationship with the place; this was because it understood that the mental map has the function of rendering thoughts, attitudes, and feelings visible.

The mind map was used as a data collection tool on participants' perceptions about the use of the Vermelho River and its degradation from 1990 to 2017. For its production, home visits were scheduled, respecting the time set by the participant. The research proposal was presented and, after the acceptance of participation, a request to sign the Informed Consent Form was made. Later, supplies were made

available, including an A4 sheet with the outline print symbolizing the Vermelho Riverbed in the localized stretch in Crixás, in addition to crayons (box with 12 colors), a black pencil, an eraser, and a sharpener.

In possession of the materials, the participant was asked to answer two questions: How did you perceive the river in your childhood or youth? How do you perceive the river today? From the questions he or she wrote or drew their perception. The composition of mind maps was free for the participant.

After data collection, for analysis of mental maps, we resorted to the methods employed by Kozel (2007) and Tuan (1983), and to interpret them we considered:

- IV. The representation of information, whether drawing, writing or use of colors;
- V. The specificity of the icons or symbols described therein (natural landscapes, constructed landscapes, movable and immovable elements, human elements);
- VI. The senses (sight, smell, taste, touch, and hearing) used to describe the landscape or place;
- VII. The participant's expressions of experiences with the place, namely: i) emotional (feeling of loss, longing, happiness, anger, and love); ii) attitudinal (feeling of acting or reacting), and iii) guilt (feeling of what is guilty or who is guilty).

The maps enabled the respondents to express themselves through the understanding of the relationship between human being and environment. Additionally, it is important to highlight that mental maps are related to the real world, because they are built by subjects who experienced the places produced and are materially constructed.

## 4 CONTEXTUALIZATION OF THE STUDY AREA

The city of Crixás is located in the São Luiz dos Montes Belos microregion in the state of Goiás (Figure 1). Its territorial formation was due to the exploitation of alluvial gold in the Vermelho River in the eighteenth century by the bandeirantes who installed the first mines. However, in the following century, gold exploitation stagnated, leading to population decline (OLIVEIRA, 2001).

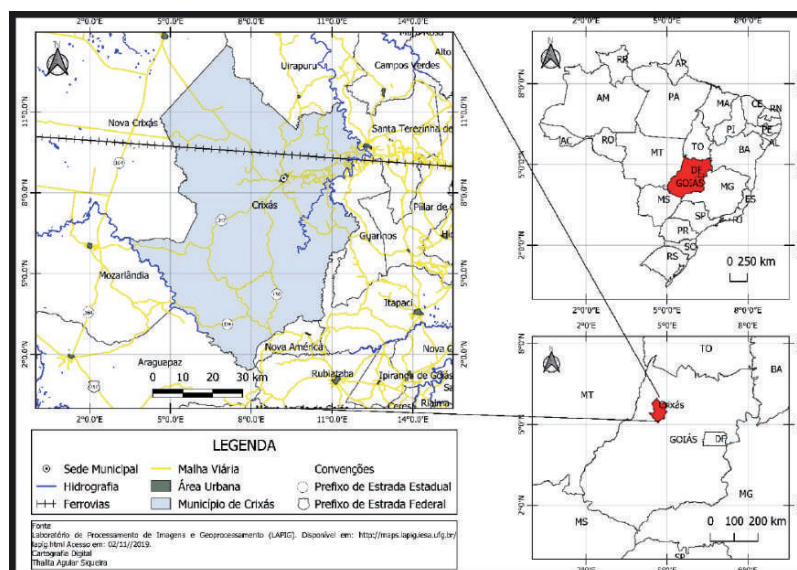


Figure 1 | Location of the municipality of Crixás, Goiás, Brazil

Source: Brazilian Institute of Geography and Statistics, 2019.

Geologist Albrecht Dietz, at the beginning of the twentieth century, identified gold ore in the lands called Chapéu de Sol and Venâncio in Crixás. The news spread and, with rapping on the riverbed, men and women ventured in search of Eldorado (OLIVEIRA, 2001). However, soon the English Company John Taylor & Sons bought the mining land, leading to its exploration until 1923. The intensity of ore mining diminished, but did not stop and, in 1980, Crixás had a population of 30,219 inhabitants; 75.66% were in the urban area. At that time, the practice of gold exploitation through alluvial and mechanical pumping water jets still prevailed (Figure 2,3).



**Figure 2** | Gold miners searching for gold in Vermelho River, Crixás, Goiás, Brazil.  
*Source: Divino Rafael Ribeiro, 1987.*



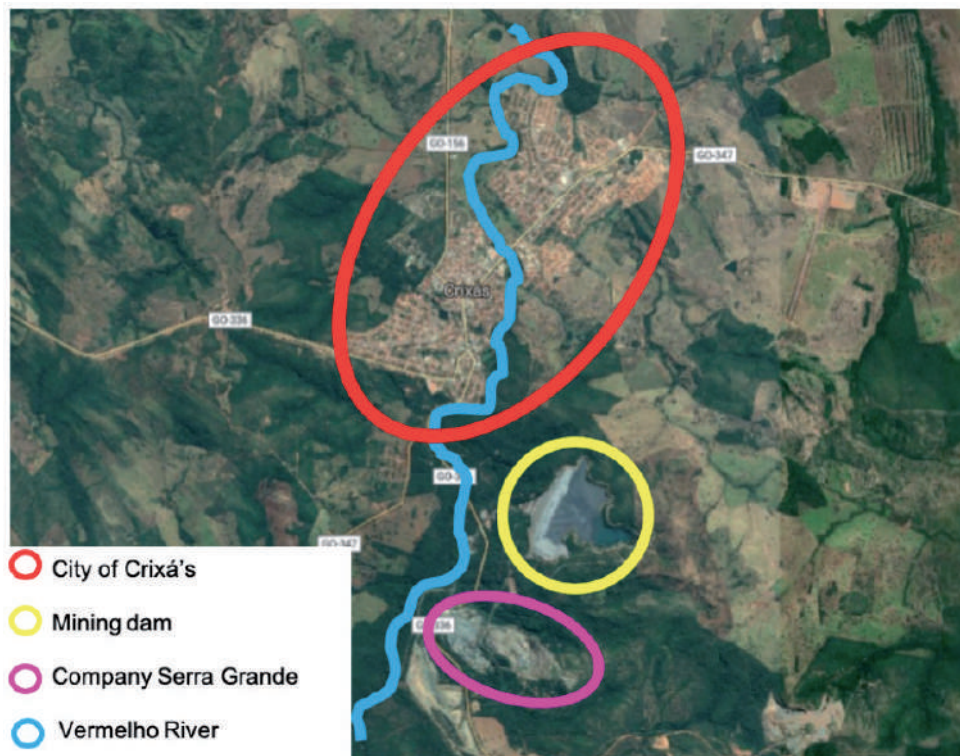
**Figure 3** | Gold miners searching for gold in Vermelho River, Crixás, Goiás, Brazil.  
*Source: Divino Rafael Ribeiro, 1987*



In the same decade, the Mineração Serra Grande S/A company started its operations in gold mining in Crixás. In 1990, the region's 5000 underground clandestine miners were banned from mining in the Vermelho River due to the embargo of the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) and from the Environment Police Station (AZEVEDO & DELGADO, 2002).

According to IBAMA, the ban occurred because the prospectors were contaminating the river with the use of mercury. The mining company had hired some of the local residents, who used illegal mining practices, to work in the ore extraction process.

The Serra Grande S/A mining dam is 1.5 kilometers from the municipality of Crixás and 80 meters high. Crixás is located topographically below the mining tailings dam, that is, it is below the containment dam (Figure 4).



**Figure 4 |** Location of the city of Crixás, dam of the mining company and headquarters of the mining company Serra Grande S/A.

Source: Google Maps

In the 1990s and 2000s, Serra Grande S/A exported its production to the United States and England. Additionally, in the 1990s, the company's tailings dam cracked, causing millions of cubic liters of contaminated water to be discharged into the Vermelho River. A civil public inquiry was instituted, with which the Public Prosecution Service took action against the mining company, based on the environmental aggression suffered by the river:

It is reported that in March 1994, the State Public Prosecution Service opened the Public Civil Inquiry No. 02/1994 to investigate, in summary, the profound aggressions to the environment caused by the discharge of effluents from the Serra Grande Mining Dam in the Vermelho River bed, municipality of Crixás (GOIÁS PUBLIC MINISTRY, ICP fls. 01/02).

The evidence of this accident is shown in the report of the Public Civil Inquiry No. 02/1,994, unequivocally accusing the mining company of the serious environmental pollution caused by the discharge of effluents and solid tailings from the Serra Grande S/A mining dam, which, by the way, presented high levels of arsenic and cyanide into the Vermelho River.

In 2004, the prosecutor again accused the company of water pollution and violation of Brazilian law. The document states:

“Positivized in various analyzes and reports attached to this (piece), it is clear, therefore, that the releases of the chemical waste mentioned mainly arsenic and cyanide - did not meet the recommended levels, which unequivocally demonstrates the existence of very serious water pollution and violation of current legislation” (GOIÁS PUBLIC MINISTRY, 2004).

In 2007, the Center for Mineral Technology (CETEM), a unit of the Ministry of Science, Technology, and Innovation, collected data on the existence of a high rate of mental retardation in the city, as well as cases of hydrocephalus, Down syndrome, and neurological problems, which may be correlated with mining contamination (FERNANDES; LIMA; TEIXEIRA, 2007). The research also points out that some of the residents of Crixás relate the diseases to the occurrence of cyanide, originating from the ore beneficiation process. The highly toxic substance would be mixed with the tailings of dams produced by the mining company.

In 2009, despite complaints of contamination and negative consequences in the lives of the local population, the company increased its area of operation, outsourced further underground, and expanded open-pit mines in the cities around Crixás. The exploration intensified. In 2015, due to the breach of the Fundão dam in the city of Mariana, MG, there was a national appeal about the situation of the dams in the country. Among the existing mining companies in Goiás, only Serra Grande S/A was classified as “high associated potential damage” by the National Department of Mineral Research (DNPM), currently the National Mining Agency.

Until 2016, the Serra Grande S/A dam had no Emergency Action Plan (PAE) and no sirens, light signals or direct warning to the population by radio, television or telephone (SOBREIRO, 2016), despite the elaborated PAE requirements made by the DNPM. In an interview with *Mineração e Sustentabilidade* magazine (2017), AngloGold Ashanti's CEO in Brazil, Camilo Farace, a group belonging to Serra Grande S/A, said that online monitoring systems were implemented in the rock massif.

To make it viable, a fiber optic network was installed, which allows the movements of the monitored highlight spans to be measured with millimeter precision. These activities, in addition to providing a quick removal of employees in cases of movement, generate numbers that enable the company to expand or reduce the exploitation of a certain area. The data will make it possible to identify whether a particular region still supports extraction activity or whether it is advisable to cease exploration (FARACE, 2017, p. 11).

It is important to highlight that Serra Grande S/A is responsible for extracting approximately 6000 kg of gold ore annually, according to Mauro Borges Institute (IMB, 2019); further, it is accountable for employing about 1243 people, corresponding to 33% of the population employed in Crixás, and generating an average salary income of R\$ 4431.07. These are the reasons given by the mining company to justify the exploitation of natural resources and the processes leading to degradation of the environment and human life.

## 5 RESULTS AND DISCUSSION

In the first group of maps (Figure 5), participants used only words around the figure to describe their perception and experience of the place. For them, the river is treated as a past, a dream of yore, with clean, flowing water used for drinking and playing. The emotional experience is exposed by the feeling of loss several times and the river is represented as a departed loved one and is “simply missed” by most.





sense of guilt of the prospectors and the mining companies, which were responsible for the degradation of the natural environment; they reiterated the fact that the river had turned into a source of diseases due to contamination and pollution of its waters caused by these companies, which is a disturbing factor for the lives of the people who reside there.

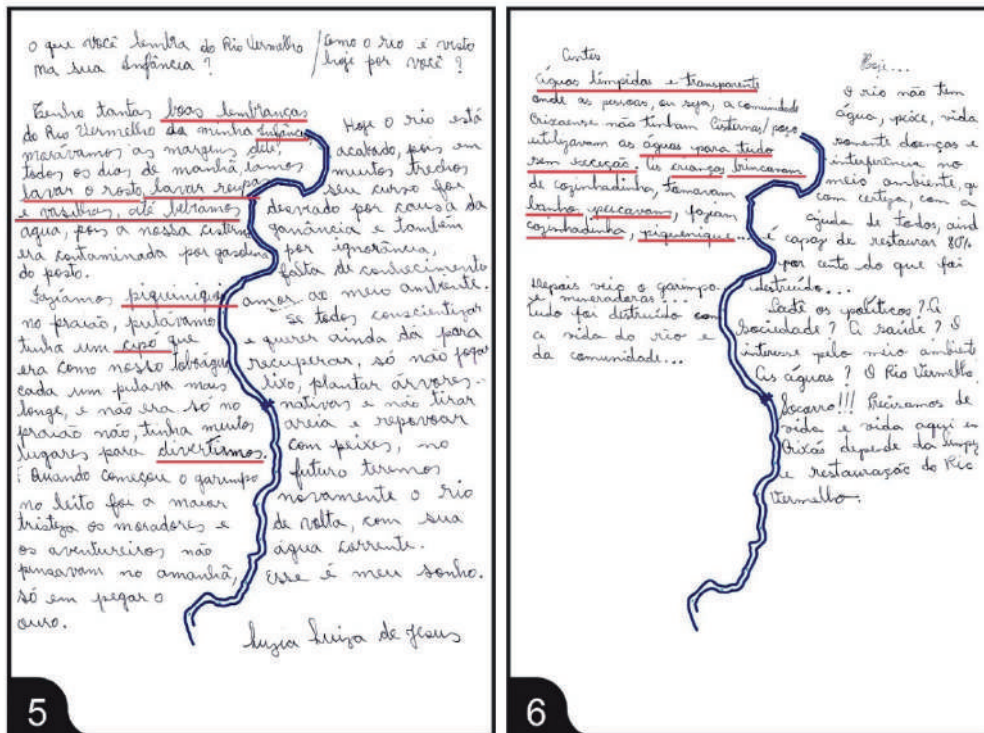


Figure 6 | Mental Maps 5 and 6, Vermelho River, Crixás's, Goiás.

Source: produced by survey participants, Crixás's, Goiás, 2018.

Maps 5 and 6 not only reflect the environmental degradation process caused by mining but also the sewage and garbage discharged into the river, removal of riparian forest, decreased flow, and decline in biodiversity; all these factors are seized by the conscience of individuals. The research participants comprehend degradation as a collective act, which is practiced by society and not just by an individual. There is a possibility of the existence of a sense of collective loss with due proportions; this is because the senses have been changed and replaced over time by the individual's experiences in and with the Vermelho River.

Figure 7, comprising maps 7, 8, 9, and 10, has mixed composition (drawing and writing), except for map 9, which shows only drawing. Human figures are present in all maps, along with fauna and flora. In map 8, the river is depicted as a precious belonging to the local population, expressing the feeling of loss: "Bathing in the Vermelho River today never again [...]". The participant illustrates people fishing, playing, doing what he calls "little cooking" by the river, washing clothes, and demonstrating the overall experience with the environment.

In map 9, the river cries, as the water reflects the present tense that resembles blood, but also the past through the memories of the jokes. The reflections of joy and pain of loss are mirrored on the map. Bachelard (1989, p. 49) tells us that "one can discover both waters, from joy and pain. But there is not just one memory. Never heavy water becomes light water, never dark water becomes clear. It is always the reverse." The two water bodies are also highlighted in map 10 through drawings and paintings of the sky, nature, death, and pollution. The participant recovers his experience and apprehends the place through the senses of sight, touch, and smell, which enables him to describe his transformative process.

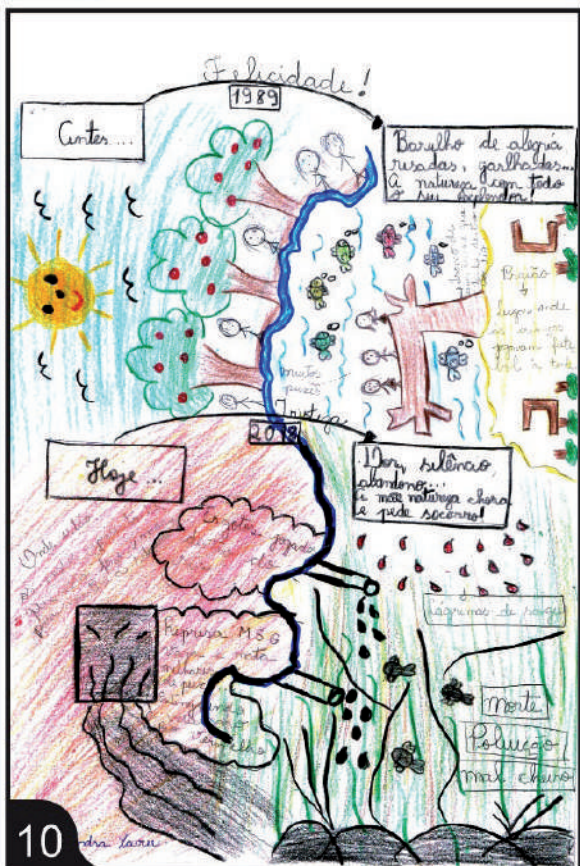
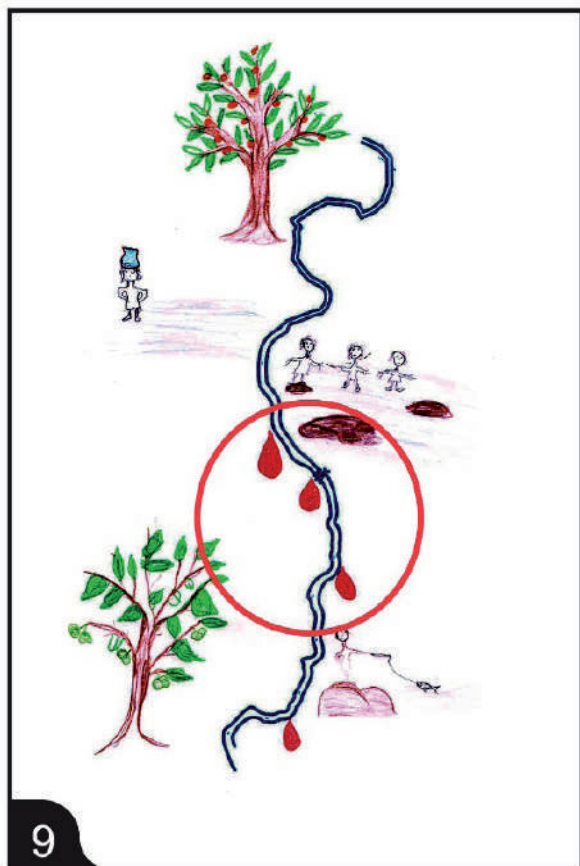
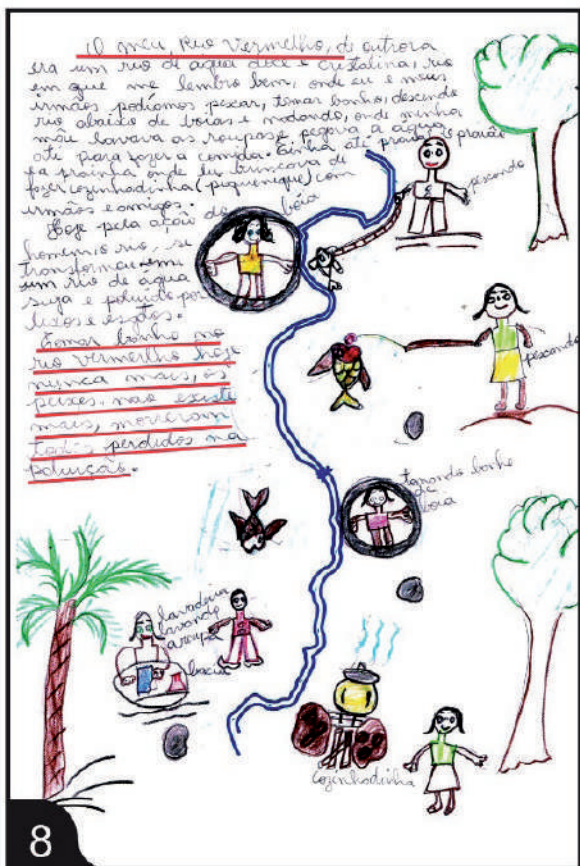
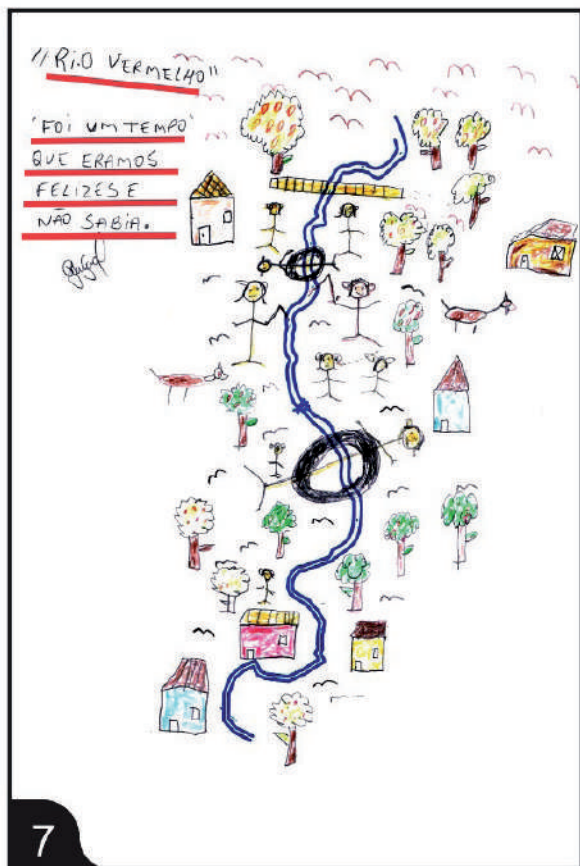


Figure 7 | Mental Maps 7, 8, 9 and 10, Vermelho River, Crixás's, Goiás  
Source: produced by survey participants, Crixás's, Goiás, 2018.





In map 13, the respondent attributed the responsibility of degradation to society. He says: “The end of the Vermelho River was given by the crixáensi men, only tears.” The participant’s experience presents other authors of the river degradation process, not only attributing it to the mining company but also apprehends the ambivalence inherent in society’s relations with the environment, “Man misses what he himself caused, The destruction”. The Vermelho River is described in its topophilic dimension as an active participant in people’s lives.

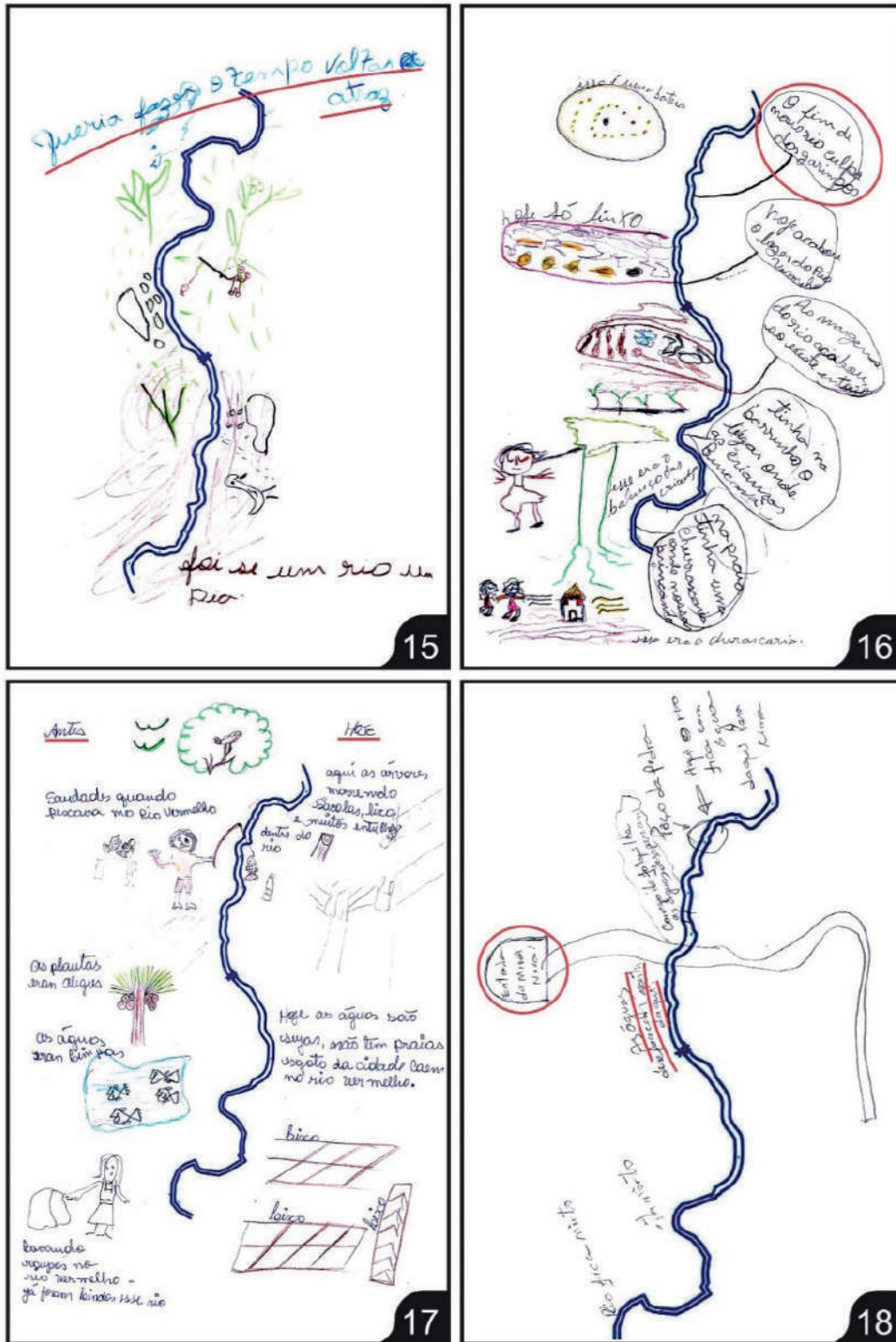


Figure 9 | Mental Maps 15, 16, 17 and 18 - Vermelho River, Crixá's, Goiás  
Source: produced by survey participants, Crixá's, Goiás, 2018

In Figure 9, map 15 shows the phrase “I wanted to turn back in time” and in 16 the participant states “The end of our river is the fault of the miners”, as shown in 17. In maps, participants perceive the degradation of the environment, not only focusing on the mining company but also feeling responsible, as the river mining began before the company was set up. Map 18 shows where exactly the waters of the Vermelho River disappear, being swallowed up by the “new mine”, into one of the mining tunnels that pass just below the Vermelho River, “The waters disappear from here”.

Figures 7 and 8 show maps demonstrating culpability. The degradation of the river is seen as the responsibility of society, but mainly of the mining company that causes the flow reduction, water diversion, and contamination. Participants consider themselves responsible for the destruction of the river, especially those who were active in the mining area before the mining company was installed. However, they show dissatisfaction with the mining company's actions in the city.

Although it was not mentioned in the mind maps, it is important to point out that in 2015 the Goiás Public Prosecutor's Office (MP-GO) requested a survey on the quality of life of the Crixás population and, since then, the neighborhood association of Santo Reis has sought to negotiate with the mining company solutions for noise pollution that has caused disruption to residents.

In 2018, MP-GO reopened negotiations with the mining company to relocate 60 families to another location in the city and to transfer about 300 land to the company. Another note from the MP-GO refers to the diversion of “funds destined by the mining company to supply drinking water to residents of the [Santo Reis] neighborhood, who would have actually received water unfit for consumption” (GOIÁS PUBLIC MINISTRY, 2018, p. 1).

In light of the foregoing by the MP-GO, there is a need for further studies on the process of gold ore exploration and its consequences for the environment and the individual and collective lives of residents in the city of Crixás. New questions must be asked and investigated; for example: How the resource passed on by the mining company to municipal management is being used? In addition to the contamination of the waters of the Vermelho River, what other pollution or contamination is being caused by mineral exploration? What are the impacts on the lives of people being evacuated from their homes so that the mining company can expand its exploration of gold ore?

## 6 FINAL CONSIDERATIONS

The research presented in this article used mental maps to capture the experience that individuals had before and after the contamination of the Vermelho River. They recognize the river as their place and their home, perceiving the landscapes as representations of what symbolizes their history.

The representations of the experiences in the Vermelho River were presented. On one hand, these can be considered almost poetical. In mind maps you can find words and phrases like: “The river of dreams and the old days.” It is simple to create a nostalgic emotional picture, where the research participant presents his perception of loss. The river begins to populate the memory of those surveyed; the following phrases reiterate this: “Good memories”, “I just missed you”.

On the other hand, there are maps that indicate that the state, mining company, and society are responsible for the degradation of this river; further, those who worked as prospectors before the installation of Serra Grande S/A are also held accountable. The representations on the maps express emotions, especially longing and guilt; however, these are accompanied by an attitude that is directed toward the recovery or conservation of the waters. This implies that the research participants are emotionally linked to the Vermelho River and even blame themselves for the process of river degradation; however, they have not incorporated into their maps or indicated by their actions any blame toward the mining company for this situation. The maps show more homesickness and guilt rather than a political stance toward the facts.



## REFERENCES

- AZEVEDO, A. M.; DELGADO, C. C. Mineração, Meio Ambiente e Mobilidade Populacional: um levantamento nos estados do Centro-Oeste expandido. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13, 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002, p. 38-41.
- BACHELARD, G. **A água e os sonhos**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- CARLOS, A. F. A. **O lugar no/do mundo**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo, São Carlos: Studio Nobel, Editora da UFSCa, 1999.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Desempenho do Setor Mineral 2010: ano-base 2009**. Disponível em: <[https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4288](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4288)>. Acesso em: 08 fev. 2018.
- FARACE, C. Uma história que vale ouro. **Revista Mineração e Sustentabilidade**, n. 30, 2017. Disponível em: <<http://revistamineracao.com.br/2017/08/30/uma-historia-que-vale-ouro/>>. Acesso em: 04 out. 2018.
- FERNANDES, F. R. C.; LIMA, M. H. M. R.; TEIXEIRA, N. da S. A grande mina e a comunidade: estudo de caso da Grande Mina de Ouro de Crixás, em Goiás. **Série Estudos e Documentos**, n. 7. Rio de Janeiro, Cetem/MCT, 2007.
- KOZEL, S. Mapas mentais – uma forma de linguagem: perspectivas metodológicas. In: KOZEL S. et al. (Org.). **Da percepção e cognição à representação**. São Paulo. Terceira Margem, 2007. p. 114-138.
- KOZEL, S.; SOUZA, L. F. Parintins, que espaço é esse? Representação espacial sob a ótica do morador e do visitante. In: KOZEL, S. et al. **Expedições Amazônicas: desvendando espaço e representações dos festejos em comunidades amazônicas**. “A festa do boi-bumbá: um ato de fé”. Curitiba: Sk, 2009, p. 34-42.
- LIMA, S. T. Percepção Ambiental e Literatura: espaço e lugar no grande sertão Veredas. In: DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.
- MARIN, A. A. Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 203-222, 2008.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo, Brasil: Martins Fontes. 1999.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **Inquérito Civil Público n.º 02/1.994**. Arquivo do Ministério Público de Goiás. 1994.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **MP lança ofensiva contra garimpos clandestinos em Crixás**. Goiânia: Assessoria de imprensa, 8 abr. 2002. Disponível em: <<http://www.mp.go.gov.br/noticias/noticia120.shtml>>. Acesso em: 25 mar. 2018.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **MP realiza audiência pública para garantir voz ao cidadão em realocação de moradores em Crixás**. 2018. Disponível em: <<http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/mp-realiza-audiencia-publica-para-garantir-voz-ao-cidadao-em-realocacao-de-moradores-em-crixas#.XLGy5ehKJIU>>. Acesso em: 2 ago. 2018.
- NOGUEIRA, A. R. B. **Percepção e Representação Gráfica: a “Geograficidade” nos mapas mentais dos comandantes no Amazonas**. 2001, 148p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.



OLIVEIRA, E. Z. **A percepção ambiental da arborização urbana dos usuários da Avenida Afonso Pena entre as Ruas Calógeras e Ceará da cidade de Campo Grande-MS.** 2005. 125 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente). Uniderp, Campo Grande, 2005.

OLIVEIRA, J. A. de. **Ciclos de águas e vidas:** o caminho do rio nas vozes dos antigos vaporzeiros e remeiros do São Francisco. 2009. 143 p. Dissertação. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2009.

OLIVEIRA, S. E. D. de. **Terra dos Kirirás e poemas mais...!** Goiânia: Arte e Lazer Ltda., 2001.

RIBEIRO, F. de A. **Mapeando os sentidos:** a história do Rio Vermelho contada pelos ribeirinhos de Crixás – GO. 2018. 77 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente. Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, 2018.

SOBREIRA, P. de A. **Danos ambientais provenientes das barragens de rejeitos situadas no estado de Goiás.** 2016. 145 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente. Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, 2016.

TUAN, Y. FU. **Espaço e lugar:** a perspectiva da experiência. São Paulo, Brasil: Difel. 1983.

\_\_\_\_\_. **Topofilia:** um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel. 1980.

# O processo de degradação ambiental do Rio Vermelho na percepção dos moradores da cidade de Crixás – Goiás

*The ambiental degradation process of the river “vermelho”  
through the perception of crixás’s residents*

France de Aquino Ribeiro<sup>a</sup>

Giovana Galvão Tavares<sup>b</sup>

Vivian da Silva Braz<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
End. Eletrônico: france\_aquino@hotmail.com

<sup>b</sup>Doutora em Ciências, Coordenadora do Núcleo de Educação Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
End. Eletrônico: gio.tavares@gmail.com

<sup>c</sup>Doutora em Ecologia, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
End. Eletrônico: vivian.braz@unievangelica.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24130

Received: 15/04/2019

Accepted: 06/11/2019

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

Este artigo apresenta discussão acerca da percepção dos moradores da cidade de Crixás sobre o processo de degradação do Rio Vermelho. Foram investigados 28 residentes que vivenciaram a condição do rio antes e depois da instalação da mineradora Serra Grande S/A. A pesquisa é qualitativa, tem caráter interpretativo e para realizá-la recorreu-se a levantamento bibliográfico e documental, trabalho de campo e aplicação de instrumento para produção de mapas mentais pelos participantes. Os mapas possibilitaram apreender, por meio da linguagem escrita e pictórica, as experiências dos indivíduos e sua relação com o rio. A interpretação dos resultados indicou que para os participantes a mineração é a principal causa do processo de degradação do rio e da retirada da mata ciliar, intensificando assim a degradação, causando diminuição da vazão, da biodiversidade e adoecimento da população.

Palavras-Chave: Percepção Ambiental. Experiência. Mapa Mental. Degradação Ambiental. Mineradora.

## ABSTRACT

*This article presents a discussion about the perception of the residents of the Crixás city on the degradation process of Vermelho river. We investigated 28 residents who experienced the condition before and after the installation of the mining company Serra Grande S/A. The research is qualitative and has an interpretative character. We did bibliographical and documentary research, fieldwork and the application of an instrument to produce mental maps by residents. The mental maps made it possible to apprehend, through written and pictorial language, individual experiences and their relationship with the river. The interpretation of the results indicated that for the attendants, mining is one of the main causes of the process of degradation of the river, but it also shows other factors, such as sewage and garbage dumped in the river, removal of ciliary forest, that causes the intensification of degradation and the decrease of the biodiversity and sickness of the population.*

Keywords: *Environmental Perception. Experience. Mind Mapping. Environmental Degradation. Mining.*

## 1 INTRODUÇÃO

A cidade de Crixás teve sua formação territorial vinculada à exploração do ouro, ora pelos bandeirantes, no século XVIII, ora por empresas mineradoras, no início do século XX, ou ainda por garimpeiros vindos de diferentes locais do País. Em 1989, a mineradora Serra Grande S/A instalou-se em Crixás e fomentou o desenvolvimento econômico e a extinção dos garimpos ilegais existentes no Rio Vermelho. Atualmente ela é uma *joint-venture* entre a empresa africana AngloGold Ashanti e o grupo canadense Kinross Gold Group.

Em 1994, a mineradora enfrentou seu primeiro inquérito civil instaurado pelo Ministério Público (MP) devido à poluição ambiental ocasionada pela descarga de efluentes e rejeitos sólidos da barragem no Rio Vermelho e, posteriormente em 2004, um inquérito sobre danos ambientais. Em 2018, o MP abriu negociação entre a empresa e a comunidade para a indenização de pessoas atingidas pela poluição causada pela mineradora.

As tragédias ocorridas em Mariana (2015) e Brumadinho (2019), devido ao rompimento de barragem de rejeitos, levaram a Agência Nacional de Mineração (ANM) a determinar que a estrutura de contenção de rejeitos do tipo “a montante” adotada pela mineradora Serra Grande S/A seja extinta até 2021, pois tem alto índice de dano potencial associado devido sua proximidade com o perímetro urbano.

A determinação provocou reação da mineradora e da comunidade local em Crixás. Mas qual a percepção dos moradores de Crixás acerca da exploração do ouro? Como os moradores percebem os processos de degradação ambiental provocados pela mineradora Serra Grande S/A? Como os moradores percebem a degradação ambiental do Rio Vermelho?

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo discutir acerca da percepção ambiental dos moradores da cidade de Crixás sobre o processo de degradação do Rio Vermelho ocasionado pela mineração de ouro. Ele também busca colaborar para ampliar as discussões sobre as realidades imediatas da relação do ser humano com a coletividade, lugar e natureza. Para tanto, preocupa-se também com o processo histórico de construção do lugar.

## 2 PERCEPÇÃO AMBIENTAL E LUGAR VIVIDO

Esta pesquisa baseou-se no entendimento da percepção ambiental como processo mental de interação do ser humano com o ambiente. Isso implica dizer que o significado e a importância atribuídos às coisas percebidas variam de pessoa para pessoa, segundo a sua experiência no lugar vivido (DEL RIO; OLIVEIRA, 2005; MARIN, 2008; TUAN, 1980).

Tuan (1980) diz que a percepção ambiental se expressa em dois aspectos: o cognitivo e o afetivo. O cognitivo é aquele que abrange o intelectual, incluindo as motivações, humores, valores, julgamentos, expectativas, assim como os conhecimentos prévios. O intelecto organiza e representa a realidade percebida por meio de esquemas perceptivos e imagens mentais, enquanto o afetivo está relacionado aos sentimentos e vínculos que o indivíduo desenvolve em relação ao meio em que está inserido, visto que a afetividade impulsiona a percepção, ou seja, une as pessoas ao seu espaço, isto é, duas pessoas não veem a mesma realidade, nem dois grupos sociais fazem exatamente a mesma avaliação do meio ambiente (TUAN, 1980).

A percepção se desenvolve como resposta dos sentidos aos estímulos externos e fornece à pessoa conhecimentos imediatos a respeito do que a cerca. Para os autores Lima (1999) e Tuan (1980), a percepção ambiental compreende o meio ambiente diante das dimensões físicas, sociais, psicológicas e imaginárias. E ela é a expressão da experiência individual ou coletiva no lugar vivido, por sua vez, a experiência é um termo que abrange as diferentes maneiras por meio das quais uma pessoa conhece e constrói a realidade (MERLEAU-PONTY, 1999).

Este estudo recorreu ao conceito da topofilia que, conforme Tuan (1980, p. 107), são “todos os laços afetivos dos seres humanos com o meio ambiente material”. Os laços são construídos por meio de experiências vividas, ou seja, das diferentes maneiras por meio das quais um indivíduo conhece e constrói a realidade. Assim, os indivíduos se utilizam de experiências e constroem pensamentos fundamentados nas suas impressões sobre o lugar.

O lugar é expresso pelo intelecto a partir da experiência que se tem dele e/ou nele (NOGUEIRA, 2001). Ele pode deixar de existir, no entanto, não perde o significado para o indivíduo que ali vive ou viveu. De acordo com essa concepção, os laços afetivos são formados entre ser humano/ser humano e seres humanos/lugares e são capazes de expressar as percepções e as relações entre seres humanos e seres humanos/natureza.

Assim, o “lugar guarda em si, não fora dele, o seu significado e as dimensões do movimento da história em constituição enquanto movimento da vida, possível de ser apreendido pela memória, através dos sentidos e do corpo” (CARLOS, 1996, p.14). O homem institui vínculos afetivos com os lugares que habita. O lugar é percebido, sentido e representado porque é vivido. As imagens que as pessoas constroem do lugar estão impregnadas de recordações, significados e experiências (KOZEL, 2007).

A experiência pode ser construída por meio de sentidos mais diretos e passivos, tais como: olfato, paladar e tato, até a percepção visual ativa e a maneira indireta de simbolização. Ela é uma sensação única, inspirando sonhos e desejos associados às ideias de lugar ideal ou de rejeição (LIMA, 1999). A forma como o indivíduo ou o grupo experimenta ou interage com o lugar vivido pode estabelecer laço afetivo ou repúdio, ou ainda sentimento de pertencimento ou rejeição.

Sentir e pensar o lugar conduz o ser humano a agregar experiências de forma íntima e conceitual, pois, conforme Nogueira (2001, p. 43), “o lugar é dado a partir da experiência de cada um, o lugar se apresenta como vivenciado pelos seus habitantes”. O autor ainda diz que o lugar é constituído com base na experiência que o ser humano tem dele e é por meio da experiência que se expressa a relação, seja afetiva, emocional, simbólica e mítica, com o lugar.

Posto isso, um lugar pode deixar de existir, no entanto, não perde o significado para a pessoa que ali vive ou viveu. De acordo com essa concepção, os laços afetivos são formados entre pessoas e lugares onde habitam, com o decorrer do tempo, de modo que os moradores investem tanto emocionalmente em seus lugares tornando-se capazes de resistir às adversidades em prol desses espaços. Os indivíduos são capazes de apropriar-se do lugar e criar uma realidade, utilizando-se de sua cultura, seus conhecimentos, sua linguagem, seus padrões sociais, e dos cinco sentidos humanos (tato, olfato, paladar, visão e audição). A percepção se desenvolve como resposta aos sentidos humanos, aos estímulos externos e fornece ao indivíduo conhecimento imediato a respeito do meio que o cerca (TUAN, 1980).

A percepção pode ser vista como uma sensação, a forma como algo afeta o ser humano. Ela é desencadeada pela vivência, portanto, é apreendida pelos sentidos humanos e, por meio deles, o ser humano é capaz de construir um mapa mental do lugar vivido expondo sua consciência de mundo.

O mapa mental, construído por meio da linguagem escrita ou pictórica, é a expressão da experiência do ser humano com o lugar vivido. Ele torna visíveis pensamentos, atitudes, sentimentos, tanto sobre a realidade percebida quanto sobre o mundo da imaginação. Ele “é um enunciado que advém de relações dialógicas estabelecidas entre interlocutores no contexto socioespacial. Por meio da linguagem, o sujeito se expressa e expõe seu mundo vivido” (KOZEL, 2009, p.127).

O mapa mental é um tipo de linguagem concebida por um indivíduo com a finalidade de demonstrar seus sentimentos topofílicos, pode ser elaborado por símbolos e até mesmo palavras escritas que transmitem a percepção pessoal com relação ao que está sendo representado.

Neste estudo, o mapa mental foi utilizado na perspectiva de apreender, por meio da linguagem (escrita e pictórica), a percepção da memória afetiva e cognitiva do sujeito da pesquisa. As vivências dos lugares ficam guardadas na memória afetiva, povoada de símbolos e ícones, capazes de reativar lembranças e possibilitar a construção dos mapas mentais.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Esta pesquisa é qualitativa de caráter interpretativo. A proposta de pesquisa foi encaminhada para o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário de Anápolis e obteve parecer aprovado sob o número 2.22.016. A seleção dos participantes da pesquisa incluiu indivíduos residentes na cidade de Crixás, especificamente aqueles que residem às margens do Rio Vermelho, com idade a partir de 40 anos, ou seja, aquelas pessoas que vivenciaram a fase do uso do rio para lazer, alimentação e renda e, a outra fase, após sua contaminação ocasionada pelo garimpo clandestino e pelo acidente (trinca) da barragem de resíduo da Mineração Serra Grande.

Participaram da pesquisa 28 adultos, entre homens e mulheres. Para definir o número de participantes, foi utilizado o cálculo de amostragem finita no programa Excel, preestabelecido o número de 50 indivíduos, com um nível de confiança de 90% e um nível de precisão de 10%, determinando uma amostra calculada de 28 pessoas.

O principal instrumento de coleta de dados foi o mapa mental. Sua utilização teve o intuito de apreender, seja por meio de desenhos ou escrita, as experiências dos sujeitos participantes da pesquisa e sua relação com o lugar, pois entende-se que o mapa mental exerce a função de tornar visíveis pensamentos, atitudes e sentimentos.

O mapa mental foi utilizado como ferramenta de coleta de dados sobre a percepção dos participantes acerca do uso do Rio Vermelho e seu processo de degradação no período de 1990 a 2017. Para sua produção, agendaram-se visitas domiciliares, respeitando o horário estabelecido pelo participante. Foi apresentada a proposta da pesquisa e, após o aceite de participação, solicitou-se a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e, posteriormente, disponibilizou-se folha A4 com a impressão do contorno simbolizando o leito do Rio Vermelho no trecho localizado em Crixás, além de lápis de cor (caixa com 12 cores), lápis preto, borracha e apontador.

De posse do material, o participante era arguido a responder duas perguntas: Como você percebia o rio na sua infância ou juventude? E como você percebe o rio hoje? A partir dos questionamentos, ele ou ela escreviam ou desenhavam sua percepção. A composição dos mapas mentais foi livre para o participante.



Posterior à coleta de dados, para análise dos mapas mentais, recorreu-se a Kozel (2007) e Tuan (1983), e para interpretá-los considerou-se:

- I. A representação das informações, seja desenho, escrita ou utilização das cores;
- II. A especificidade dos ícones ou símbolos neles descritos (paisagens naturais, paisagens construídas, elementos móveis e imóveis, e elementos humanos);
- III. Os sentidos (visão, olfato, paladar, tato e audição) utilizados para descrever a paisagem ou o lugar;
- IV. As expressões de experiências do participante com o lugar, quais sejam: i) emocional (sentimento de perda, saudade, felicidade, raiva e amor); ii) atitudinal (sentimento de agir ou reagir) e iii) culpabilidade (sentimento do que é culpável ou quem é culpado).

Os mapas possibilitaram aos pesquisados expressarem-se através do entendimento da relação ser humano e ambiente. É importante destacar que os mapas mentais estão relacionados ao mundo real, pois eles são construídos por sujeitos que vivenciaram os lugares produzidos e construídos materialmente.

## 4 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Crixás está localizado na microrregião de São Luís de Montes Belos no estado de Goiás (Figura 1). Sua formação territorial deu-se devido à exploração do ouro de aluvião no Rio Vermelho no século XVIII pelos bandeirantes que instalaram as primeiras lavras. Porém, no século posterior ocorreu a estagnação da exploração aurífera gerando diminuição populacional (OLIVEIRA, 2001).

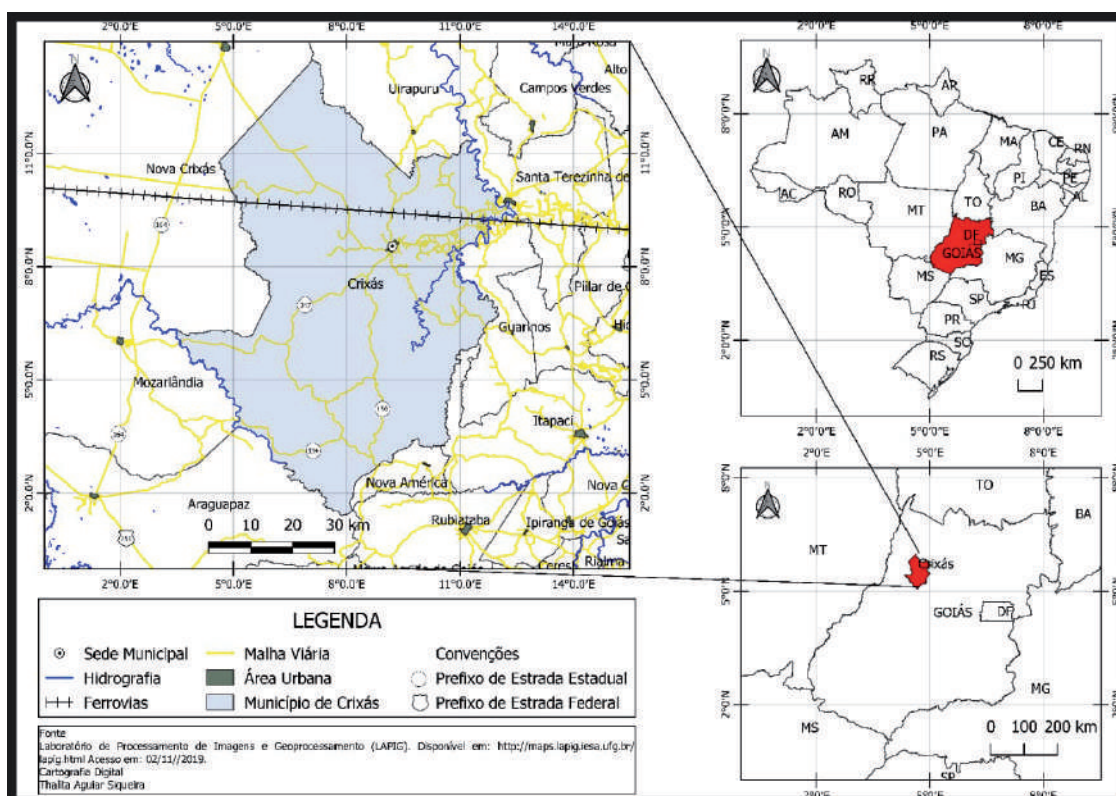


Figura 1 | Localização do município de Crixás, Goiás, Brasil

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.



O geólogo Albrecht Dietz, no início do século XX, identificou minério de ouro nas terras denominadas Chapéu de Sol e Venâncio, em Crixás. A notícia espalhou-se e, com bateias no leito do Rio Vermelho, homens e mulheres aventuraram-se em busca do Eldorado (OLIVEIRA, 2001). Mas logo a Companhia Inglesa John Taylor & Sons comprou as terras do garimpo, levando sua exploração até o ano de 1923. A garimpagem do minério diminuiu sua intensidade, porém, não cessou e, nos anos de 1980, Crixás contava com uma população de 30.219 habitantes, sendo que 75,66% estavam na zona urbana. Nessa época, ainda prevalecia a prática de exploração do ouro por meio de aluviões e de jatos de água de bombeamento mecânico (Figura 2).



**Figura 2 |** Garimpeiros em busca de ouro no Rio Vermelho, Crixás, Goiás, Brasil  
*Fonte: Divino Rafael Ribeiro (residente e participante da pesquisa), 1987.*

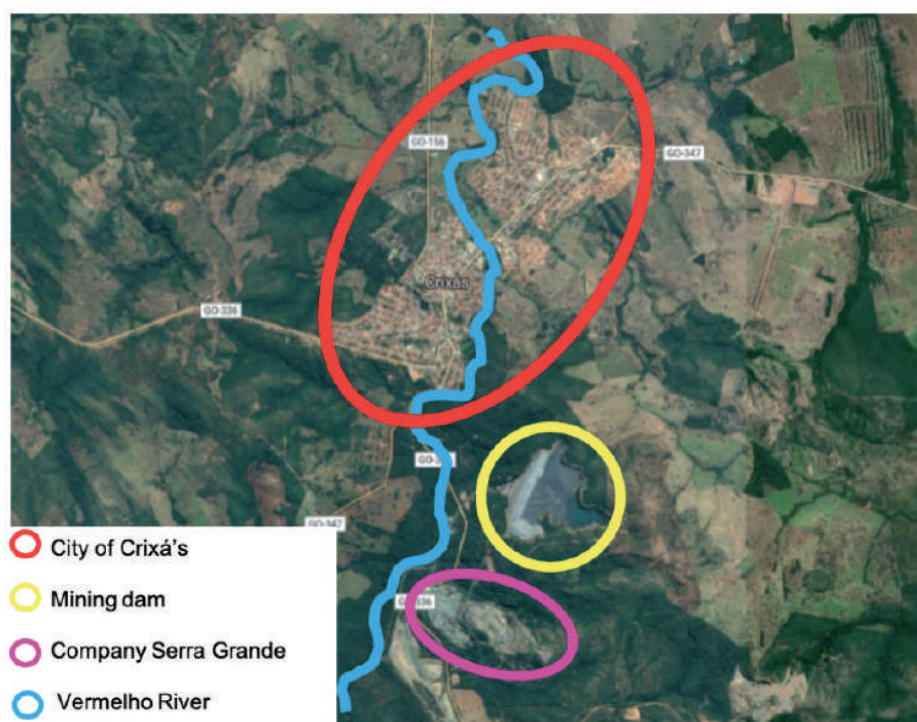


**Figura 3 |** Garimpeiros em busca de ouro no Rio Vermelho, Crixás, Goiás, Brasil  
*Fonte: Divino Rafael Ribeiro (residente e participante da pesquisa), 1987.*

Na mesma década, a empresa Mineração Serra Grande S/A iniciou suas operações nas lavras de ouro em Crixás. E, em 1990, os garimpeiros clandestinos existentes na região, cerca de cinco mil, foram proibidos de exercer suas atividades de extração mineral no Rio Vermelho devido ao embargo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e da Delegacia do Meio Ambiente (AZEVEDO; DELGADO, 2002).

Segundo o Ibama, a proibição deu-se porque os garimpeiros estavam contaminando o rio com a utilização do mercúrio. A mineradora passou a contratar parte dos moradores locais, que exerciam garimpo ilegal, para trabalhar no processo de extração do minério.

A barragem da mineradora Serra Grande S/A está a 1,5 quilômetro do município de Crixás e com 80 metros de altura. A cidade de Crixás localiza-se topograficamente abaixo da barragem de rejeitos da mineradora, ou seja, está abaixo do dique de contenção (Figura 4).



**Figura 4** | Imagem da localização da cidade de Crixás, barragem da mineradora e sede da mineradora Serra Grande S/A.  
*Fonte: Google Maps com intervenção das autoras.*

Nas décadas de 1990 e 2000, a mineradora exportava sua produção para os Estados Unidos e Inglaterra. Ainda nos anos de 1990, a barragem de rejeitos químicos da empresa trincou, acarretando despejo de milhões de litros cúbicos de água contaminada no Rio Vermelho. Um inquérito civil público foi instaurado, com o qual o Ministério Público entrou em ação contra a mineradora, pautado na agressão ambiental sofrida pelo rio:

Consta que, no mês de março do ano de 1994, o Ministério Público Estadual instaurou o Inquérito Civil Público n.º 02/1994 para apurar, em síntese, as profundas agressões ao meio ambiente causadas pela descarga de efluentes da barragem da Mineração Serra Grande no leito do Rio Vermelho, município de Crixás (MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS, ICP fls. 01/02).

O fato comprobatório desse acidente consta no relato do Inquérito Civil Público n.º 02/1.994, acusando os autos, de forma inequívoca, a grave poluição ambiental provocada pela descarga de efluentes e rejeitos sólidos da barragem da Mineração Serra Grande, que, por sinal, apresentava elevados teores das substâncias arsênio e cianeto no Rio Vermelho.

Em 2004, o Ministério Público acusa novamente a empresa de poluição hídrica e violação da legislação brasileira. Em documento, afirma:

Positivados em várias análises e laudos anexados à presente (peça) fica patente, portanto, que os lançamentos dos rejeitos químicos mencionados – principalmente arsênio e cianeto – não atenderam aos níveis recomendados, o que demonstra, de maneira inequívoca, a existência de gravíssima poluição hídrica e a violação à legislação vigente (MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS, 2004).

Em 2007, o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), unidade do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, colheu dados sobre a existência de índice elevado de retardamento mental no município, além de casos de hidrocefalia, Síndrome de Down e problemas neurológicos, os quais podem estar correlacionados com a contaminação proveniente da mineração (FERNANDES; LIMA; TEIXEIRA, 2007). A pesquisa aponta ainda que alguns dos moradores de Crixás relacionam as doenças à ocorrência de cianeto, proveniente do processo de beneficiamento do minério. A substância altamente tóxica estaria misturada nas barragens de rejeitos produzidos pela mineradora.

Em 2009, apesar das denúncias de contaminação e consequências na vida da população local, a empresa aumentou sua área de atuação, terceirizou mais solos e ampliou as minas a céu aberto nos municípios do entorno de Crixás. A exploração se intensificou. Em 2015, em decorrência do rompimento da barragem do Fundão no município de Mariana, MG, houve um apelo nacional sobre a situação das barragens no País. Entre as mineradoras existentes em Goiás, apenas a Serra Grande S/A foi classificada como “dano potencial associado alto” pelo Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), atualmente Agência Nacional de Mineração.

A barragem Serra Grande S/A até 2016 não possuía Plano de Ação Emergencial (PAE) e nem sirenes, sinais luminosos ou aviso direto à população por rádio, televisão ou telefone (SOBREIRO, 2016), apesar das exigências de elaboração do PAE feitas pelo DNPM. Em entrevista à revista *Mineração e Sustentabilidade* (2017), o diretor presidente da AngloGold Ashanti no Brasil, Camilo Farace, grupo que pertence à mineradora Serra Grande S/A, afirmou que foram implantados sistemas de monitoramento on-line no maciço rochoso.

Para viabilizá-lo, foi instalada uma rede de fibra ótica, que permite que as movimentações dos vãos de realces monitorados sejam medidas com precisão milimétrica. Tais atividades, além de propiciar uma rápida retirada dos empregados em casos de movimentação, geram números que possibilitam a empresa ampliar ou reduzir a exploração de uma determinada área. Os dados permitirão identificar se determinada região ainda suporta atividade de extração ou se o mais aconselhável é cessar a exploração (FARACE, 2017, p.11).

É importante destacar que a mineradora Serra Grande S/A é responsável por extrair anualmente aproximadamente 6.000 kg de minério de ouro, conforme Instituto Mauro Borges (IMB, 2019), por empregar cerca de 1.243 pessoas, correspondente a 33% da população empregada no município de Crixás, e gerar rendimento médio salarial de R\$ 4.431,07. Essas são as bandeiras erguidas pela mineradora para justificar a exploração dos recursos naturais e o processo de degradação do meio ambiente e da vida humana.

## **5 RESULTADO E DISCUSSÃO**

No primeiro grupo de mapas (Figura 5), os participantes utilizaram apenas palavras no entorno da figura para descrever sua percepção e vivência do lugar. Para eles, o rio é tratado como passado, um sonho de outrora, onde se tinha água limpa e corrente que era utilizada para beber e brincar. A experiência emocional é exposta pelo sentimento de perda por várias vezes e o rio é representado como um ente querido que partiu e “Só ficou saudade”.





Ao contrário da anterior, na Figura 6 (mapas 5 e 6), os participantes apreendem a necessidade de recuperação do rio e apontam o poder público e a sociedade como encarregados por fazê-lo. Eles também evidenciam o sentimento de culpabilidade dos garimpeiros e da mineradora como responsáveis pela degradação do meio natural, e, além disso, o rio ser também fonte de doenças devido à contaminação e poluição de suas águas, portanto, um fator de perturbação à vida humana dos que ali residem.

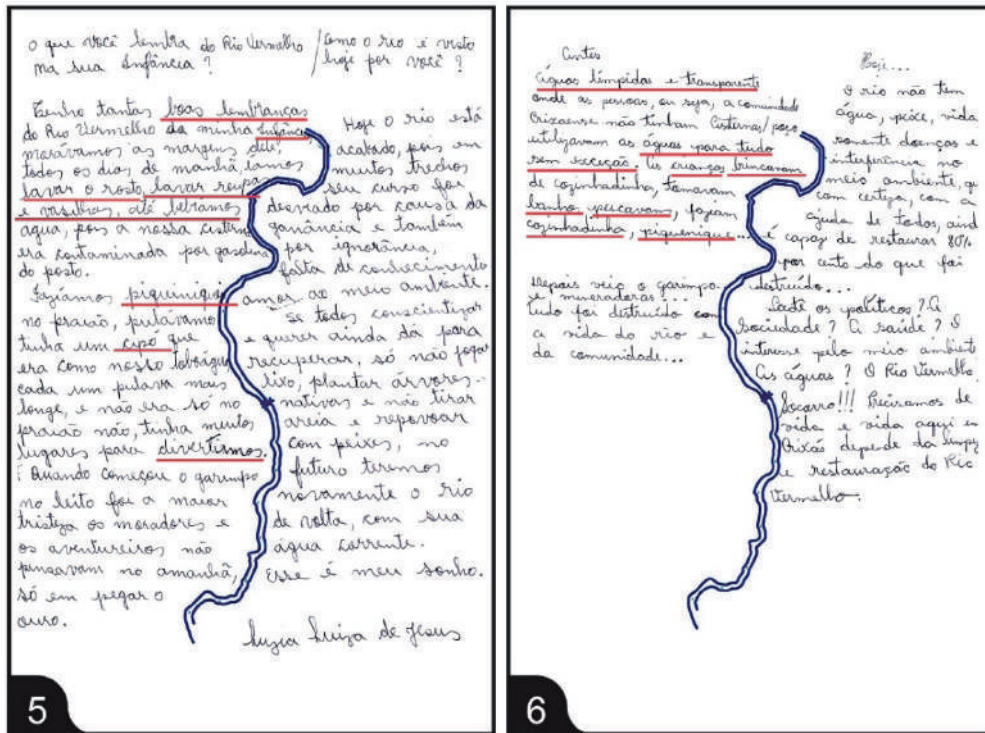


Figura 6 | Mapas 5 e 6, Rio Vermelho, Crixás, Goiás  
 Fonte: Produzidos pelos participantes da pesquisa, Crixás, GO, 2018

Os mapas 5 e 6 não refletem apenas o processo de degradação ambiental ocasionado pela mineração, mas também o esgoto e o lixo despejados no rio, retirada da mata ciliar, diminuição da vazão, diminuição da biodiversidade, entre outros, que são apreendidos pela consciência dos indivíduos. Os participantes da pesquisa entendem a degradação como um ato coletivo praticado pela sociedade e não por um indivíduo. Pode-se até, guardada as devidas proporções, afirmar que existe um sentimento de perdas coletivas, visto que os sentidos foram sendo alterados e substituídos no decorrer do tempo por vivências do indivíduo no e com o Rio Vermelho.

A Figura 7, composta pelos mapas 7, 8, 9 e 10, tem composição mista (desenho e escrita), com exceção do mapa 9 que é apenas desenho. Em todos os mapas estão presentes figuras humanas, fauna e flora. O mapa 8, em que o rio aparece como um meio precioso e pertencente à população local, expressa o sentimento de perda: “Tomar banho no Rio Vermelho, hoje, nunca mais [...]”. O pesquisado desenha pessoas pescando, brincando, fazendo o que denomina de “cozinhadinha” à beira do rio, lavando as roupas, demonstrando a vivência com o meio.

No mapa 9, o rio chora, visto que a água reflete o tempo presente que lembra sangue. Mas, também, o passado por meio das lembranças das brincadeiras. Os reflexos de alegria e dor da perda estão espelhados no mapa. Bachelard (1989, p. 49) nos diz que “podem-se descobrir as duas águas, a da alegria e a da dor. Mas não existe apenas uma lembrança. Nunca a água pesada se torna uma água leve, nunca uma água escura se faz clara. É sempre o inverso”. As duas águas também são evidenciadas no mapa 10, por meio dos desenhos e pinturas do céu, natureza, morte e poluição. O pesquisado recupera sua vivência e apreende o lugar por meio dos sentidos da visão, do tato e do olfato, que lhe permitem descrever seu processo transformativo.









No mapa 13, o pesquisado atribuiu a responsabilidade da degradação à sociedade. Ele diz: “o fim do Rio Vermelho foi dado pelos homens crixaisenses, só lágrimas”. A experiência do pesquisado apresenta outros autores do processo de degradação do rio, não atribuindo apenas à mineradora, mas também apreende o processo de degradação e a ambivalência inerentes às relações da sociedade com o meio: “O homem sente saudades do que ele mesmo causou, a destruição”. O Rio Vermelho fica descrito em sua dimensão topofílica, enquanto participante ativo da vida das pessoas.

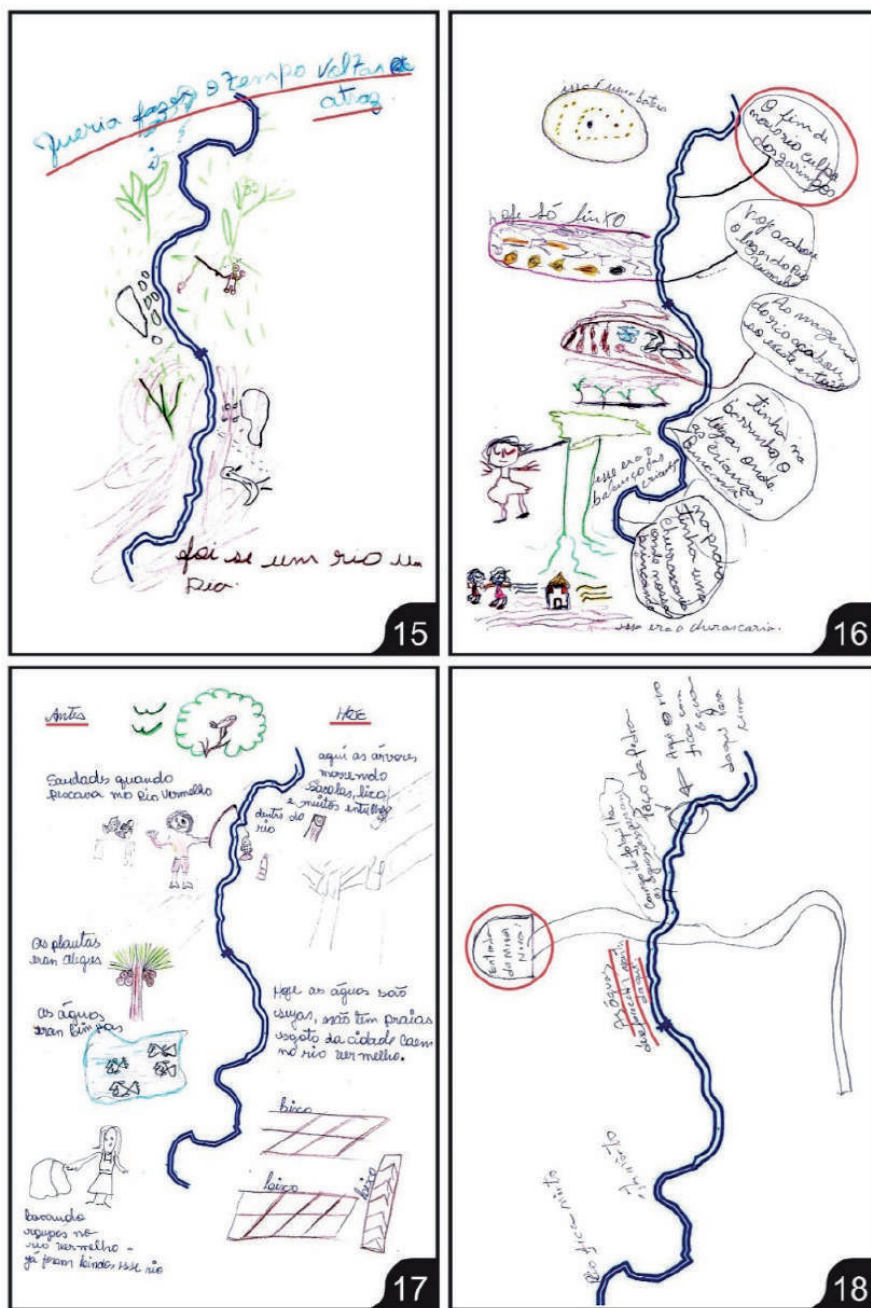


Figura 9 | Mapas Mentais – 15, 16, 17 e 18, Rio Vermelho, Crixás, GO  
Fonte: Produzidos pelos participantes da pesquisa, Crixás, GO, 2018.

Na Figura 9, o mapa 15 apresenta a frase “queria fazer o tempo voltar atrás” e no 16 o participante afirma “O fim de nosso rio é culpa dos garimpos”, da mesma forma é demonstrado no 17. Nos mapas, os participantes percebem a degradação do meio, não apenas com enfoque na mineradora, mas também se sentem responsáveis, pois o garimpo no rio começou antes da instalação da empresa. O mapa 18 demonstra onde exatamente as águas do Rio Vermelho desaparecem, sendo engolidas pela “mina nova”, um dos túneis da mineradora que passam logo abaixo do Rio Vermelho, “As águas desaparecem a partir daqui”.

As Figuras 8 e 9 apresentam mapas que demonstram a culpabilidade. A degradação do rio é vista como responsabilidade da sociedade, mas principalmente da mineradora, que provoca a diminuição da vazão, desvio da água e contaminação. Os participantes consideram-se responsáveis pela destruição do rio, especialmente aqueles que exerceram atividade no garimpo antes da instalação da mineradora. Mas evidenciam a insatisfação com as ações da mineradora no município.

Apesar de não ter sido mencionado nos mapas mentais, é importante apontar que em 2015 o Ministério Público de Goiás (MP-GO) solicitou um levantamento sobre a qualidade de vida da população de Crixás e, desde então, a associação de moradores do bairro Santo Reis tem buscado negociar com a mineradora soluções para a poluição sonora que tem ocasionado transtorno para os moradores.

Em 2018, o MP-GO reabre a negociação com a mineradora para a realocação de 60 famílias para outro local da cidade e da transferência à empresa de cerca de 300 terrenos. Outro apontamento do MP-GO diz respeito ao desvio de “verba destinada pela mineradora para fornecimento de água potável aos moradores do bairro [Santo Reis], que teriam, na verdade, recebido água imprópria para consumo” (MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS, 2018, p.1).

Diante do exposto pelo MP-GO, existe a necessidade de ampliação dos estudos sobre o processo de exploração do minério de ouro e suas consequências para o meio ambiente e para a vida individual e coletiva dos residentes no município de Crixás. Novos questionamentos devem ser feitos e investigados, por exemplo: Como está sendo aplicado o recurso repassado pela mineradora à gestão municipal? Além da contaminação das águas do Rio Vermelho, qual(is) outra(s) poluição(ões) ou contaminação(ões) está(ão) sendo ocasionada(s) pela exploração mineral? Quais os impactos na vida das pessoas que estão sendo retiradas de suas moradias para que a mineradora possa expandir sua exploração do minério de ouro?

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa apresentada neste artigo utilizou-se dos mapas mentais para captar a vivência que os indivíduos possuem do antes e do depois da contaminação do Rio Vermelho. Eles reconhecem o rio como seu lugar, sua casa, percebendo as paisagens como representações daquilo que simboliza sua história.

As representações das experiências vividas no Rio Vermelho apresentaram-se, por um lado, de forma quase poética. Nos mapas mentais, podem-se encontrar palavras e frases como: “O rio dos sonhos e dos velhos tempos”. É possível montar um quadro emocional saudosista, no qual o participante da pesquisa apresenta sua percepção de perda. O rio passa a povoar a memória dos pesquisados como “boas lembranças”, “Só ficou saudade”.

Por outro lado, estão presentes os mapas que apontam o Estado, a empresa e a sociedade como responsáveis pelo processo de degradação do rio e, também, aqueles que trabalharam como garimpeiros antes da instalação da mineradora Serra Grande S/A. As representações nos mapas exprimem emoções, especialmente a saudade, a culpa, mas ainda pouca atitude para a recuperação ou a conservação das águas, ou seja, os participantes da pesquisa são emocionalmente vinculados ao Rio Vermelho, culpam-se também pelo processo de degradação do rio, mas não incorporaram em seu discurso e, menos ainda em ações, atitudes diante da situação imposta pela mineradora. Os mapas evidenciam mais saudade e sentimento de culpa do que atitudes políticas diante dos fatos.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A. M.; DELGADO, C. C. Mineração, Meio Ambiente e Mobilidade Populacional: um levantamento nos estados do Centro-Oeste expandido. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13, 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002, p. 38-41.
- BACHELARD, G. **A água e os sonhos**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- CARLOS, A. F. A. **O lugar no/do mundo**. São Paulo: Hucitec, 1996.
- DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo, São Carlos: Studio Nobel, Editora da UFSCa, 1999.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Desempenho do Setor Mineral 2010: ano-base 2009**. Disponível em: <[https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4288](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4288)>. Acesso em: 08 fev. 2018.
- FARACE, C. Uma história que vale ouro. **Revista Mineração e Sustentabilidade**, n. 30, 2017. Disponível em: <<http://revistamineracao.com.br/2017/08/30/uma-historia-que-vale-ouro/>>. Acesso em: 04 out. 2018.
- FERNANDES, F. R. C.; LIMA, M. H. M. R.; TEIXEIRA, N. da S. A grande mina e a comunidade: estudo de caso da Grande Mina de Ouro de Crixás, em Goiás. **Série Estudos e Documentos**, n. 7. Rio de Janeiro, Cetem/MCT, 2007.
- KOZEL, S. Mapas mentais – uma forma de linguagem: perspectivas metodológicas. In: KOZEL S. et al. (Org.). **Da percepção e cognição à representação**. São Paulo. Terceira Margem, 2007. p. 114-138.
- KOZEL, S.; SOUZA, L. F. Parintins, que espaço é esse? Representação espacial sob a ótica do morador e do visitante. In: KOZEL, S. et al. **Expedições Amazônicas: desvendando espaço e representações dos festejos em comunidades amazônicas**. “A festa do boi-bumbá: um ato de fé”. Curitiba: Sk, 2009, p. 34-42.
- LIMA, S. T. Percepção Ambiental e Literatura: espaço e lugar no grande sertão Veredas. In: DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. 2. ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.
- MARIN, A. A. Pesquisa em educação ambiental e percepção ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 203-222, 2008.
- MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo, Brasil: Martins Fontes. 1999.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **Inquérito Civil Público n.º 02/1.994**. Arquivo do Ministério Público de Goiás. 1994.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **MP lança ofensiva contra garimpos clandestinos em Crixás**. Goiânia: Assessoria de imprensa, 8 abr. 2002. Disponível em: <<http://www.mp.go.gov.br/noticias/noticia120.shtml>>. Acesso em: 25 mar. 2018.
- MINISTÉRIO PÚBLICO DE GOIÁS. **MP realiza audiência pública para garantir voz ao cidadão em realocação de moradores em Crixás**. 2018. Disponível em: <<http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/mp-realiza-audiencia-publica-para-garantir-voz-ao-cidadao-em-realocacao-de-moradores-em-crixas#.XLGy5ehKjIU>>. Acesso em: 2 ago. 2018.
- NOGUEIRA, A. R. B. **Percepção e Representação Gráfica: a “Geograficidade” nos mapas mentais dos comandantes no Amazonas**. 2001, 148p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- OLIVEIRA, E. Z. **A percepção ambiental da arborização urbana dos usuários da Avenida Afonso Pena entre as Ruas Calógeras e Ceará da cidade de Campo Grande-MS**. 2005. 125 p. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente). Uniderp, Campo Grande, 2005.



OLIVEIRA, J. A. de. **Ciclos de águas e vidas:** o caminho do rio nas vozes dos antigos vaporzeiros e remeiros do São Francisco. 2009. 143 p. Dissertação. (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2009.

OLIVEIRA, S. E. D. de. **Terra dos Kirirás e poemas mais...!** Goiânia: Arte e Lazer Ltda., 2001.

RIBEIRO, F. de A. **Mapeando os sentidos:** a história do Rio Vermelho contada pelos ribeirinhos de Crixás – GO. 2018. 77 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente. Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, 2018.

SOBREIRA, P. de A. **Danos ambientais provenientes das barragens de rejeitos situadas no estado de Goiás.** 2016. 145 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente. Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, 2016.

TUAN, Y. FU. **Espaço e lugar:** a perspectiva da experiência. São Paulo, Brasil: Difel. 1983.

\_\_\_\_\_. **Topofilia:** um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel. 1980.



# Preservation areas x environmental legislation in the Rio das Almas hydrographic basin, Ceres microregion (GO) between 2008/2016

*Áreas de preservação x legislação ambiental na bacia  
hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres  
(GO) entre 2008/2016*

Karhene Garcia Rodrigues de Sousa<sup>a</sup>

Maria Gonçalves da Silva Barbalho<sup>b</sup>

Adriana Aparecida Silva<sup>c</sup>

Cristiane Gonçalves Moraes<sup>d</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente; (PPGSTMA),  
Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: karhenegarcia@hotmail.com

<sup>b</sup>Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás e Professora Titular do Centro  
Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: mariabarbalho2505@gmail.com

<sup>c</sup>Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Goiás Professora titular da Universidade  
Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: ueg.adriana@gmail.com

<sup>d</sup>Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade do Vale do Itajaí e Professora Adjunta  
do Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: cristianeg\_moraes@yahoo.com.br

<sup>e</sup>Doutora em Biologia pela Universidade Federal de Goiás e Professora titular do Centro Universitário  
de Anápolis e da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: josana.peixoto@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24072

Received: 14/04/2019

Accepted: 06/12/2019

ARTICLE-DOSSIER

## ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the remaining areas of vegetation cover, with emphasis on permanent preservation areas (APPs) and legal reserve areas (RLs), in the Rio das Almas hydrographic region, Microregion of Ceres (GO). In order to analysis and mapping, it was considered two specific periods: 2008 related to the deadline established by the 2012 Forest Code to amnesty deforestation, regions nominated as consolidated rural areas, and 2016, to map and calculate APPs and RLs. The results revealed that deforestation occurred before 2008 and, therefore, possibly the vast majority of the analyzed farms fall under the amnesty provided by Law 12.651 / 2012. There was also a reduction of natural vegetation around 4.0% over the 8-year period.

Keywords: Forest Code. Preservation Areas. Deforestation.

## RESUMO

*O objetivo desta pesquisa foi analisar as áreas remanescentes de cobertura vegetal, com destaque para áreas de preservação permanente (APPs) e de reserva legal (RLs), na região hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO). Foram consideradas duas datas para análise e mapeamento, sendo: 2008 relativo ao prazo estabelecido pelo Código Florestal de 2012 para anistiar os desmatamentos, denominadas de áreas rurais consolidadas e 2016 para o mapear e calcular as APPs e RLs. Os resultados revelaram desmatamento ocorreu antes de 2008 e, portanto, possivelmente a grande maioria das propriedades rurais analisadas se enquadram na anistia propiciada pela Lei 12.651/2012. Verificou-se ainda, uma redução da vegetação natural de pouco mais de 4,0 % no período de 8 anos.*

*Palavras-Chave: Código Florestal. Áreas de Preservação. Desmatamento.*

## 1 INTRODUCTION

The enactment of Law No. 12,651 of May 25, 2012, entitled Native Vegetation Protection Act (LPVN), which replaced the Forest Code of 1965, implemented some changes to the control and incentive systems for environmental preservation, art. 3rd, inc. IV refers to the insertion of the expression of the consolidated rural area that was defined as an area related to a rural property with pre-existing anthropic occupation on 07/22/2008, with editions, benefits or agrosilvipastoral activities, admitted in the latter case to follow fallow regime.

The referred law grants several benefits to the consolidated rural areas, among which the date that deals with the approval of Decree 6,514, of July 22, 2008, which established the federal administrative proceeding to determine the infractions set forth in Law 9.605 / 1998 (Law of Environmental Crimes), which means amnesty before environmental crimes that occurred before this date (GONÇALVES, 2018).

To suspend the fines and the possibility of regularizing the agroforestry activity and infrastructure in APPs and RLs, the owners must register with the Rural Environmental Registry (CAR) which is a free and self-declared online service system for rural properties and possessions. for adhering to the Environmental Regularization Program (PRA) regulated by Decree 8,235 of May 5, 2014, and environmental liabilities can be resolved with the Degraded and Altered Areas Recovery Project (Prada) (Law No. 12.651, 2012).

According to the Law, landowners with up to four fiscal modules are amnesty, which do not need to compensate or reforest the RL, according to art. 67 of the Forest Code, banning new conversions of alternative land use. It is noteworthy that the Land Statute (Law 4,504 / 1964), was amended in relation to the fiscal modules (Law 6,746 / 1979), stating that the fiscal module established by the municipalities, expressed in hectares and taking into account some factors, such as predominant exploitation in the municipality and income. It is observed that in situations of non-compliance of RL there is possibility of off-property compensation, provided that it is in the same watershed (mbh) (SPAROVEK et al. 2011).

Legal reserve areas are defined as areas located within rural properties or estates, delimited, with the function of protecting or economically using the natural resources of rural properties, auxiliary and conservation and rehabilitation of ecological processes and promoting the biodiversity conservation, as well as for the shelter and protection of fauna and flora. In the Amazon, RL must occupy 80% of rural property in forested areas and 35% in cerrado, and in other regions of the country, 20% suffer from native vegetation type (LEI N. 12.651, 2012).

Another class of preservation areas are Permanent Preservation Areas (APPs) which must be protected, whether or not covered by native vegetation. These areas have the environmental function of preserving water resources, the landscape, geological stability, biodiversity, facilitating the gene flow of fauna and flora, protecting the soil and ensuring people's well-being. Hill tops, steep slopes, restingas, mangroves, veredas, springs, watercourses, lagoons, dams, among others generate APPs. Vegetation suppression in the APP area is not allowed to build infrastructure or establish agricultural activities. However, it may be authorized in situations of social interest (Law No. 12.651, 2012).

It is worth mentioning that LPVN has established that the consolidated use in PPAs can only occur conditioned to management practices that guarantee soil and water conservation, since it is an area with important ecological functions and environmental risk (GUIDOTTI, et. al 2016).

According to studies by Dutra, Barbalho and Franco (2013), the Almas River basin in the Ceres Microregion had much of its forest cover devastated due to the expansion of the agricultural frontier, both for agricultural occupation and for the expansion of urbanization. Recently Barbalho et al. (2015) elaborated the vegetation mapping in a historical series of this area between 1975, 1985 and 2012, using landscape metrics and the results showed a high vegetation fragmentation index, with a reduction in the average fragment size. from 47.09 ha in 1975 to 15.5 ha in 2012, and an increase in border density from 62.08 ha in 1975 to 132.78 ha in 2012. These data demonstrate a high degree of vegetation degradation, relative to the low connectivity between the remaining forest formations, which can be correlated to the expansion of the agricultural frontier, which was characterized by intensive deforestation.

The purpose of this research was to analyze the vegetation cover, the permanent preservation areas and legal reserve in the hydrographic region of Rio das Almas - Ceres microregion (GO), in two dates: 2008 deadline established by the 2012 Forest Code to amnesty deforestation, known as consolidated rural areas and, 2016 where the vegetation still occurring in the research area is verified and quantify the permanent preservation and legal reserve areas in 15 rural properties.

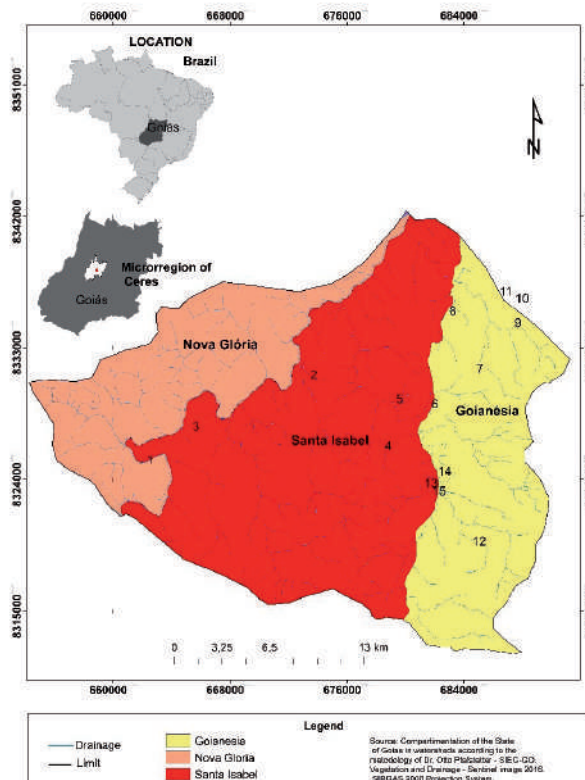
## 2 METHODOLOGY

Located in the central portion of the state of Goiás, the Mato Grosso de Goiás region had large forested areas that lined valleys, slopes and high tops, with an area of approximately 20,000 km<sup>2</sup>. These forested areas were considered as first class forests associated with the best soils that occurred in the valley of the Rio das Almas and its tributaries, where crops and the best wintering are practiced. And second-class forests that appeared near drainage headwaters, high in the plateaus or in the border areas between first-class and savannah forests, commonly used for grazing, since second-tier forest soil was rapidly depleted when cultivated (FAISSOL, 1952).

Mato Grosso de Goiás also encompassed the local denominations of Mata de São Patrício and Santa Luiza once these forests were connected. Currently there is a significant decrease in vegetation cover (BARBALHO et al. 2017). This reduction in vegetation was observed throughout the Cerrado Biome (KLINK; MORREIRA, 2002; MACHADO et. Al. 2004; SANO et al., 2006; STRASSBURG et al, 2017).

The Rio das Almas hydrographic region - S. Patrício river / Peixe river - Ceres microregion (GO), is between the geographic coordinates of South Latitude from 14° 59 '11 "to 15° 16' 27" and Longitude

West 49° 11 ' 57 ", with an area of 65,677.44 hectares. It covers part of the areas of the municipalities of Nova Glória (14,808.04 ha), Santa Isabel (32,819.61 ha) and Goianésia (18,049.81 ha) (Figure 1).



**Figure 1 | Study area location map**  
 Source: Elaborated by the author (2018).

The human occupation of the municipalities that make up the study area is higher in urban areas representing just over 89.58%, while the rural population accounts for 10.41%. The municipality of Goianésia has the largest number of inhabitants (over 20,000 inhabitants) with 59,549, followed by Santa Isabel with 3,686 and Nova América 2,259 inhabitants. The economy is based on agriculture, mainly extensive cattle raising and crops such as soybeans, corn and sugar cane. The urban economy, on the other hand, relies on commercial and service activities to meet local demands (IBM, 2015).

The predominant climate is AW type by the Koppen climate classification, with two seasons: one dry (winter) and one wet (summer) (CARDOSO, 2014). Geology predominates in areas with more recent surface formations represented by Ferruginous debris-lateritic coverings which comprise alluvial or colluvial sediments consisting of oligomitic conglomerates with quartzite pebbles and autochthonous laterites with rust-bearing carapaces. And the Alluvial Deposits that are associated with the drainage network and are not extensive and comprise accumulations of sand, gravel and lenses of silty-clay and peat material (LACERDA FILHO, et al. 2008).

In geomorphology it is located in the Central Goiano Plateau which reflects relief features resulting from the exhumation of the bent structures resulting from various tectonic cycles. Reliefs with up to 12% (93% of the area) predominate. Therefore, in topographic order restrictions for mechanization. The wavy mountainous reliefs represent only 7% of the area, being restricted the areas of the mountains. Reliefs with up to 12% (93% of the area) predominate. Therefore, no topographic order restrictions for mechanization. The wavy mountainous reliefs represent only 7% of the area, being restricted the areas of the mountains.

The soil classes that occur in the basin area are the Oxisols (67.90%), Nitosols (27.90%) and Cambisols (EMBRAPA, 2013). The characteristics of these soils are described below:

Oxisols comprise soils made of mineral material, with latosolic B horizon just below any of the types of superficial diagnostic horizon, except for histic H. They have an advanced stage of weathering. They are virtually devoid of primary minerals and have low cation exchange and base saturation capabilities. They range from heavily drained to well drained. They are usually very deep, usually acidic, dystrophic or alic. They occur in flat to smooth wavy relief. In the research area they represent 45.83% of the area and the following suborders occur:

Cambisols (C) are soils consisting of mineral material with incipient B horizon underlying any type of surface horizon. They are strong to imperfectly drained, ranging from shallow to deep, brownish or yellowish to dark red, and from high to low base saturation and chemical activity in the colloidal fraction. In the area there is the suborder of Cambisol Dystrophic Habits (CXbd), medium to gravelly and eutrophic (CXbe) and (CXbef), gravelly and stony, medium to clayey texture, wavy and strong wavy relief.

Nitisols (N) consist of mineral material with a nitric B horizon below horizon A. The nitric horizon has low activity or alitic character. In the area occurs the suborder of Red Nitisols (NV) in wavy relief.

## 2.1 METHODOLOGICAL PROCEDURES

**Drainage network mapping** - From the Sentinel image, the drainage network was digitalized in the SPRING / 5.2.7 Program in the approximate scale of 1 / 25,000.

**Demarcation of Permanent Preservation Areas (APPs)** - It was carried out based on the Forest Code, Federal Law 12,651 of 2012 which established the preservation bands according to the width of the watercourse (less than 10 meters; the range is 30 meters; from 10 to 50 meters the range is 50 meters, from 50 to 200 meters the range is 100 meters, from 200 to 600 meters the range is 200 meters and the largest from 600m the range is 500 meters. In this step we used the buffer tool in ArcGIS 10.1 which creates a polygon around the points, lines or polygons that are representing the drainage elements with value informed about the widths of the APPs.

To delimit the slope APPs, the slope gradient matrix map was prepared in ArcGIS 10.1 using the "Slope" tool. Subsequently, the slope map was reclassified in order to delimit only APPs greater than 45°.

For the hilltops the 2012 Forest Code established a minimum height of 100m and an average slope of 25°. APPs shall cover the set of hills or peaks whose ridges are less than 500 meters apart, delimited from the level curve at two thirds of the height of the base of the lowest set hill or mountain. To delimit the hilltops, the methodology of Hott et al (2004) was used.

**Natural Vegetation Mapping** - Landsat TM 5 - RGB / 543 2008 and Sentinel 2016 satellite images were used to identify and quantify the vegetation of the area. In these images, classification through segmentation based on the region growth algorithm was used, which labels each "pixel" as a distinct region until every image is segmented (BLASCHKE AND KUX, 2005; BECKER, et al., 2012; BLASCKE et al., 2014). Subsequently, the vegetation areas were classified and the vegetation map was prepared.

**Delimitation of rural properties** - 15 properties were selected in the watershed area under study to calculate the areas of RLs and APPs. The criterion for the selection of the property was to be fully implemented in the basin area and to be included in the INCRA database, available in the "Shape file" file format. These data were entered in the SPRING 5.2.7 database. The properties were classified according to the Law 8,629 / 1993 that takes into account the fiscal module, which varies according to each municipality, as follows: Minifundia - area is less than 01 fiscal module; Small Property - area between 01 and 04 fiscal modules; Mean Property, in area greater than 04 and up to 15 tax modules and Large Property, in area greater than 15 tax modules.



With the data obtained in the previous stages, the areas covered by vegetation in 2008, 2016 and APPs and RLs in rural properties were calculated, enabling the identification of those that are or are not in line with the Forest Code.

### 3 RESULTS

Data from the natural vegetation areas of the Rio das Almas Hydrographic Region, Microregion of Ceres (GO), based on the mapping for 2008 and 2016, which was carried out on an approximate 1: 50,000 scale, was verified. whereas natural vegetation occupied 21.66% in 2008 and in 2016 covered 17.55% of the study area, with an 8-year reduction of just over 4% of natural vegetation. With the vegetation mapping of 2016, Legal Reserve Areas (RLs), Permanent Preservation Areas (APPs) were delimited and calculated, as well as identified in the 15 rural properties analyzed areas that are not in line with the Forest Code.

Among the 15 rural properties selected in this study, according to the criteria adopted by INCRA for property size, 66% are classified as Large (with areas larger than 15 fiscal modules), 20% Small (with areas between 1 and 4 fiscal modules ha) and 13% as Minifundia (1 fiscal module) (Figure 1 and Table 1).

**Table 1 |** Area of rural properties, of natural vegetation (2008 and 2016) and Legal Reserve - Rio das Almas hydrographic region - Ceres Microregion (GO).

Property	Property area (ha)	Fiscal Module (ha)	Classificação INCRA	Natural vegetation area (ha)		RL (ha)	Natural vegetation area of 2016 in relation to RL (%)
				2008	2016		
1	337,91	16,9	Big	25,46	20,67	67,58	30,59
2	4.296,78	214,84	Big	447,81	465,73	859,36	54,19
3	1.019,70	50,99	Big	141,9	110,53	203,94	54,2
4	1.909,70	95,47	Big	155,24	54,33	381,87	14,23
5	2.597,31	129,87	Big	594,43	566,02	519,46	108,96
6	619,47	30,97	Big	69,43	86,54	123,89	69,85
7	765,99	38,3	Big	204,23	212,13	153,2	138,47
8	2.260,17	113,01	Big	156,8	111,97	452,03	24,77
9	104,94	5,25	Small	80,11	94,07	20,99	448,17
10	313,11	15,66	Big	33,77	44,38	62,62	70,87
11	487,35	24,37	Big	55,79	29,87	97,47	30,65
12	74,52	3,72	Small	55,91	8,79	14,9	58,99
13	36,81	1,8	Small	1,47	1,65	7,36	22,42
14	11,52	0,58	Minifundium	3,35	3,03	2,3	131,74
15	23,22	1,16	Minifundium	5,04	3,66	4,64	78,88
Total	14.858,19	742,91		2.030,74	1.813,37	2.971,61	1.336,98

Source: Elaborated by the author (2018).

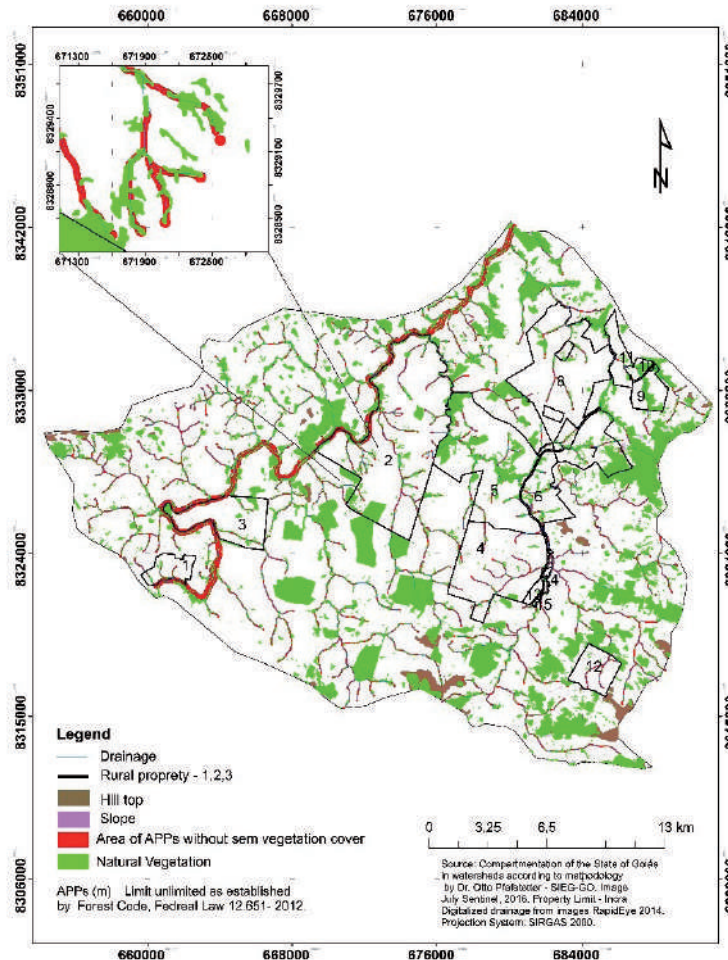
Still according to the data in Table 1, it can be verified that the properties identified with numbers 12,13, 14 and 15 have an area smaller than 04 fiscal modules, ie smallholdings and, therefore, according to art. 67 of the Forest Code, do not need to compensate or reforest the RLs, barring new conversions of alternative land use. The properties listed as 2, 9, 10 and 13 showed an increase in the area of RLs during the study period, which may be correlated to the recovery of areas due to the Forest Code. Already the properties number 5, 7, 9 and 14 have larger area of RLs than established by the Legislation. The properties number 1.4, 8.11 and 13 have respectively 30%, 14%, 24% and 22% of the area destined for RL with natural vegetation; Properties 2, 3, 12 have slightly more than 50% of the area intended for natural vegetation RLs and properties 6,10, and 15 have 70% of the area that should be intended for vegetation RLs.

**Table 2** | shows data on the areas of water APPs delimited in the 15 rural properties corresponding to an area of 980.66 ha according to what was established by the Forest Code. Of this total only 449.60 ha have vegetation cover, or 46%. The other 54% are in disagreement with the Forest Code and are concentrated in large rural properties with 491.76 ha (92.59%) of APPs without vegetation. The medium and small properties represent just over 7% of the area with deficit of APPs.

Property	Area of Hidraulic APPs - Forest Code, Federal Law 12.651 of 2012(m)				Area of APPs without natural coverage of 2016	
	Area					
	30	50	100	Total	Total	(%)
1	17,58	1,53	39,82	58,93	40,96	69,5
2	205,46	73,7	12,08	300,24	161,99	53,95
3	29,03	0,76	79,62	109,41	71,41	65,26
4	84,72	7,78		92,5	76,54	82,74
5	93,79	78,59		172,38	51,04	29,6
6	11,96	28,33		40,29	14,15	35,12
7	29,26	0,75		30,01	7,44	24,79
8	92,43	4,58		97,01	60,52	62,38
9	12,56			12,56	2,05	16,32
10	10,65			10,65	1,56	14,64
11	11,37	0,75		12,12	6,15	50,74
12	26,41	1,55		21,96	26,62	95,2
13	2,02			2,02	1,56	77,22
14	1,93	7,67		9,6	6,78	70,62
15	4,98			4,98	2,29	45,98
Total	634,15	205,99	140,52	980,66	531,06	54,15

Source: Elaborated by the author (2018).

It is worth mentioning that for rural areas with consolidated use, the restoration ranges of APPs according to the Forest Code should be 5 meters from the edge of the bed channel, in rural properties with up to 1 fiscal module. On properties between 1 and 2 fiscal modules the restoration should be 8 meters, while on properties between 2 and 4 fiscal modules should be 15 meters. For the higher modules recomposition should be from 20 to 100 meters.



**Figure 2 |** Vegetation Map (2016) with APPs and boundary of properties of the Rio das Almas Hydrographic Region - Ceres Microregion (GO).

Source: Elaborated by the author (2018).

### 3 DISCUSSION

In the Rio das Almas Hydrographic Region, study area, there are 4 properties with natural vegetation surpluses and 11 with liabilities (deficits) to the Legal Reserve (RLs) and Permanent Protection Areas (APPs) requirements according to the legislation in force. Similar results were found Azevedo, et al. (2015) who analyzed 9,113 rural properties in the Amazon portion of Mato Grosso to verify the degree of non-compliance of producers with the Forest Code. They found that almost 70% of farms do not comply with the Forest Code.

In studies by Soares et al. (2011) in the São Bartolomeu river basin, Viçosa, MG, the results indicated that, of the 292 properties evaluated, only 41 (14%) have vegetation cover above 20%, being able to comply with environmental legislation in the state. refers to the legal reserve.

It is important to mention that properties that have RL surpluses will be able to sell them in Environmental Reserve Quotas (CREA) among producers that need to recover the RL of their property, as long as they are limited in the same biome (art. 48, BRAZIL, 2012). However, only owners with more than four modules may enter into environmental easement contracts. Environmental easement deals with the voluntary waiver of the rural owner to the right to use, exploit or suppress the natural resources existing in his property.

In the 2008 and 2016 temporal analysis of the Vegetation Coverage in the Rio das Almas Hydrographic Region - Foz Rio S. Patrício / Rio do Peixe - Ceres Microregion (GO) it was found that deforestation occurred before 2008 and, therefore, possibly the great Most of the rural properties analyzed fall within the amnesty provided by Law 12.651 / 2012. Silva et al. (2014); Sparovek et al. (2011, 2012) showed that the mechanisms of this law reduced the liabilities of APPs and RLs in all biomes and regions of Brazil. And 41 million hectares exempt from the need for restoration, of which 36.5 million RLs and 4.5 million APPs (GUIDOTTI et al., 2017).

They also stressed that the environmental services that could be produced by 4.5 million hectares of PPAs cannot be given up and that these areas should be restored especially for the protection of water resources and the multiple uses of their waters. In a context of climate change the recovery of these areas should be prioritized and encouraged.

Brancolin et al. (2016) consider that the regularization of activities in permanent preservation areas without the need for full recovery of native vegetation may compromise soil and water source protection, biodiversity conservation and agricultural production. This reduction in the width of the strips to be reclaimed along the 5 to 100 meter water APPs, depending on the size of the property, in consolidated rural areas is one of the setbacks of the Native Vegetation Protection Act (LPVN). In the case of RLs assess that compensation of the elimination of native vegetation in lands of the same biome, located in a watershed that may be even in another State, disregards the environmental criteria linked to the function of RLs.

The biomes that presented the largest relative amnesty of APPs were Cerrado, Caatinga and Pampa. In terms of total area, the forgiveness of 390,000 ha of water APPs in the Amazon exceeds the amnesty amount in the Pampa (GUIDOTTI et al.2017). Nunes et al. (2014) and Silva et al. (2018) highlighted the loss with loss of areas in the Amazon, especially riparian areas, consolidated for economic use by the current forest law.

#### **4 FINAL CONSIDERATIONS**

The adoption of the methodology based on a Geographic Information System (GIS) proved to be efficient, since it allowed to generate information about APPs and RLs in the area of the Rio das Almas Hydrographic Region.

Satellite image analysis revealed that deforestation occurred before July 2008. And that during the period 2008 - 2016 there were no significant changes in vegetation in the 15 farms. They also made it possible to identify and quantify unduly occupied areas, as well as consolidated use.

The use of satellite imagery mainly as regards coverage patterns is critical as they can subsidize surveillance to prevent new protected areas from being occupied and degraded.

Finally, it is hoped that this research may contribute to other studies aimed at providing information to environmental agencies, as well as to guide and stimulate the active participation of rural landowners for the restoration and preservation of PPAs and RLs.

## ACKNOWLEDGEMENTS

With the support of CAPES (Higher Education Personnel Improvement Coordination) and PROCAD (National Academic Cooperation Program) between UNESP, UnB and UniEVANGÉLICA from the Project entitled “New Frontiers in the West: Relationship between Society and Nature in the Microregion of Ceres in Goiás (1940-2013) ”- Case No. 2980/2014.

## REFERENCES

- AZEVEDO, A. A.; STABILE, M. C. C.; REIS, T. N. P. Commodity production in Brazil: combining zero deforestation and zero illegality. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 3, n. 1, p. 12, 2015.
- BARBALHO, M. G. da S. **Avaliar os efeitos do desmatamento nos solos e nos recursos hídricos na bacia do Rio das Almas**, microrregião de Ceres (GO). Relatório de Pós-Doutorado – Procad/Capes, Universidade de Brasília, 2017.
- BARBALHO, M. G. da S.; SILVA, S. D.; DELLA GIUSTINA, C. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, 2015.
- BECKER, C.; OSTERMAN, J.; PAHL, M. Automatic quality assessment of GIS data base on object coherence. In: **Proceedings of the 4th Geobia**. Rio de Janeiro [s/n], 2012.
- BLASCHKE, T. et al. Geographic Object-Based Image Analysis – Towards a new paradigm. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 87, p.180-1091, 2014.
- BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores, métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- BRANCOLION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza e Conservação**, v. 14, p. e1-e16, 2016.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o Novo Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 12 jan. 2018.
- CARDOSO, M. R. D. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, jan./mar. 2014.
- COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Relatório de avaliação trienal da área de ciências ambientais**. Brasília: Capes, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- FAISSOL, S. **O “Matogrosso de Goiás”**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1952.
- FERREIRA, L. C. G.; DEUS, J. B. O uso do território e as redes na microrregião de Ceres (GO): o caso das agroindústrias sucroalcooleiras. **B. Goiano de Geogr.** Goiânia, v. 30, n. 2, p. 67-80, jul./dez. 2010.
- GONÇALVES, J. S. A evolução da proteção da Reserva Florestal Legal no Brasil e a segurança jurídica. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 8, n. 1. p. 237-264, 2018.
- GUIDOTTI, V. et al. Código Florestal: contribuições para a regulamentação dos programas de regularização ambiental (PRA). **Sustentabilidade em Debate**, set. de 2016.



- GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs. **Sustentabilidade em Debate**, n. 5, 2017.
- HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. **Método para a determinação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morros para o estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas de Geologia, Geomorfologia e Solos na escala 1:250.000**, Rio de Janeiro, 2013.
- INSTITUTO MAURO BORGES. **Estatísticas Georreferenciadas – BDE-Goiás**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.
- MACHADO, R. B. et al. **Estimativas de perda de área do Cerrado brasileiro**. Relatório Técnico. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2008.
- NUNES, S. S. et al. **A 22 year assessment of deforestation and restoration in riparian forests in the eastern Brazilian Amazon**. **Environmental Conservation**, Lancaster, v. 42, n. 3, p. 193-203, 2014.
- RIBEIRO, C. A. A. S. et al. Valoração das Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Rio Alegre-ES. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 63-72, 2010.
- SANO, E. E. et al. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado**. *Pesq. Agropec. Bras.* Jan 2008, v. 43, n. 1, p.153-156.
- SILVA, S. D.; BARBALHO, M. G. da S.; FRANCO, J. L. de A. **Expansão sucroalcooleira e a devastação ambiental nas matas do São Patrício**, microrregião de Ceres, GO. *Histórias, Histórias*. Brasília, v. 1 n. 1, 2013.
- SILVA, J. S. da; RANIERI, V. E. L. O mecanismo de compensação de Reserva Legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 115-132, 2014.
- SILVA, N. M. et al. The negative influences of the new brazilian forest code on the Conservation of riparian forests. **European Journal of Ecology**, Varsóvia, v. 3, n. 2, p. 116-122, 2018.
- SOARES, V. P. S. et al. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e dos fragmentos 555 florestais naturais como subsídio à averbação de Reserva Legal em imóveis rurais. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 555-561, out./dez. 2011.
- SOARES FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, Apr. 25, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/310599766\\_Cracking\\_Brazil's\\_Forest\\_Code](https://www.researchgate.net/publication/310599766_Cracking_Brazil's_Forest_Code)>.
- SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos – Cebrap**, v. 89, n. 89, p. 111-135, 2011.
- SPAROVEK, G. et al. The revision of the brazilian forest act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science and Policy**, v. 16, p. 65-72, 2012.
- STRASSBURG, B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado Hotspot. **Nature Ecology e Evolution**, v. 1, n. 99, 2017.

# Áreas de preservação x legislação ambiental na bacia hidrográfica do Rio das Almas, microrregião de Ceres (GO) entre 2008 e 2016

*Preservation areas x environmental legislation in the Rio  
das Almas hydrographic basin, Ceres microregion (GO)  
between 2008/2016*

Karhene Garcia Rodrigues de Sousa<sup>a</sup>

Maria Gonçalves da Silva Barbalho<sup>b</sup>

Adriana Aparecida Silva<sup>c</sup>

Cristiane Gonçalves Moraes<sup>d</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente; (PPGSTMA),  
Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: karhenegarcia@hotmail.com

<sup>b</sup>Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás e Professora Titular do Centro  
Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: mariabarbalho2505@gmail.com

<sup>c</sup>Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Goiás Professora titular da Universidade  
Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: ueg.adriana@gmail.com

<sup>d</sup>Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade do Vale do Itajaí e Professora Adjunta  
do Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: cristianeg\_moraes@yahoo.com.br

<sup>e</sup>Doutora em Biologia pela Universidade Federal de Goiás e Professora titular do Centro Universitário  
de Anápolis e da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: josana.peixoto@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24072

Received: 14/04/2019

Accepted: 06/12/2019

ARTICLE-DOSSIER

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar as áreas remanescentes de cobertura vegetal, com destaque para áreas de preservação permanente (APPs) e de reserva legal (RLs), na região hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres (GO). Foram consideradas duas datas para análise e mapeamento, sendo: 2008 relativo ao prazo estabelecido pelo Código Florestal de 2012 para anistiar os desmatamentos, denominadas de áreas rurais consolidadas e 2016 para o mapear e calcular as APPs e RLs. Os resultados revelaram desmatamento ocorreu antes de 2008 e, portanto, possivelmente a grande maioria das propriedades rurais analisadas se enquadram na anistia propiciada pela Lei 12.651/2012. Verificou-se ainda, uma redução da vegetação natural de pouco mais de 4,0 % no período de 8 anos.

Palavras-Chave: Código Florestal. Áreas de Preservação. Desmatamento.

## ABSTRACT

*The aim of this research was to analyze the remaining areas of vegetation cover, with emphasis on permanent preservation areas (APPs) and legal reserve areas (RLs), in the Rio das Almas hydrographic region, Microregion of Ceres (GO). In order to analysis and mapping, it was considered two specific periods: 2008 related to the deadline established by the 2012 Forest Code to amnesty deforestation, regions nominated as consolidated rural areas, and 2016, to map and calculate APPs and RLs. The results revealed that deforestation occurred before 2008 and, therefore, possibly the vast majority of the analyzed farms fall under the amnesty provided by Law 12.651 / 2012. There was also a reduction of natural vegetation around 4.0% over the 8-year period.*

*Keywords: Forest Code. Preservation Areas. Deforestation.*

## 1 INTRODUÇÃO

A promulgação da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, intitulada Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN), que substituiu o Código Florestal de 1965, implementou algumas alterações nos sistemas de controle e incentivo à preservação ambiental, entre elas destaca-se o art. 3º, inc. IV que se refere à inserção da expressão de área rural consolidada que foi definida como a área relativa a um imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, nesse último caso, a adoção do regime de pouso.

A referida lei concedeu vários benefícios para as áreas rurais consolidadas, como a anistia da supressão não autorizada de vegetação em áreas de Reserva Legal e de Preservação Permanente antes de 22 de julho de 2008, data de publicação do Decreto 6.514 que estabeleceu o processo administrativo federal para apuração das infrações expostas na Lei 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) (GONÇALVES, 2018).

Para suspensão das multas e a possibilidade de regularizar a atividade agrossilvopastoril e infraestrutura em APPs e RLs, os proprietários devem se registrar no Cadastro Ambiental Rural (CAR) que é um sistema gratuito e autodeclaratório de serviço on-line de propriedades e posses rurais, e optar por aderir ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) regulamentado pelo Decreto 8.235, de 5 de maio de 2014. Os passivos ambientais poderão ser resolvidos com o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (Prada) (LEI n. 12.651, 2012).

Ainda de acordo com a Lei, ficam anistiados os proprietários de terras com até quatro módulos fiscais, os quais não necessitam compensar ou reflorestar a RL, conforme art. 67 do Código Florestal, vedando as novas conversões de uso alternativo do solo. Ressalta-se que o Estatuto da Terra (Lei 4.504/1964) foi alterado em relação aos módulos fiscais (Lei 6.746/1979), dispondo que o módulo fiscal estabelecido pelos municípios seja expresso em hectares e levando em consideração alguns fatores, como tipo de exploração predominante no município e a renda. Observa-se que nas situações de não conformidade de RL há possibilidade de compensação fora da propriedade, desde que seja no mesmo bioma (SPAROVEK et al., 2011).

As áreas de Reserva Legal são definidas como áreas localizadas no interior das propriedades ou posse rural, delimitada, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como para o abrigo e a proteção da fauna e da flora. Na Amazônia, a RL deve ocupar 80% da propriedade rural em áreas de floresta e 35% em Cerrado, e nas demais regiões do País, 20% independentemente do tipo de vegetação nativa (LEI n. 12.651, 2012).

Outra classe de áreas de preservação são as Áreas de Preservação Permanente (APPs) as quais devem ser protegidas, estando ou não cobertas por vegetação nativa. Tais áreas têm a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das pessoas. Topos de morro, encostas íngremes, restingas, manguezais, veredas, nascentes, cursos de água, lagoas, represas, entre outras, geram APPs. A supressão da vegetação em área de APPs não é permitida para construir infraestrutura ou estabelecer atividades agropecuárias. No entanto, pode ser autorizada em situações de interesse social (LEI n. 12.651, 2012).

Cabe mencionar que a LPVN estabeleceu que o uso consolidado em APPs só poderá ocorrer condicionado a práticas de manejo que garantam a conservação do solo e da água, uma vez que se trata de uma área com funções ecológicas importantes e de risco ambiental (GUIDOTTI et al., 2016).

A bacia do Rio das Almas na microrregião de Ceres, segundo estudos realizados por Dutra, Barbalho e Franco (2013), teve grande parte de sua cobertura florestal devastada em função da expansão da fronteira agrícola, tanto para a ocupação agrícola como para a ampliação da urbanização.

Recentemente, Barbalho et al. (2015) elaboraram o mapeamento da vegetação em série histórica dessa área, entre os anos de 1975, 1985 e 2012, por meio do uso de métricas de paisagem, e os resultados mostraram um índice elevado de fragmentação da vegetação, com uma redução no tamanho médio dos fragmentos de 47,09 ha, em 1975, para 15,5 ha em 2012, além de um aumento na densidade de borda de 62,08 ha, em 1975, para 132,78 ha em 2012. Tais dados demonstram um elevado grau de degradação da vegetação, relativo à baixa conectividade entre as formações florestais remanescentes, o qual pode ser correlacionado à expansão da fronteira agrícola, que se caracterizou pelo desmatamento intensivo.

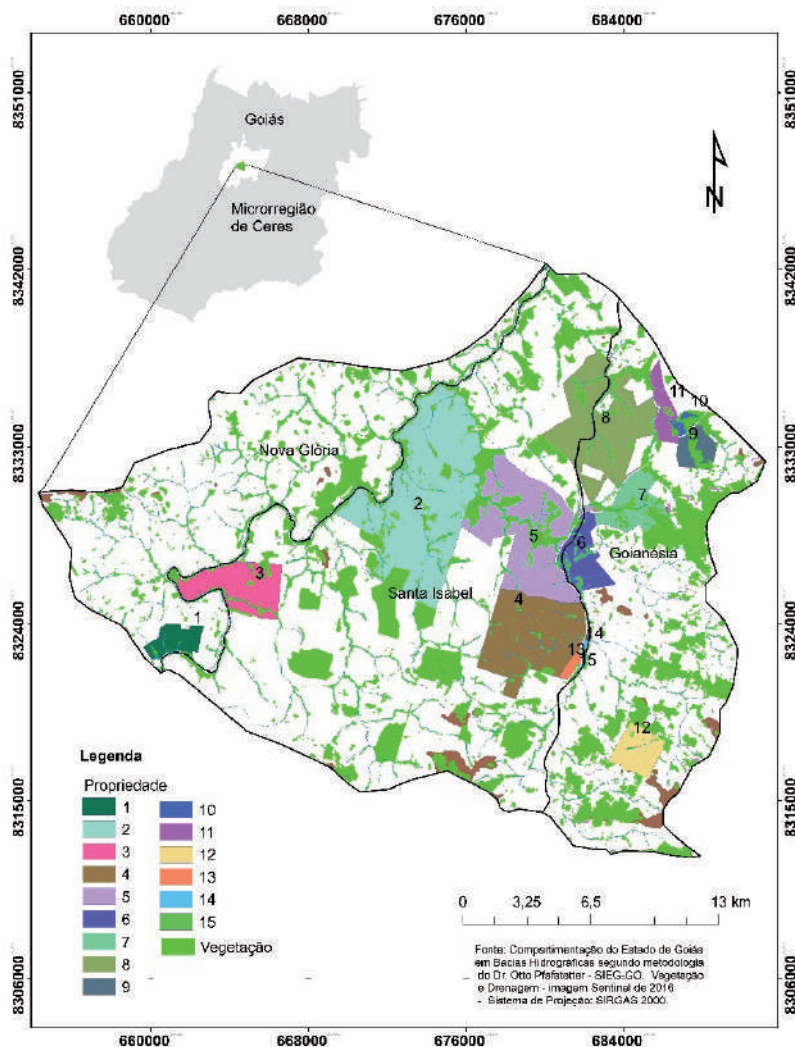
O propósito desta pesquisa foi analisar a cobertura vegetal, as Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal na região hidrográfica do Rio das Almas – microrregião de Ceres (GO), em duas datas: 2008 prazo estabelecido pelo Código Florestal de 2012 para anistiar os desmatamentos, denominadas de áreas rurais consolidadas, e 2016 onde se verifica a vegetação que ainda ocorre na área de pesquisa e quantificar as Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal em 15 propriedades rurais.

## 2 METODOLOGIA

Localizada na porção central do estado de Goiás, a região de Mato Grosso de Goiás exibia grandes áreas florestadas que revestiam vales, encostas e topos elevados, com área aproximada de 20.000 quilômetros quadrados. Essas áreas florestadas foram consideradas como matas de primeira classe, associadas aos melhores solos, que ocorriam no vale do Rio das Almas e de seus afluentes, em que se praticam as culturas e as melhores invernações. E matas de segunda classe que surgiam próximas às cabeceiras de drenagem, nos altos dos chapadões ou nas zonas limítrofes entre matas de primeira e os cerrados, utilizadas comumente como pastagem, uma vez que o solo da mata de segunda se exauria rapidamente, quando cultivado (FAISSOL, 1952).

O Mato Grosso de Goiás abarcava ainda as denominações locais de Mata de São Patrício e de Santa Luiza, uma vez que essas matas estavam conectadas. Atualmente, verifica-se a diminuição expressiva da cobertura vegetal (BARBALHO et al., 2017). Essa redução da vegetação foi observada em todo o bioma Cerrado (KLINK; MORREIRA, 2002; MACHADO et al., 2004; SANO et al., 2006; STRASSBURG et al., 2017).

A região hidrográfica do Rio das Almas – foz do Rio S. Patrício / Rio do Peixe – na microrregião de Ceres (GO) localiza-se entre as coordenadas geográficas de Latitude Sul de 14º 59' 11" a 15º 16' 27" e Longitude Oeste 49º 11' 57", com uma área de 65.677,44 hectares. Abrange parte das áreas dos municípios de Nova Glória (14,808,04 ha), Santa Isabel (32.819,61 ha) e Goianésia (18.049,81 ha) (Figura 1).



**Figura 1 |** Mapa de Localização da área de estudos.

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

A ocupação humana dos municípios que compõem a área de estudo é maior nas áreas urbanas representando pouco mais de 89,58%, enquanto que a população rural responde por 10,41%. O município de Goianésia apresenta o maior número de habitantes (acima de 20.000) com 59.549, seguido de Santa Isabel com 3.686 e Nova América com 2.259 habitantes. A economia tem como base a agropecuária, principalmente a criação extensiva de gado e os cultivos de soja, milho e cana-de-açúcar. Já a economia urbana baseia-se em atividades comerciais e de serviços para atender às demandas locais (IBM, 2015).

O clima predominante é do tipo AW pela classificação climática de Köppen, com duas estações: uma seca (inverno) e outra úmida (verão) (CARDOSO, 2014). Na Geologia predominam áreas com formações superficiais mais recentes representadas pelas Coberturas Detrito-Lateríticas ferruginosas que compreendem sedimentos aluviais ou coluviais constituídos por conglomerados oligomíticos com



seixos de quartzito e lateritos autóctones com carapaças ferruginosas, e pelos Depósitos Aluvionares que se associam à rede de drenagem e são pouco extensos e compreendem acumulações de areia, cascalho e lentes de material silto-argiloso e turfa (LACERDA FILHO et al., 2008).

Na geomorfologia, situa-se no Planalto Central Goiano que reflete feições de relevos resultantes da exumação das estruturas dobradas decorrentes de vários ciclos tectônicos. Predominam relevos com declives com até 12% (93% da área). Portanto, sem restrições de ordem topográfica para a mecanização. Os relevos ondulados a montanhosos representam apenas 7% da área, restringindo-se às áreas das Serras. As classes de solos que ocorrem na área da bacia são os Latossolos (67,90%), Nitossolos (27,90%) e os Cambissolos (EMBRAPA, 2013). As características desses solos estão descritas a seguir:

Os Latossolos compreendem solos constituídos de material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto H hístico. Apresentam avançado estágio de intemperização. São virtualmente destituídos de minerais primários e têm baixa capacidade de troca de cátions e de saturação em bases. Variam de fortemente drenados a bem drenados. São normalmente muito profundos, geralmente ácidos, distróficos ou álicos. Ocorrem em relevo plano a suave ondulado. Na área de pesquisa, representam 45,83% da área e ocorrem as seguintes subordens:

Os Cambissolos (C) são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente e subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. São fortes a imperfeitamente drenados, variando de rasos a profundos, de cor bruna ou bruna amarelada até o vermelho-escuro, e de alta a baixa saturação de bases e atividade química na fração coloidal. Na área ocorre a subordem dos Cambissolos Háplicos distróficos (CXbd), textura média a cascalhenta e eutróficos (CXbe) e (CXbef), cascalhento e pedregoso, textura média a argilosa, relevo ondulado e forte ondulado.

Os Nitossolos (N) são constituídos por material mineral com presença de horizonte B nítico abaixo do horizonte A. O horizonte nítico apresenta atividade baixa ou caráter alítico. Na área ocorre a subordem dos Nitossolos Vermelhos (NV) em relevo ondulado.

## 2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Mapeamento da rede de drenagem - A partir da imagem Sentinel foi digitalizada a rede de drenagem no Programa SPRING/5.2.7 na escala aproximada de 1/25.000.

Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) - Foi realizada com base no Código Florestal, Lei Federal 12.651 de 2012 que estabeleceu as faixas de preservação em função da largura do curso de água (menor de 10 metros a faixa é de 30 metros; de 10 a 50 metros a faixa é de 50 metros; de 50 a 200 metros a faixa é de 100 metros; de 200 a 600 metros a faixa é de 200 metros e maior de 600 metros a faixa é 500 metros). Nesta etapa foi utilizada a ferramenta “buffer” no ArcGis 10.1 que cria um polígono ao redor dos pontos, linhas ou polígonos, que estão representando os elementos da drenagem com valor informado sobre as larguras das APPs.

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de encosta foi elaborado o mapa matricial de declividade em graus no ArcGIS 10.1 utilizando a ferramenta “Slope”. Posteriormente, realizou-se a reclassificação do mapa de declividade com objetivo de delimitar apenas as APPs superiores a 45°.

Para os topos de morros, o Código Florestal de 2012 estabeleceu a altura mínima de 100 m e inclinação média de 25°. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) devem abranger o conjunto de morros ou montanhas cujos cumes estejam separados a uma distância inferior a 500 metros, delimitado a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha do conjunto de menor altura. Para delimitação dos topos de morros, utilizou-se a metodologia de Hott et al. (2004).

Mapeamento da vegetação natural - Foram utilizadas imagens do satélite Landsat TM 5 – RGB/543 de 2008 e Sentinel de 2016 para identificar e quantificar a vegetação remanescente da área. Foi empregada nas referidas imagens a classificação por meio da segmentação, baseada no algoritmo de crescimento de regiões, que rotula cada “pixel” como uma região distinta até que toda imagem seja segmentada (BECKER et al., 2012; BLASCKE et al., 2014; BLASCHKE; KUX, 2005). Posteriormente foi realizada a classificação das áreas com vegetação e elaborado o mapa de vegetação.

Delimitação dos imóveis rurais - Foram selecionadas 15 propriedades na área da bacia hidrográfica em estudo para calcular as áreas de RLs e APPs. O critério para a seleção da propriedade foi de estar implantada totalmente na área da bacia e constar no banco de dados do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), disponibilizado no formato de arquivo “Shape file”; esses dados foram inseridos no banco de dados do SPRING 5.2.7. As propriedades foram classificadas de acordo com o que estabelece a Lei 8.629/1993 que leva em conta o módulo fiscal, que varia de acordo com cada município, sendo: Minifúndio – área inferior a 01 módulo fiscal; Pequena Propriedade – área compreendida entre 01 e 04 módulos fiscais; Média Propriedade, em área superior a 04 e até 15 módulos fiscais e Grande Propriedade, em área superior a 15 módulos fiscais.

Com os dados obtidos nas etapas anteriores, foram calculadas as áreas com cobertura vegetal de 2008, 2016, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal (RLs) nas propriedades rurais, possibilitando identificar as que estão ou não em consonância com o Código Florestal.

### 3 RESULTADOS

Os dados das áreas de vegetação natural da Região Hidrográfica do Rio das Almas, microrregião de Ceres (GO), tendo como referência o mapeamento relativo aos anos de 2008 e 2016, o qual foi realizado na escala aproximada de 1:50.000, verificou-se que a vegetação natural ocupava 21,66% em 2008 e em 2016 cobria 17,55% da área de estudo, com redução em 8 anos de pouco mais de 4% da vegetação natural.

Com o mapeamento da vegetação de 2016 foram delimitadas e calculadas as Áreas de Reserva Legal (RLs), as Áreas de Preservação Permanente (APPs), bem como identificadas nas 15 propriedades rurais analisadas as áreas que não estão em consonância com o Código Florestal.

Das 15 propriedades rurais selecionadas neste estudo, segundo os critérios adotados pelo Incra para o tamanho das propriedades, 66% são classificadas como Grandes (com áreas maiores que 15 módulos fiscais), 20% Pequenas (com áreas entre 1 e 4 módulos fiscais ha) e 13% como Minifúndios (1 módulo fiscal) (Figura 1 e Quadro 1).

**Quadro 1** | Áreas das propriedades rurais, de vegetação natural (2008 e 2016) e Reserva Legal – região hidrográfica do Rio das Almas – microrregião de Ceres (GO)

Propriedade	Área de propriedade (ha)	Módulo fiscal (20 ha)	Classificação INCRA	Área com Vegetação Natural (ha)		RL (ha)	Área da Vegetação de 2016 em relação à RL (%)
				2008	2016		
1	337,91	16,9	Grande	25,46	20,67	67,58	30,59
2	4.296,78	214,84	Grande	447,81	465,73	859,36	54,19
3	1.019,70	50,99	Grande	141,9	110,53	203,94	54,2
4	1.909,70	95,47	Grande	155,24	54,33	381,87	14,23
5	2.597,31	129,87	Grande	594,43	566,02	519,46	108,96

Propriedade	Área de propriedade (ha)	Módulo fiscal (20 ha)	Classificação INCRA	Área com Vegetação Natural (ha)		RL (ha)	Área da Vegetação de 2016 em relação à RL (%)
				2008	2016		
6	619,47	30,97	Grande	69,43	86,54	123,89	69,85
7	765,99	38,3	Grande	204,23	212,13	153,2	138,47
8	2.260,17	113,01	Grande	156,8	111,97	452,03	24,77
9	104,94	5,25	Pequena	80,11	94,07	20,99	448,17
10	313,11	15,66	Grande	33,77	44,38	62,62	70,87
11	487,35	24,37	Grande	55,79	29,87	97,47	30,65
12	74,52	3,72	Pequena	55,91	8,79	14,9	58,99
13	36,81	1,8	Pequena	1,47	1,65	7,36	22,42
14	11,52	0,58	Minifúndio	3,35	3,03	2,3	131,74
15	23,22	1,16	Minifúndio	5,04	3,66	4,64	78,88
Total	14.858,19	742,91		2.030,74	1.813,37	2.971,61	1.336,98

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Ainda conforme os dados do Quadro 1, as propriedades identificadas com os números 12, 13, 14 e 15 possuem uma área menor do que 04 módulos fiscais, e, por isso, conforme art. 67 do Código Florestal, não necessitam compensar ou reflorestar as RLs, vedando novas conversões de uso alternativo do solo. As propriedades enumeradas como 2, 9, 10 e 13 apresentaram um aumento na área de RLs no período de estudo, o que pode estar correlacionado à recuperação das áreas em função do Código Florestal.

Já as propriedades de número 5, 7, 9 e 14 possuem área de RLs maior do que estabelece a legislação. As propriedades de número 1, 4, 8, 11 e 13 apresentam respectivamente 30%, 14%, 24% e 22% da área destinada à RL com vegetação natural; as propriedades 2, 3 e 12 possuem pouco mais de 50% da área destinada a RLs com vegetação natural e as propriedades 6, 10, e 15 apresentam 70% da área que deveria ser destinada à RL com vegetação.

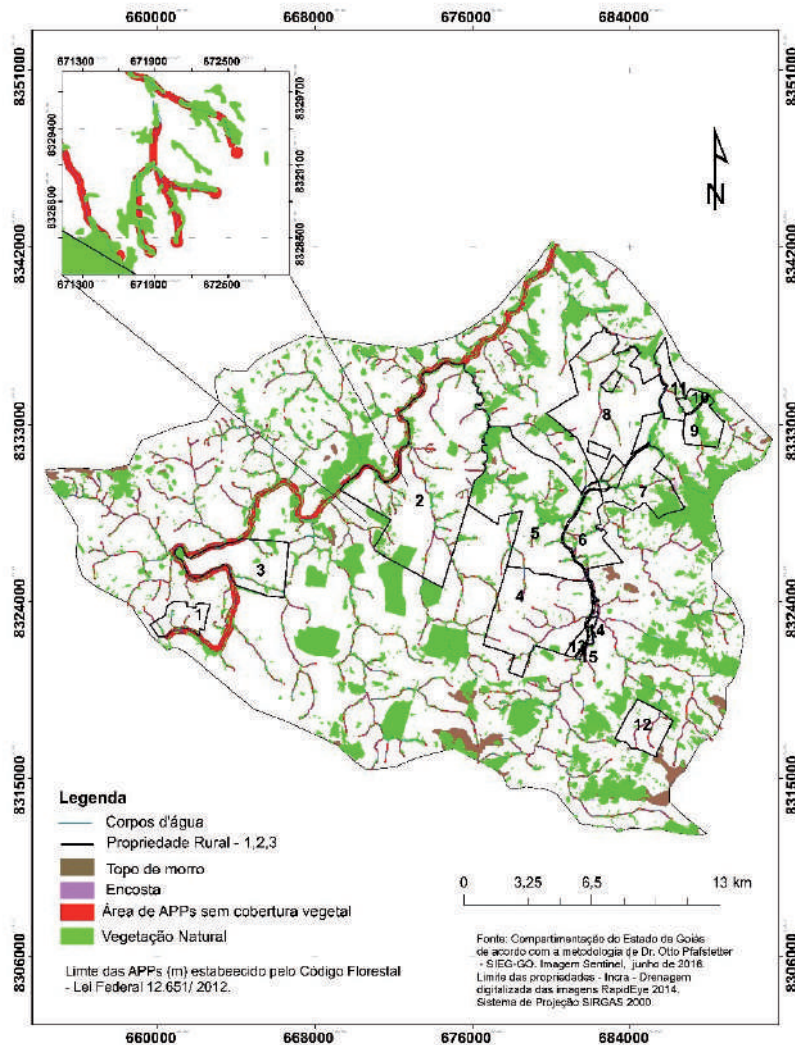
No Quadro 2 tem-se os dados sobre as áreas das APPs hídricas delimitadas nas 15 propriedades rurais que correspondem a uma área de 980,66 ha de acordo com o que foi estabelecido pelo Código Florestal. Desse total, apenas 449,60 ha apresentam cobertura vegetal, ou seja, 46%. Os outros 54% estão em desacordo com o Código Florestal e se concentram nas grandes propriedades rurais com 491,76 ha (92,59%) de área de APPs sem cobertura vegetal. As médias e pequenas propriedades representam pouco mais de 7% da área com déficit de APPs.

**Quadro 2 |** Áreas delimitadas das APPs nas propriedades rurais e APPs sem cobertura vegetal – região hidrográfica do Rio das Almas – microrregião de Ceres (GO)

Propriedade	Área de APPs Hidricas				Área de APPs sem cobertura vegetal	
	Código Florestal, Lei Federal 12.651 de 2012				2016	
	30	50	100	Total	(ha)	(%)
1	17,58	1,53	39,82	58,93	40,96	69,5
2	205,46	73,7	12,08	300,24	161,99	53,95
3	29,03	0,76	79,62	109,41	71,41	65,26
4	84,72	7,78		92,5	76,54	82,74
5	93,79	78,59		172,38	51,04	29,6
6	11,96	28,33		40,29	14,15	35,12
7	29,26	0,75		30,01	7,44	24,79
8	92,43	4,58		97,01	60,52	62,38
9	12,56			12,56	2,05	16,32
10	10,65			10,65	1,56	14,64
11	11,37	0,75		12,12	6,15	50,74
12	26,41	1,55		21,96	26,62	95,2
13	2,02			2,02	1,56	77,22
14	1,93	7,67		9,6	6,78	70,62
15	4,98			4,98	2,29	45,98
Total	634,15	205,99	140,52	980,66	531,06	54,15

Fonte: Elaborado pela autora (2018).

Cabe mencionar que para as áreas rurais com uso consolidado, as faixas de restauração das APPs, segundo o Código Florestal, deverão ser de 5 metros a partir da borda da calha do leito, nas propriedades rurais com até 1 módulo fiscal. Nas propriedades entre 1 e 2 módulos fiscais, a restauração deverá ser de 8 metros, já nas propriedades de 2 a 4 módulos fiscais, deverá ser de 15 metros. Para os módulos superiores, a recomposição deverá ser de 20 a 100 metros.



**Figura 2 |** Mapa de Vegetação (2016) com as APPs e limite das propriedades da Região Hidrográfica do Rio das Almas – microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborada pela autora (2018).

### 3.1 DISCUSSÃO

Na Região Hidrográfica do Rio das Almas, área de estudo, das 15 propriedades analisadas, 4 encontram-se com excedentes de vegetação natural e 11 com passivos (déficits) de requisitos de Reserva Legal (RLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) de acordo com a legislação em vigor. Resultados semelhantes foram encontrados em Azevedo et al. (2015), que analisaram 9.113 propriedades rurais na porção amazônica de Mato Grosso para verificar o grau de não conformidade dos produtores com o Código Florestal. Constataram que quase 70% das propriedades rurais não estão em conformidade com o Código Florestal.

Nos estudos realizados por Soares et al. (2011) na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu, município de Viçosa, MG, os resultados indicaram que, dos 292 imóveis avaliados, apenas 41 (14%) possuem cobertura vegetal acima de 20%, estando aptos a atenderem à legislação ambiental no que se refere à Reserva Legal.

É importante registrar que as propriedades que possuem excedentes de RL poderão comercializá-las em Cotas de Reserva Ambiental (Crea) entre os produtores que necessitam recuperar a RL de sua



propriedade, desde que circunscritas no mesmo bioma (art. 48, BRASIL, 2012). No entanto, apenas os proprietários com mais de quatro módulos poderão celebrar os contratos de servidão ambiental. A servidão ambiental trata da renúncia voluntária do proprietário rural ao direito de uso, exploração ou supressão dos recursos naturais existentes em sua propriedade.

Na análise temporal 2008 e 2016 da Cobertura Vegetal na Região Hidrográfica do Rio das Almas – Foz Rio S. Patrício / Rio do Peixe – na microrregião de Ceres (GO), verificou-se que o desmatamento ocorreu antes de 2008 e, portanto, as propriedades rurais analisadas se enquadram na anistia propiciada pela Lei 12.651/2012. Silva et al. (2014) e Sparovek et al. (2011, 2012) mostraram que os mecanismos da referida lei reduziram os passivos de APPs e RLs em todos os biomas e regiões do Brasil. Foram dispensados da necessidade de restauração 41 milhões de hectares, sendo 36,5 milhões de RLs e 4,5 milhões de APPs (GUIDOTTI et al., 2017).

Ressaltaram, ainda, que não se pode abrir mão dos serviços ambientais que poderiam ser produzidos por 4,5 milhões de hectares de APPs e que essas áreas deveriam ser restauradas especialmente para a proteção dos recursos hídricos e os múltiplos usos de suas águas. Em um contexto de mudanças climáticas, a recuperação dessas áreas deve ser priorizada e incentivada.

Brancolin et al. (2016) consideram que a regularização das atividades nas Áreas de Preservação Permanente sem a necessidade de recuperação total da vegetação nativa pode comprometer a proteção do solo e dos mananciais, a conservação da biodiversidade e a produção agropecuária. Essa redução na largura das faixas a serem recuperadas ao longo das APPs hídricas de 5 a 100 metros, dependendo do tamanho da propriedade, nas áreas rurais consolidadas, é um dos retrocessos da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN). No caso das RLs, avaliam que a compensação da eliminação da vegetação nativa em terras do mesmo bioma, localizada em uma microbacia hidrográfica que pode estar até mesmo em outro estado, desconsidera os critérios ambientais vinculados à função das RLs.

Os biomas que apresentaram a maior anistia relativa das APPs foram Cerrado, Caatinga e o Pampa. Em termos de área total, o perdão de 390 mil ha de APPs hídricas na Amazônia supera o montante anistiado no Pampa (GUIDOTTI et al., 2017). Nunes et al. (2014) e Silva et al. (2018) destacaram o prejuízo com a perda de áreas na Amazônia, sobretudo as ripárias, consolidadas para uso econômico pela atual lei florestal.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção da metodologia baseada em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) mostrou-se eficiente, uma vez que permitiu gerar informações sobre as APPs e RLs nas propriedades rurais da Região Hidrográfica do Rio das Almas.

As análises das imagens de satélite revelaram que os desmatamentos ocorreram antes de julho de 2008 e que no período analisado entre 2008 e 2016 não houve mudanças significativas na vegetação nas 15 propriedades rurais. Também possibilitaram identificar e quantificar as áreas indevidamente ocupadas, como, também, com uso consolidado.

A utilização das imagens de satélite, principalmente no que se refere aos padrões de cobertura, é fundamental, uma vez que pode subsidiar a fiscalização para impedir que as novas áreas protegidas sejam ocupadas e degradadas.

E, finalmente, espera-se que esta pesquisa possa colaborar para a realização de outros estudos que visam subsidiar os órgãos ambientais com informações, como também para orientar e estimular a participação ativa dos proprietários rurais na restauração e preservação das APPs e RLs.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (Procad) entre a Unesp, UnB e UniEVANGÉLICA a partir do Projeto intitulado “Novas fronteiras no Oeste: relação entre sociedade e natureza na Microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)” – Processo nº 2.980/2014.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. A.; STABILE, M. C. C.; REIS, T. N. P. Commodity production in Brazil: combining zero deforestation and zero illegality. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 3, n. 1, p. 12, 2015.

BARBALHO, M. G. da S. **Avaliar os efeitos do desmatamento nos solos e nos recursos hídricos na bacia do Rio das Almas, microrregião de Ceres (GO)**. Relatório de Pós-Doutorado – Procad/Capes, Universidade de Brasília, 2017.

BARBALHO, M. G. da S.; SILVA, S. D.; DELLA GIUSTINA, C. C. Avaliação temporal do perfil da vegetação da microrregião de Ceres através do uso de métricas de paisagem. **Boletim Goiano de Geografia**, 2015.

BECKER, C.; OSTERMAN, J.; PAHL, M. Automatic quality assessment of gis data base an object coherence. In: **Proceedings of the 4th Geobia**. Rio de Janeiro [s/n], 2012.

BLASCHKE, T. et al. Geographic Object-Based Image Analysis – Towards a new paradigm. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 87, p.180-1091, 2014.

BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores, métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

BRANCOLION, P. H. S. et al. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza e Conservação**, v. 14, p. e1-e16, 2016.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o Novo Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 12 jan. 2018.

CARDOSO, M. R. D. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40-55, jan./mar. 2014.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. **Relatório de avaliação trienal da área de ciências ambientais**. Brasília: Capes, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FAISSOL, S. **O “Matogrosso de Goiás”**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1952.

FERREIRA, L. C. G.; DEUS, J. B. O uso do território e as redes na microrregião de Ceres (GO): o caso das agroindústrias sucroalcooleiras. **B. Goiano de Geogr.** Goiânia, v. 30, n. 2, p. 67-80, jul./dez. 2010.

GONÇALVES, J. S. A evolução da proteção da Reserva Florestal Legal no Brasil e a segurança jurídica. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 8, n. 1. p. 237-264, 2018.

GUIDOTTI, V. et al. Código Florestal: contribuições para a regulamentação dos programas de regularização ambiental (PRA). **Sustentabilidade em Debate**, set. de 2016.

GUIDOTTI, V. et al. Números detalhados do novo Código Florestal e suas implicações para os PRAs. **Sustentabilidade em Debate**, n. 5, 2017.

HOTT, M. C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. **Método para a determinação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morros para o estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapas de Geologia, Geomorfologia e Solos na escala 1:250.000**, Rio de Janeiro, 2013.

INSTITUTO MAURO BORGES. **Estatísticas Georreferenciadas – BDE-Goiás**. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br>>

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

MACHADO, R. B. et al. **Estimativas de perda de área do Cerrado brasileiro**. Relatório Técnico. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2008.

NUNES, S. S. et al. **A 22 year assessment of deforestation and restoration in riparian forests in the eastern Brazilian Amazon**. Environmental Conservation, Lancaster, v. 42, n. 3, p. 193-203, 2014.

RIBEIRO, C. A. A. S. et al. Valoração das Áreas de Preservação Permanente na Bacia do Rio Alegre-ES. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 63-72, 2010.

SANO, E. E. et al. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado**. Pesq. Agropec. Bras. Jan 2008, v. 43, n. 1, p.153-156.

SILVA, S. D.; BARBALHO, M. G. da S.; FRANCO, J. L. de A. **Expansão sucroalcooleira e a devastação ambiental nas matas do São Patrício, microrregião de Ceres, GO**. Histórias, Histórias. Brasília, v. 1 n. 1, 2013.

SILVA, J. S. da; RANIERI, V. E. L. O mecanismo de compensação de Reserva Legal e suas implicações econômicas e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 115-132, 2014.

SILVA, N. M. et al. The negative influences of the new brazilian forest code on the Conservation of riparian forests. **European Journal of Ecology**, Varsóvia, v. 3, n. 2, p. 116-122, 2018.

SOARES, V. P. S. et al. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e dos fragmentos 555 florestais naturais como subsídio à averbação de Reserva Legal em imóveis rurais. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 555-561, out./dez. 2011.

SOARES FILHO, B. et al. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, Apr. 25, 2014. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/310599766\\_Cracking\\_Brazil's\\_Forest\\_Code](https://www.researchgate.net/publication/310599766_Cracking_Brazil's_Forest_Code)>.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos – Cebrap**, v. 89, n. 89, p. 111-135, 2011.

SPAROVEK, G. et al. The revision of the brazilian forest act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science and Policy**, v. 16, p. 65-72, 2012.

STRASSBURG, B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado Hotspot. **Nature Ecology e Evolution**, v. 1, n. 99, 2017.

# Inorganic solid wastes from agrosilvopastoral sector in Ceres, Goiás, Brazil

*Resíduos sólidos inorgânicos do setor agrossilvopastoril em Ceres, Goiás, Brasil*

Ana Paula Veloso de Assis Sousa<sup>a</sup>

Renato Rosseto<sup>b</sup>

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti<sup>c</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>d</sup>

Lucimar Pinheiro Rosseto<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Laboratório de Pesquisa em Biodiversidade (LaPeBio), Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: anapaulavsousa@hotmail.com

<sup>b</sup>Universidade Estadual de Goiás, campus de Ciências Exatas e Tecnológicas Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: renato.rosseto@ueg.br

<sup>c</sup>Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: izabel.zaneti@yahoo.com

<sup>d</sup>Laboratório de Pesquisa em Biodiversidade (LaPeBio), Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, Brasil; Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil  
E-mail: josana.peixoto@unievangelica.edu.br

<sup>e</sup>Laboratório de Pesquisa em Biodiversidade (LaPeBio), Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA, Anápolis GO, Brasil  
E-mail: lucimar.pinheiro@yahoo.com.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23868

Received: 31/03/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE-DOSSIER

## ABSTRACT

This study aimed to verify the application of available legislation about to the production, quantity and appropriate disposal of inorganic solid wastes from agrosilvopastoral activities in Ceres/GO. The research had a descriptive character, with bibliographic, documentary and field research methods, based on quali-quantitative approaches, and the gathering of primary and secondary data. The data were

extracted from official records and websites, including information of public and private institutions, and sourced by professional entities and associations responsible for collection, sorting, recycling and final disposal of solid wastes. On the basis of the obtained information, although Ceres/GO city has a small rural population, it was considered as good study model. The efforts and experiences carried out in Brazil and different countries gives us insights to understand and propose solutions related to the waste management from agrosilvopastoral system in Ceres/GO, which may be expanded into other Brazilian cities.

Keywords: Forest Code. Preservation Areas. Deforestation.

## RESUMO

*Este estudo teve como objetivo verificar a aplicação da legislação disponível, quanto à produção, quantidade e disposição adequada de resíduos sólidos inorgânicos de atividades agrossilvipastoris em Ceres/GO. A pesquisa teve caráter descritivo, com métodos de pesquisa bibliográfica, documental e de campo, com base em abordagens quali-quantitativas e coleta de dados primários e secundários. Os dados foram extraídos de registros e sítios oficiais, incluindo informações de instituições públicas e privadas, e obtidos por entidades e associações profissionais responsáveis pela coleta, triagem, reciclagem e disposição final de resíduos sólidos. Baseado nas informações obtidas, a cidade de Ceres/GO, embora tenha uma pequena população rural, foi considerada um bom modelo de estudo. Os esforços e experiências realizados no Brasil e em diferentes países fornecem subsídios para entender e propor soluções relacionadas à gestão de resíduos do sistema agrossilvipastoril de Ceres/GO, que podem ser expandidas para outras cidades brasileiras.*

*Palavras-Chave: Atividades agroflorestais. Gestão de resíduos. Política nacional de resíduos sólidos. Vale do São Patrício.*

## 1 INTRODUCTION

The agrosilvopastoral activities are considered to be one of the oldest of in the entire planet and for this they are responsible for feeding both people and animals. But, just like urban activities, the agrosilvopastoral activities also generate solid waste and pollution. In order to fulfill their goal, these activities are increasingly making use of new technologies in an attempt to generate more productivity and correct soils for certain crops or pastures through the use of chemicals, pesticides or fertilizers. As a result, soil impoverishment occurs due to loss of biodiversity, excess of harmful chemicals to soil and water, which also changes the food chain of animals (DUDLEY et al., 2017; BRÜHL e ZALLER, 2019).

The use of chemicals, pesticides and fertilizers has been generating debates about the effects of their use, both on nature and especially on humans. In the work entitled *Challenges Of Family Farmers In The Cruzeiro Dos Martírios And Paulista Rural Communities*, Silva e Mendes (2012) conduct a data collection on the disposal of solid waste in these communities, from the municipality of Catalão/GO, and about its effects on small farmers, as did by Godecke e Toledo (2015) in the research entitled: *Reverse Logistics of pesticide packaging: a case study of Pelotas/RS*. Although Brazil is a country where the agricultural economy predominates, studies that address the collection and disposal of inorganic solid waste (ISW) from these activities are still in the embryonic phase, with few articles published.

The Federal Constitution of 1988, in its Articles 184 to 191, deals with the Brazilian agricultural policy, regulated by Law No. 8.171/1999, which provides for the fulfillment of social function from rural properties, which implies its rational and appropriate use, that its, the proper use of available natural resources, the preservation of the environment, and also the compliance with labor legislation and exploitation aiming at the well-being of the owners and workers (BRAZIL, 1988). Agrosilvopastoral activities and agricultural soil are still supported and regulated by Law No. 12,651 / 2012 of the new Forest Code (BRAZIL, 2012).



Law no. 12,305/2010 regarding the National Solid Waste Policy (PNRS) seeks to minimize the impact of waste both on the health of living beings and on the environment. In its article 13, item I, letter "i", this Law classifies as agrosilvopastoral residues those that are generated in agricultural and silvicultural activities, as well as those related to the inputs used in these processes. Such residues are divided into organic and inorganic, the latter being basically composed of pesticide packaging, fertilizers, veterinary pharmaceutical inputs, and other rural household solid waste (BRAZIL, 2010).

From these mentioned products, only pesticide packaging, its components and the like, have specific disposals established by Law No. 7802/1989, regulated by Decree no. 4.070, of January 4, 2002 (BRAZIL, 2002). This led to more satisfactory results regarding joint liability between the manufacturer, trader and farmer, according to data collected from the National Institute for Processing Empty Packages (inpEV, 2018).

In this sense, this article verifies the application of the available legislation and the understanding of the rural population of Ceres/GO regarding the management and responsibility for the ISW that is produced. Ceres is an inland city located in the state of Goiás where the rural population is mostly made up of small producers, and today it represents less than 5% of the total population of the municipality, as in most of the country (IBGE, 2010).

## 2 METHODOLOGY AND STUDY AREA

**Type of study:** we refer to a descriptive research, with bibliographic, documentary and field research methods, qualitative and quantitative approach and primary and secondary data collection.

**Bibliographic and documentary research:** The databases used in this study were: a) Official data and technical reports from the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), Ministry of the Environment (MMA), Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Funding Officer for Studies and Projects (FINEP), b) Documents published annually by the Brazilian Association of Public Cleaning and Special Waste Companies (ABRELPE); c) Non-profit entities such as the National Institute for Processing Empty Packages (inpEV), National Association for Fertilizer Diffusion (ANDA), National Union of Products for Animal Health Industry (SINDAN); d) Solid waste management plans and reports from municipalities, states and the Union.

Data collection was obtained through the analysis of the documents presented by the Secretariat of Environment of the municipality of Ceres/GO, as well as the Rural Management of Ceres/GO and the Municipal Council of Sustainable Rural Development in order to identify the amount, type, the form of disposal, and other information related to the management of agrosilvopastoral solid waste.

**Field research:** The field research was conducted in 2016 at the inorganic solid waste management company ARIARCER (Ceres Regional Agricultural Input Resellers Association) and also with farmers and traders of agroforestry products located in Ceres/GO.

The instrument used for data collection was a semi-structured interview, having as population the owners of the rural area of Ceres/GO. In total, 86 farmers were interviewed directly on their properties. To calculate the number of rural properties to be searched, the following formula was used:

$$n = N \cdot z^2 \cdot p \cdot (1-p) / z^2 \cdot p \cdot (1-p) + e^2 \cdot (N-1)$$

Here, **n** represents the calculated sample, while **N** represents the population, whereas **z** was the standardized normal variable associated with the confidence level, and **p** constitutes the true probability of the event as well as the sampling error (HOLFFMANN, 2002). For a number of 565 rural properties with 95% confidence and 10% sampling error, a sample of 86 rural properties was obtained.

This field research was also carried out with traders of agricultural and veterinary products in the municipality of Ceres. Six agricultural and veterinary trade companies were selected to participate in this study. For data collection, we also used a semi-structured interview applied to managers of companies that work with products used in agrosilvopastoral activities.

The interviews were conducted following all ethical procedures. All participants read and signed the Informed Consent Form, which contains the description of the study objectives, risks, benefits and also regarding the confidentiality of responses.

**Analysis and interpretation of results:** The information was treated from a qualitative perspective, through an exploratory analysis and followed the categorization criteria (BARDIN, 2011). Issues related to economic activity, inputs used in rural properties, collection and disposal of ISW packaging and the participation of public authorities in the collection and awareness of the disposal of these wastes were the categories of analysis used to interview the 86 rural landowners in Ceres/GO. For the traders of agricultural and veterinary products in the city of Ceres/GO, the categories analyzed were: the health and work process, the representation of the risk to health and the environment, as well as verifying the destination of the RSI from these products.

**Study Area:** Ceres is located 173km from the capital of the state of Goiás, which is Goiânia, and is also 293km from the Federal District, in the Center of Goiás Mesoregion, which also include Anápolis, Anicuns, Goiânia and Iporá (Figure 1). The Microregion of Ceres is limited to the municipalities of Carmo do Rio Verde, Ipiranga de Goiás, Rialma and Rubiataba. In order to foster sustainable rural development, the territory of the São Patrício Valley was created in 2006 in which Ceres is located today.

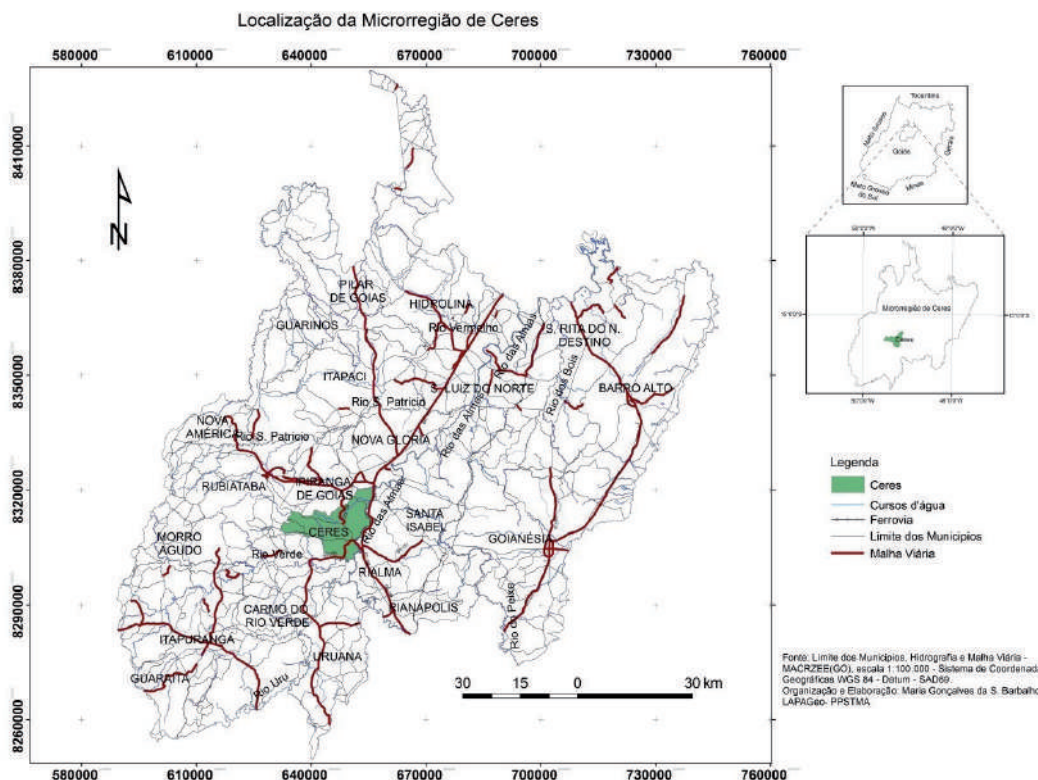


Figure 1 | Geographic localization of the municipality of Ceres, Goiás, Brazil.

Source: Barbalho (2019).

Ceres has Aw-type climate - warm and semi-humid - according to the Koeppen classification, with two well defined seasons: the rainy season in the period spanning from November to April, also including a hot rainy summer, with the dry season which runs from May to October. The municipality is located in

the Morphostructural Domain III: Neoproterozoic Mobile Belts from Central Brazil, Ceres Intermontane Depression. The terrain is wavy, formed by elevations and hills, with emphasis on the Serra da União, Javaés, Taboca and Fartura, and also has declivities with values above 12% (CERES, 2013).

Inserted in the Cerrado Biome, in the region where Ceres is located, prevails a vegetation of Seasonal Semideciduous Forest and only part Deciduous with the predominance of dry gallery forest. It also has 15% of the native forests found where the relief is most pronounced, and they are located in the region of the Barro Alto Ultrabasic Basic Complex. Due to the Vulcano-sedimentary structure, the municipality's soil is of the typical Eutroferric Red Nitosol type with a very clayey texture (CERES, 2013).

### **3 RESULTS AND DISCUSSION**

#### **3.1 MANAGEMENT OF INORGANIC SOLID WASTE (ISW) CARRIED OUT BY AGROSILVOPASTORAL TRADERS IN THE CERES REGION/GO**

The city that was born of an agricultural colony and was also named after the Greek goddess Ceres, its aptitude for agriculture did not survive the lack of public policies aimed at the small and medium producer. The municipality now has almost 96% of its population in the urban area (PERS/GO, 2017), which is a characteristic of most cities in Brazil (IBGE, 2010). The municipality of Ceres is divided into 8 microregions: Córrego do Alegrete, Córrego Fundo, Córrego do Palmital, Córrego da Fartura, Córrego Bom Sucesso/Poço, Córrego da Gameleira, Airport and Córrego do Sapé (CERES, 2013). In these microregions are distributed the 955 inhabitants of rural Ceres, according to data from the Rural Development Management in 2013, predominating people aged over 61 years and incomplete elementary school (52%).

In addition, this population is also distributed over 565 rural properties. Most of these properties have a size of up to 6 bushels, predominantly in poultry and cattle raising (CERES, 2013).

In this study, field research was carried out at the sites that create, manage, process, supervise and dispose of ISW that comes from agrosilvopastoral activities in Ceres/GO.

Regarding the case of traders of agricultural and veterinary inputs from the municipality of Ceres/GO who were surveyed, a semi-structured interview was used as a data collection instrument. For this interview, three categories of analysis were grouped, which were based on questions related to the health and work process, the representation of the risk to workers' health and the environment, and to verify the destination of the ISW from these products. Among the six companies, only one has the permission of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) to market pesticides, and, that same company also sells fertilizers and veterinary products. The others sell only fertilizers and veterinary products.

Regarding the health and work process, it was observed that the traders of agricultural and veterinary inputs from the municipality of Ceres/GO are aware of the need for control and disposal of the ISW, and they attribute the low collection of these residues to the lack of control by both the responsible by the production chain, as to the lack of supervision; It was also possible to verify that agrosilvopastoral products are indicated by agronomists through prescriptions, but the applications of the products are at the discretion of rural producers.

Now, regarding the health risk to workers and to the environment, all related traders, during an interview, advise farmers on the correct application of marketed products and on the need to use appropriate safety equipment. However, they stated that most farmers do not wear personal protective equipment (PPE) exhibit the following symptoms: headache, dizziness, itching, blurred vision, tremors, sadness, tiredness, stomach ache, and burning in skin, eyes and nose.

Regulatory Standard No. 31 (NR 31), issued by the Ministry of Labor and Employment, establishes the requirement for training and use of PPE by rural workers. It aims to establish the precepts to be observed in the workplace, the planning and development of agriculture, livestock, forestry and aquaculture activities with safety and health and the work environment (MET, 2018). As a consequence of non-compliance with NR 31, studies related to pesticide poisoning in rural workers can be found (MONQUERO, INÁCIO and SILVA, 2009; KLEIN et. Al., 2018).

Regarding the provision of the ISW, traders advise consumers on the need for treatment and return of pesticide packaging, in addition to inform that there is a deposit to receive them in Ceres/GO, called ARIARCER (Ceres Regional Agricultural Input Resellers Association). ARIARCER manages both the amount of sales of pesticides and fertilizers, as well as the effective return of packaging that will be made by the farmer upon presentation of the invoice. Every three months, on average, empty packages are placed in larger packages called big bags and upon request to inpEV, which issues the inpEV Collection Order (OCI), releasing the freight, the packages are forwarded to Goianésia/GO receiving center that forwards them to inpEV, finally going to their last destination, directing them for recycling or incineration (inpEV, 2018).

During the technical visit, it was found that ARIARCER complies with the requirements of Resolution No. 465/2014 of the National Environmental Council (CONAMA, 2014), which provides for the minimum technical requirements and criteria necessary for the environmental licensing of establishments destined to receive pesticide and similar packaging, the ones that are empty or containing waste. The criteria are met both in its structure, as in identification with signposts warning about risks and about restricted access only to authorized persons. Right at the entrance of the post there is an office which clearly shows the operating permits issued by the Fire Department, Agrodefense, City Hall of Ceres/GO, plus the name of the current agronomist in charge. In a building separate from the office there is the warehouse that receives the packaging in a dry, closed, but airy environment, far from watercourses and the urban center, and is installed at the industrial sector of Ceres/GO.

It was confirmed in loco that employees make use of PPE, indispensable tools for handling and storage of packaging at ARIARCER. Before receiving the packages, the worker in charge checks that they match the invoice presented by the landowner, and also certify if they have lids and if the triple wash was performed (rinsing of washable pesticide packaging). It was also verified that when receiving the packages, the employee classifies and separates them, noting in the delivery report the amount of clean plastic packaging, the ones that were contaminated, the metallic ones, the flexible ones and others such as cardboard-made ones.

We could not get access to official data on the use and consumption of pesticides in Ceres/GO, given that trade, at the single authorized shop in the city, is offered for the whole region of the Vale do São Patrício. Therefore, it was not possible to verify the amount of pesticides, as well as the amount of other agrosilvopastoral inputs consumed in Ceres/GO.

### 3.2 ISW MANAGEMENT PERFORMED BY THE RURAL PRODUCERS OF CERES/GO

The script that was used for the semi-structured interview was based on questions related to the economic activity carried out in the region, the inputs used on rural properties, the collection and disposal of ISW packaging and the participation of the government in both collecting and raising awareness about the region. the disposal of these wastes together with the rural community of Ceres/GO.

When asked which agricultural inputs are most consumed on their farms, farmers stated that because they carry out more than one productive activity, they make use of various inputs such as: pesticides, fertilizers and veterinary drugs. Thus it was found that 90.6% (78) rural producers use pesticides; 91.8% (79) use fertilizers and fertilizers; 88.3% (76) use veterinary pharmaceutical products and 15.1% (13) rural producers, usually those who have vegetable production as their economic source, use organic fertilizers such as cattle manure and sugarcane bagasse.



Farmers were also asked about the disposal of pesticide packaging, and it was found that the manner in which the packaging was disposed of, depended on how the product was purchased in the first place. For example, farmers who purchase the pesticide without the invoice (6%) often end up buying small portions from those who bought in larger quantities, despite doing the triple washing of the pesticide packaging, they still keep them on their properties because the returning process must occur through proof of sale, so they use more than one form of disposal. Of those who were interviewed, 28.2% (22) do the triple washing of pesticide packages and forward them to the warehouse managed by ARIARCER; 10.3% (8) do the triple washing of pesticide packages, but do not properly dispose of them and keep them on the property; 61.5% (48) of landowners reported that packages are incinerated or thrown into ditches.

Even counting on a reception station for pesticide packaging in Ceres, it can be seen that 71.8% of the farmers surveyed do not provide the correct destination for the packages. One of the reasons to be considered is the lack of knowledge and awareness about the environmental damage caused by the improper disposal of agrosilvopastoral solid waste. Of those interviewed in Ceres, 89.5% answered that they did not participate in debates, lectures or courses that deals with the importance of proper disposal of agrosilvopastoral solid waste and the responsibility of the rural producer.

Comparatively, in a research that was conducted in Rio Grande do Sul, it was found that there is no regulation able to monitor the sale of these products on the Internet and through unregistered merchants. Thus, notably 5% of the packages of the marketed product do not reach the inpEV receiving center (GODECK and TOLEDO, 2015). This amount is similar to the number obtained in Ceres/GO.

Schmidt and Godinho (2006) encountered technical difficulties faced by farmers in an agricultural cooperative in the countryside of São Paulo, including the disposal of pesticide packaging. In Catalão/GO it was found that among the farmers of Cruzeiro dos Martírios and Paulista communities, the percentage of 69.7% opted for burning and 17.8% burned and buried the waste, while the rest was abandoned or deposited in holes. (SILVA and MENDES, 2012).

In order to comply with what was determined by Law no.12.305/2010, Ceres hosts (and is a member of) the Inter-municipal Development Consortium of the São Patrício Region (CIDERSP) which prepared the Inter-municipal Plan for Integrated Solid Waste Management in 2013 (CIDERSP, 2013). Under this plan, health care waste must be incinerated by INDCON AMBIENTAL, which treats and disposes of industrial and hospital waste, and is hired by health care providers, not including veterinary health services for which there is no specific collection estimation.

Concerning pesticide packaging, the Intermunicipal Plan for Integrated Solid Waste Management provides that it will be collected by farmers and transported to ARIARCER, which will forward such waste to the Goiás Agricultural Input Distributors Association – ADIAGO, in Morrinhos, which, in turn, will carry out the packaging pressing process for later proper disposal of waste (CIDERSP, 2013).

Thus, it was possible to observe, in this research, the existence of several solid residues in rural areas, both from agrosilvopastoral activities and from domestic activities. Regarding the packaging of pesticides, it could be seen that the rural producer already has knowledge of the need for triple washing and return of packaging, due to reverse logistics, but this professional is not yet aware of his responsibility in the reverse logistics chain.

The landowners from Ceres/GO reuse the vast majority of fertilizer packaging to bag manure, sawdust and other waste. These packages are also used to bag maize or other grains that are produced, and in this case most farmers use them for more than one function: 34.1% (27) of those using fertilizer donate fertilizer packaging for recycling; 60.4% (52) reuse fertilizer packaging for bagging manure, sawdust and stones; 66.2% (57) reuse fertilizer packaging to bag grain such as maize; 72% (62) of landowners burn fertilizer containers. These characteristics are also observed in other Brazilian locations (IPEA, 2013).



It appears that farmers are completely unaware of the implications of improper disposal, and without any technical guidance, they give these packages the destination that suits them best. Usually, when farmers do not reuse them, they are burned. The fact that there is no specific legislation for fertilizer packaging, which is not even included in the hazardous waste list, allows the farmer to dispose of it in a similar way to any other packaging generated by his activities.

Among the 86 farmers interviewed, 76 confirmed to use veterinary products. This information, when confronted with data on the activities practiced by farmers, becomes incongruent, given that 80 of the interviewed declared to practice agriculture and among them, 30 also practice poultry farming. From the analysis of these numbers it is clear that probably more people are using veterinary products or animal health is not getting proper attention.

Now, regarding the destination of the packaging of veterinary pharmaceutical products, it has been found that, just as they do with the packaging of pesticides and fertilizers, farmers also use more than one mode of disposal for these wastes. From a total of 76 farmers who said they used veterinary pharmaceutical products, 13.9% (12) said they returned the packaging in which they purchased the product. When they are unable to return them, so that they do not remain in the properties, they dispose of them in containers that are left in the city and are later sent to the dump ground. However, the Ceres/GO landfill is still under implementation (CIDERSP, 2013); Nevertheless, 76.7% (66) of rural producers discard packaging into ditches; 73.2% (63) burn this waste and 12.7% (11) of farmers said they simply discard packaging in the wild.

It is then observed that the packaging of veterinary products is not properly disposed of. Only twelve (12) landowners said they returned the packaging, the other ones discarded or burned them along with the household waste on their properties, some still dispose of them in the open nature. It is important to note that there is no application of reverse logistics to the packaging of veterinary pharmaceutical products, and the legislation regarding human pharmaceuticals does not even apply to these residues.

During 2018, the animal health products market moved R \$ 5.95 billion, which reflects a growth close to 10% compared to 2017 (SINDAN, 2018). By way of example, cattle raising, with a herd of approximately 215 million head (ABIEC, 2019), handled over 53% of this trade with antiparasitic, vaccines, antimicrobials and others (SINDAN 2018), thus making it clear that ISW produced through the use of veterinary drugs is not negligible.

It is important to note the different ways responsible for treating human drugs and veterinary drugs. Although both are considered hazardous waste, the manner of disposal and the relevant legislation, as well as the supervision, are completely differentiated, especially regarding the use of veterinary drugs in rural areas, which are handled by the farmer himself.

Among the veterinary pharmaceutical products there are also those whose function is pesticides, which are composed from the same elements that produce the agrochemicals. But while pesticides are subject to analysis by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA), the National Health Surveillance Agency (ANVISA) and the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA), agrochemicals used as veterinary products are controlled by MAPA only.

The diligence given to ISWs originating from agrosilvopastoral activities in Ceres/GO resembles that of other municipalities in the state, as revealed in a survey for the elaboration of the Cachoeira Alta/GO Integrated Solid Waste Management Plan (PGIRS) in 2014. In this municipality, most landowners burn or bury the waste on their property. Those who dispose them for public collection take the waste in their own vehicles when they go to urban centers or deposit it directly in the dump (PGIRS/Cachoeira Alta, 2014).

The finding made by the PGIRS elaborators of Cachoeira Alta/GO regarding the waste produced in the rural area is the same as in Ceres/GO. Only a small number of farmers, notably those living near the

perimeter, dispose of the waste for public collection, the vast majority discarding waste and tailings on their open-pit properties, in ditches or burning them.

Transporting ISW in personal vehicles is not consistent with the Normative Instruction No. 17/2012 from the Goiás Environment Secretariat, which provides for licensing for the transportation of special and hazardous waste within the State. (Alta Waterfall, 2012).

The rural producers of Ceres/GO were also asked about the existence of environmental education regarding the collection and disposal of ISW packaging. It was found that there is no real concern on the part of the government, with the education and environmental awareness of the population of rural areas. In this study it was also possible to verify that farmers do not know how to properly dispose of waste and tailings produced on their properties. They demonstrated not having enough knowledge about their responsibilities for proper disposal of packaging, as 89.5% answered not having participated in debates, lectures or courses that dealt with this theme and 91% of them answered that there is no selective garbage collection, and the disposal is carried out indiscriminately on properties along with household or incinerated waste.

Landowners (95.3%) are responsible for waste and tailings collection and are not supported by the government, and they do not even have adequate vehicles to transport this waste. The responsibility for the preparation of the management plan, according to art. 20, b, V of Law No. 12,305/2010, is the rural owner who has no such clarification. Thus, it is necessary, also, the action of society and the public power, both in the availability of mechanisms that favor the collection, but also in the provision of environmental education services.

In this research it was possible to conclude that, despite the institutionalized lack of environmental education in Ceres/GO, farmers understand that the destination of ISW in their properties is not adequate. Of the total interviewed, 70.9% had the notion that the most ideal measure would be the collection of waste produced in rural areas. But due to lack of choice or knowledge about the proper disposal of waste and tailings, these producers do not perform the most environmentally correct management.

The municipality of Ceres/GO currently has a Selective Collection Program for Recyclable Materials that are sent to the Vale do São Patrício Waste Pickers' Cooperative (COTRESP). This program is in its initial phase of managing the activities developed. Although these services are only available to the urban area, not serving rural residents, it can be considered as one of the solutions and/or an environmentally viable alternative for packaging that cannot be reused by the rural producer (CERES, 2013).

This research faced some obstacles in view of the distrust of landowners, who were not comfortable answering the questions posed to them. In order to overcome this obstacle, it was necessary to have the help of an agronomist known to the landowners who accompanied the research and facilitated our contact with them.

### 3.3 ALTERNATIVES FOR IMPROVING INORGANIC SOLID WASTE (ISW) MANAGEMENT ACTIONS

The Ceres/GO Integrated Solid Waste Management Plan (PGIRS) has a description of ISW agrosilvopastoralis and is being implemented, although it does not provide any prediction for the management of this waste, something that led to the necessity to compare it with solid waste management plans from other cities in Brazil and the world.

The PGIRS of the municipality of Valinhos/SP does not address the residues from agrosilvopastoral activities, indicating only that such residues "are in charge of those responsible for the processes that generate them" (PGIRS/VALINHOS, 2018).

In Paulínia/SP, the PGIRS only gives a description of what agrosilvopastoral waste is and has its reception station for pesticide packaging in Valinhos/SP. Moreover, the municipality has a landfill managed by the company ESTRE Ambiental AS - Company for Sanitation and Waste Treatment (PMGRS/PAULÍNIA, 2015).

The warehouse built to collect pesticide residues from Mineiros/GO also receives vaccines and animal medicine packages that are almost entirely delivered to the warehouse of ARDEMI – Association of Mining Defensive Dealers (PGIRS/MINEIROS, 2013).

In Brazil, it is not new to import as management models those that are practiced in Europe and other countries, as it appears in a Technical Note to the Chamber of Deputies in Brasília/DF entitled “Solid Waste Legislation: Comparison of Law no. 12.305/2010 with the legislation of developed countries”, which brings experiences and the motto of the legislation coming from countries such as Germany, France, Spain, United States and Canada (JURAS, 2012).

In Germany, since 1994, the “Act for Promoting Closed Substance Cycle Waste Management and Ensuring Environmentally Compatible Waste Disposal” came into force, which has been responsible for extending the manufacturer’s responsibility throughout the entire life cycle of its product from the distribution until its elimination. From 2009, phytosanitary products began to be marketed after a rigorous analysis addressing their harmful effects on the environment and on living beings. In addition, most municipal authorities offer a small quantity collection service for these products (JURAS, 2005).

In Prince Edward Island, Canada, for pesticide packaging, the triple wash method is used, followed by devolution to the dealer, and manufacturers and middlemen have a collection and recycling program, since the burning of these packages is prohibited by law. Paper containers that cannot be recycled must be taken to a landfill that is regulated by the Department of Fisheries, Aquaculture and the Environment. Doubts about the use of pesticides or pesticides are resolved by the provincial regulators (CANADA, 2015).

On the other hand, Switzerland charges 35-liter bags at a cost of between 2 and 3 Swiss Francs (SFr). This encourages the population to separate recyclable waste from those that include biological treatment (composting), thereby reducing public spending on waste collection. The country also subsidizes solid waste management including selective waste collection costs for each product traded, which eventually turns into an early fee for product recycling. The costs generated by landfills are borne by their operator (MANNARINO, FERREIRA and GANDOLLA, 2016).

By looking at the experiences of other municipalities and countries, it is possible to realize that the policies regarding the collection of ISW in Ceres is still in its implementation phase. All residues from agrosilvopastoral activities are subject to the practices of the sectoral agreement on pesticide packaging, not reaching residues from veterinary drugs or fertilizers. The selective collection of ISW is not regionally comprehensive, nor is it performed from house to house. Besides that, the municipality has only one truck for selective collection. The distribution of collectors is carried out in some avenues and strategic locations to the population, which has not yet undergone through a significant change caused by environmental education.

Even with the obligation to deliver the pesticide packaging to the dealer, in Ceres, as in the rest of the country, there is no sanction for the consumer that fails to return it, which makes this act linked to the farmers’ environmental awareness, since, on being asked about their participation in debates or discussions regarding disposal of inorganic solid waste, 89.5% of respondents admitted that they did not participate.

Despite the problems faced by the collection and disposal of ISW arising from agrosilvopastoral activities in the city of Ceres, it is possible to apply the experiences from other municipalities, such as Valinhos/SP and Mineiros/SP, as well as the disposal systems coming from developed countries such as Germany and the USA, which have distinct solid waste management profiles.

However, we can see the advancement of Brazilian legislation pertaining to solid waste, including those arising from agrosilvopastoral activities. But the need for progress in this area was also evident. The satisfactory results from the application of Law no. 7,802/1989, based on data collected from inpEV, are due to a sectoral agreement that has been shown to be effective, as well as the implementation of some solid waste management plans, notably PGIRS, from the municipality of Valinhos/SP, which, in addition to providing for a farmer awareness and guidance program, also has a prediction regarding the collection of pesticide packaging and other inputs.

Thus, it is evident the possibility of the verified experiences to be used in the problems arising from the generation of ISW in the rural area of Ceres / GO and other Brazilian municipalities that resemble it. It is necessary not only to create laws, but to constantly monitor and implement means to finance the reduction, collection and recycling of ISW, incineration and proper disposal of waste that cannot be incinerated. And that these deliberations may be under the attention of one or more regulatory agencies, with the necessary powers to enforce laws, to regulate implementation and to enforce the compliance of reverse logistics management.

## 4 CONCLUSIONS

The National Policy on Environmental Education must reach the academic community and all social actors, whether through environmental institutions, governmental or not. Therefore, it is suggested that municipalities' rural managements implement inorganic solid waste management short courses for farmers. On the other hand, we are aware that it is not possible to require only small farmers to develop a management plan for their properties if they do not have adequate knowledge about PNRS.

Environmental Defense Agencies should encourage sectoral agreements between those responsible for the waste generation chain and determine the preparation and implementation of the reverse logistics plan for both fertilizer packaging and veterinary drugs.

Thus, environmental education should be the way to succeed in the intervention of society and the public power regarding the environment in rural areas, transforming the citizen in an active part of this chain, as occurs in international experiences. Therefore, it is necessary to have the interaction between the rural producer, the supplier, the public power and society in general. Without a solid alliance between these sectors, what will endure in the future is the permanence of the same difficulties that are faced today with regard to the disposal of solid waste.

## ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Research Support Foundation of Goiás State (FAPEG), the National Foundation for the Development of Private Higher Education (FUNADESP/UniEVANGÉLICA), and the Research and Scientific Production Scholarship Program (PROBIP/UEG and UniEVANGÉLICA) for the financial aid granted to us.

## REFERENCES

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. 2018. Perfil da pecuária no Brasil. Available online: <<http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>>. Accessed on: 10 out. 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Almedina, 6ª Ed., 2011.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Decreto Lei nº 4.070, de 04 de janeiro de 2002 que regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Available online: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4074.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm)>. Accessed on: 26 jul. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Available online: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Accessed on: 26 jul. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Available online: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Accessed on: 26 jul. 2019.

BRÜHL, C. A.; ZALLER, J. G. **Biodiversity decline as a consequence of an inappropriate environmental risk assessment of pesticides**. *Frontiers in Environmental Science*, v.7, article 177, 2019. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00177.

CANADA. **Training Materials for Pesticide Applicators**. Atlantic Canada Pesticide Applicator Training Manual Series. 2015. Available online: <<https://www.princeedwardisland.ca/en/search/site?keys=Applicator%20Core%20Training%20Manual&op=search&f%5B0%5D=type%3Apublication>>. Accessed on: 26 jul. 2019.

CERES. Plano de Desenvolvimento Rural de Ceres, período: 2013 a 2016. Gerência de Desenvolvimento Rural, 2013.

CIDERSP. Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento da Região São Patrício/GO. **Plano intermunicipal de gestão integrada de resíduos sólidos**, 2013. Available online: <<http://acessoainformacao.cidersp.go.gov.br/cidadao/legislacao/mp/id=7>>. Accessed on: 26 jul. 2019.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 465, de 08 de dezembro de 2014. Available online: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res14/Resol465.pdf>> Accessed on 26 jul. 2019.

DUDLEY, N.; ATTWOOD, S. J.; GOULSON, D.; JARVIS, D.; BHARUCHA, Z. P.; PRETTY, J. **How should conservationists respond to pesticides as a driver of biodiversity loss in agroecosystems?** *Biological Conservation*, v.209, p. 449-453, 2017.

GODECKE, M. V.; TOLEDO, E. R. M. S. **Logística reversa de embalagens de agrotóxicos: Estudo do caso de Pelotas/RS**. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, vol. 9, n. 4, p. 220-242, 2015.

HOLFFMANN, R. **Estatística para economistas**. São Paulo, SP: Editora Thomson Learning, 3ª Ed., 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010. Características da população e dos domicílios**. Available online: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd\\_2010\\_caracteristicas\\_populacao\\_domicilios.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf)>. Accessed on 25 de jul. 2019.

inpEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Relatório de sustentabilidade 2018**, 2018. Available online: <[https://www.inpev.org.br/Sistemas/Saiba-Mais/Relatorio/InPev\\_RA2018.pdf](https://www.inpev.org.br/Sistemas/Saiba-Mais/Relatorio/InPev_RA2018.pdf)>. Accessed on: 26 jul. 2019.

inpEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Sistema campo limpo em números**. 2018. Available online: <<https://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/em-numeros/>>. Accessed on: 26 jul. 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos sólidos do setor agrossilvopastoril, Resíduos Sólidos Inorgânicos**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2013. Available online: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7540>>. Accessed on: 26 jul. 2019.



JURAS, I. A. G. M. Legislação sobre resíduos sólidos: exemplos da Europa, Estados Unidos e Canadá. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. 2005. Available online: < <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/1043>>.

JURAS, I. A. G. M. Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. 2012. Available online: <[http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9268/legislacao\\_residuos\\_ilidia.pdf?sequence=4](http://bd.camara.gov.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/9268/legislacao_residuos_ilidia.pdf?sequence=4)>. Accessed on 26 jul. 2019.

KLEIN, B. N.; STADT, K. J.; MISSIO, R.; PERUZZI-HAMMAD, M.; ALMEIDA-ALVES, I. **Análise do impacto do uso de organofosforados e carbamatos em trabalhadores rurais de um município da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.** Acta Toxicológica Argentina, v. 26, n. 3, p. 104-112, 2018.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; GANDOLLA, M. **Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Europeia.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 21, n. 2, p. 379-385, 2016.

MET. Ministério do Trabalho e Emprego. 2018. Norma Regulamentadora NR-31: Segurança e saúde no trabalho e na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura. Available online: <[https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-31.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-31.pdf)>. Accessed on: 26 jul. 2019.

MONQUERO, P. A.; INÁCIO, E. M.; SILVA, A. C. **Levantamento de agrotóxicos e utilização de equipamento de proteção individual entre os agricultores da região de Araras.** Arquivos do Instituto Biológico, v. 76, n. 1, p. 135-139, 2009.

PERS/GO. Plano estadual de resíduos sólidos de Goiás. Available online: < [http://www.meioambiente.go.gov.br/arquivos/pers\\_versao\\_final\\_forum\\_de\\_residuos\\_solidos.pdf](http://www.meioambiente.go.gov.br/arquivos/pers_versao_final_forum_de_residuos_solidos.pdf)>. Accessed on: 26 jul. 2019.

PGIRS/CACHOEIRA ALTA. Plano de gestão integrada de resíduos sólidos de Cachoeira Alta/GO. 2014. Available online: < <http://www.prefeituradecachoeiraalta.go.gov.br/wp-content/uploads/2014/07/parte-1.pdf>>. Accessed on: 10 mar. 2019.

PGIRS/MINEIROS. Plano de gestão integrada de resíduos sólidos de Mineiros/GO. 2013. Available online: < [www.mineiros.go.gov.br](http://www.mineiros.go.gov.br)>. Accessed on: 10 mar. 2019.

PMGRS/PAULÍNIA. Plano municipal de gerenciamento de resíduos sólidos de Paulínia/SP. 2015. Available online: <<http://www.paulinia.sp.gov.br/downloads/seddema/PMGIRS.pdf>>. Accessed on: 26 jul. 2019.

PMGIRS/VALINHOS. Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos de Valinhos/SP. 2018. Available online: < [http://www.valinhos.sp.gov.br/sites/valinhos.sp.gov.br/files/comunicacao/pmgirs\\_2018.pdf](http://www.valinhos.sp.gov.br/sites/valinhos.sp.gov.br/files/comunicacao/pmgirs_2018.pdf)>. Accessed on 26 jul. 2019.

SCHIMIDT, M. L. G.; GODINHO, P. H. **Um breve estudo acerca do cotidiano do trabalho de produtores rurais: intoxicações por agrotóxico e subnotificação.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, v. 31, n.113, p. 27-40, 2006.

SILVA, J. M.; MENDES, E. P. P. **Desafio dos agricultores familiares nas comunidades rurais Cruzeiro dos Martírios e Paulistas, Catalão (GO).** Revista Formação Online, v. 2, n. 19, p. 32-50, 2012.

SINDAN. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Saúde Animal. 2018. **Estatísticas. Mercado Brasil 2018.** Available online: <<http://www.sindan.org.br/mercado-brasil-2018/>>. Accessed on 10 out. 2019.

# Permanent preservation, coverage area and use of the land in the hydrographic basin of the Almas River, microregion de Ceres, Goiás, Brazil

*Áreas de preservação permanente, cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, Goiás, Brasil*

Maria Gonçalves da Silva Barbalho<sup>a</sup>

José Luiz de Andrade Franco<sup>b</sup>

Antonio Cezar Leal<sup>c</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>d</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás e Professora Titular do Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: mariabarbalho2505@gmail.com*

<sup>b</sup>*Professor Associado do Departamento de História, do Programa de Pós-Graduação em História, do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: jladafranco@gmail.com*

<sup>c</sup>*Professor Assistente na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil.  
E-mail: cezar.leal@unesp.br*

<sup>d</sup>*Doutora em Biologia pela Universidade Federal de Goiás e Professora titular do Centro Universitário de Anápolis e da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: josana.peixoto@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24751

Received: 21/05/2019

Accepted: 13/12/2019

ARTICLE-DOSSIER

---

## ABSTRACT

The aim of this study was to map the Permanent Preservation Areas (PPAs), as well as land cover and land use in the Almas River basin in Goiás, Brazil, based on geoprocessing. The results showed the remnants of the original vegetation are limited to fragments and occupy 32.52% of the area. Grassland is the dominant use, which is distributed throughout the area. Sugar cane and grains secondarily occupy other areas of the river basin. The mapped permanent preservation areas occupy an area of 1,182.22 km<sup>2</sup>, representing only 11.53% of the basins total area. The PPAs located on slopes with a 45° had a smaller area mapped and they were less affected by the use, whereas those of PPAs located in the springs and watercourses with larger area. Land use, disregarding APP areas, can endanger vital areas that, if degraded, represent damage to water resources.

Keywords: Mapping, Classification based on objects, Environmental management, Sustainability.

## RESUMO

*Este trabalho teve como finalidade elaborar o mapeamento das áreas de preservação permanente (APPs), e da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio das Almas em Goiás, Brasil, com base no geoprocessamento. Os resultados revelaram que os remanescentes de vegetação original limitam-se a fragmentos e ocupam 37% da área. A pastagem é o uso dominante, o qual se distribui por toda área. A cultura da cana de açúcar e grãos ocupam, secundariamente, outras áreas da bacia hidrográfica. As áreas de preservação permanente mapeadas ocupam uma superfície de 1.182,22 km<sup>2</sup> representando apenas 11,53% da área total da bacia. As APPs situadas em encostas com inclinação de 45° apresentaram menor área mapeada e foram menos afetadas pelo uso, enquanto que as de APPs situadas nas nascentes e cursos d'água, com maior área, foram as mais afetadas pelo uso indevido da terra. O uso da terra, desconsiderando as áreas de APPs, pode colocar em risco áreas importantes que, se degradadas, representam danos aos recursos hídricos.*

*Palavras-Chave: Mapeamento. Classificação baseada em objetos. Gestão ambiental. Sustentabilidade.*

## 1 INTRODUCTION

The combination of political, economic and social processes has caused major changes in the landscapes in the Cerrado's morphoclimatic domains, as shown by land cover and use mapping and its monitoring from orbital images (SANO et al., 2007; STRASSBURG et al, 2017; BRASIL, 2015; TREVISAN & MOSQUINI, 2015).

Morphoclimatic and phytogeographic domains and / or landscape domain is a geographic classification system based on geomorphological, climatic and botanical criteria that create complex contrasts responsible for composing landscape spatial arrangements (AB'SABER, 1997).

The Cerrado Domain is recognized as the richest savannah in the world, housing a flora of over 12,000 species, of which 40% are endemic and rich with birds, reptiles, amphibians and fish. Over the past 35 years, due to the expansion of the agricultural frontier, more than 200 million hectares of natural vegetation has been converted into pasture and annual crop areas (KLINK and MACHADO, 2005; BRANNSTROM et al., 2008; AB'SABER, 1983; BARRETO, BRAZ AND FRANÇA, 2016).

Despite boosting the economy, the expansion of the agricultural frontier has produced several imbalances that culminated in environmental degradation. Intensive and indiscriminate deforestation, which has led to reduced biodiversity, erosion, siltation, soil and water contamination (Cunha, 1994; Novaes Pinto, 1993; FERREIRA, et al., 2008; Castro, 2005; DUTRA E SILVA, et. al., 2018).

In Goiás state the panorama was no different. The Cerrado covered 97% of the State area (MMA, 2010), but in 2011 the coverage percentage was only 37% (BARBALHO and ALVES, 2013). Natural phytophysionomies have been replaced by pastures, grain crops and in recent years by sugarcane (BARBALHO; SILVA and CASTRO, 2015).

In the watershed of the Rio das Almas, research area, the effects of this process can be seen in the landscape, especially in areas of water and ecological relevance, such as riparian vegetation occurrence areas (FERREIRA, 2016).

Riparian ecosystems develop in areas resulting from conditions of permanent or periodic excess moisture. The soils are hydrolyzed or acidic and heterogeneous in terms of texture, structure and fertility. The saturated zone is located near the surface with reduced effective depth, due to the dependence of the groundwater depth and the conditions of air temperature and humidity (EMBRAPA, 2013; RIZZI, 2011).

Riparian areas were protected by legal mechanisms established by Federal Law no. 4,771 of September 1965, which created the Brazilian Forest Code. The riparian areas were called permanent preservation areas (PPAs), with the environmental function of preserving water resources and associated landscapes, whether or not covered by native vegetation. In 2012, an update of the Brazilian Forest Code established by Federal Law no. 12,651 of 25 May 2012 and maintained the protection and function of the PPAs, although in some cases it reduced the area to be recovered in case of native vegetation suppression.

Sparovek (2012); Brasil (2012); Santos et al. (2017) draw attention to the fact that PPAs have the function of preserving naturally fragile areas such as springs, surrounding watercourses, hilltops, slopes, valley bottoms and slopes, as well as contributing to the conservation of biodiversity. PPAs act as ecological corridors, enabling connectivity between habitat remnants - which alone would not support viable populations of many animal and plant species - and facilitate migratory and genetic flows (MARTINS et al., 1998; METZGER, 2010; MOMOLI, 2011).

Identifying PPAs is one of the first steps to their effective protection. However, one of the problems found for the delimitation of PPAs is the lack of hydrographic data and adequate land cover and land use (RIBEIRO et al. 2010; SPAROVECK et al., 2011).

Given the above, the objective of this study was to delimit the permanent preservation areas (APPs) and prepare the mapping of land cover and use of the watershed of the river Almas, in the Ceres microregion, Goiás state, Brazil. The 1 / 25,000 and 1 / 50,000 scales, respectively, were used from Sentinel satellite images provided by the United States Geological Survey (U.S.G.S.).

## 2 MATERIALS AND METHODS

This research is part of an academic cooperation project and involves a multidisciplinary team composed of researchers from three institutions, namely: Universidade Estadual Paulista - UNESP (Campus Presidente Prudente), Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Universidade de Brasília – UnB. The watershed of the Rio das Almas lies between the geographical coordinates 17° 52' 53" south latitude and 51° 42' 52" west longitude, in the Ceres microregion, Goiás state, Brazil, and has an area of approximately 10,246 km<sup>2</sup> (Figure 1), spread over territories of 21 Goiás municipalities, with emphasis on Goianésia, Ceres and Barro Alto. The hydrographic network belongs to the Tocantins river basin, with the main tributaries being the Sucuri, Uru and Verde rivers. The source of the Rio das Almas is located in the Serra dos Pirineus State Park, with an approximate altitude of 1,200m and its mouth in the Serra da Mesa lake with an attitude of 450m.

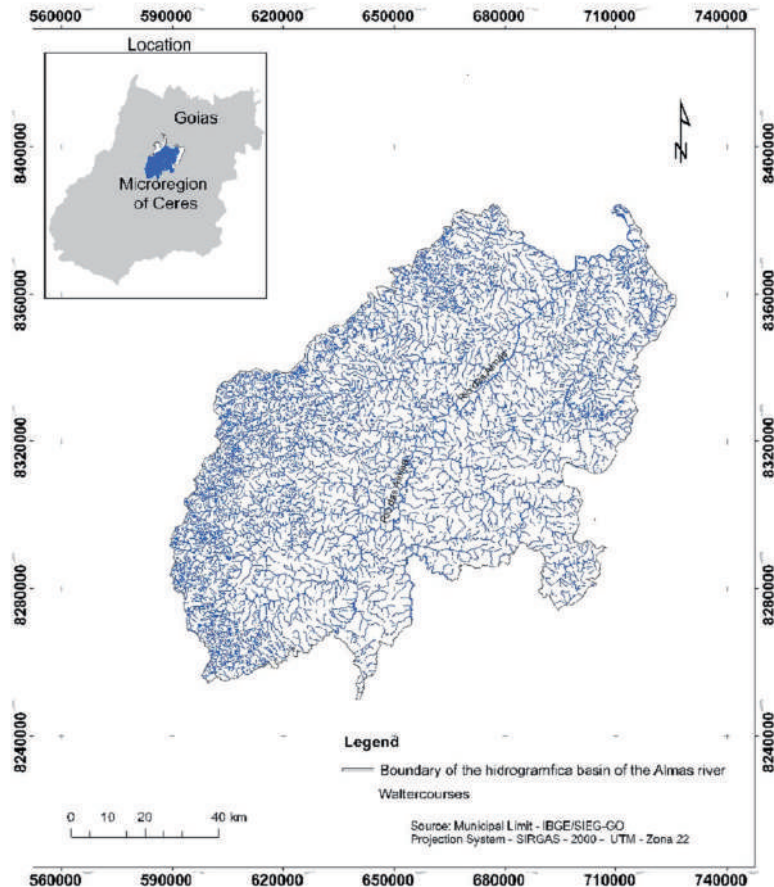


Figure 1 | Location Map of the Rio das Almas watershed, Ceres microregion (GO).

Source: the author.

The region received a large migratory flow from the 1940s, motivated by the policies of demographic and agrarian occupation promoted by the March to the West (DUTRA E SILVA, 2017; DUTRA E SILVA & BELL, 2018). The studies developed and the literature review on the watershed of the Rio das Almas, Ceres microregion (GO), showed that the region has a population of about 231,230 inhabitants and a demographic density of 17.44 inhab./km<sup>2</sup>. The area occupied by the municipalities is 13,253.36 km<sup>2</sup>.

## 2.1 GEOPROCESSING

To prepare the Land Coverage and Use Map on the approximate 1: 50,000 scale (semi-detail), Sentinel satellite imagery provided by the United States Geological Survey (USGS) from 2016. Classification through segmentation (BLASCHKE AND KUX, 2005; BLASCKE et al., 2014) based on the region growth algorithm, which labels each “pixel” as a distinct region until every image is segmented, was employed. Similarity threshold and pixel area were set after testing, respectively at 5 and 10.

To classify the regions formed in the segmentation process, the Battacharya algorithm was used, which requires user interaction to identify the regions. Classification errors were corrected in vector editing and visual interpretation. The caption and land use mapping legend has been adapted from the IBGE Technical Land Use Manual (2013). For the remnants of the Cerrado, phytophysognomic formations were adopted, according to Ribeiro and Valter (1998).

Two field campaigns were carried out to validate the land cover and land use map, mainly to identify phytophysognomies, based on road maps that covered part of the study area, by representativeness.



With the GPS (Global Positioning System) were recorded in the field, the points that allowed the mapping corrections. In addition, land uses and different phytophysionomies were photographed for illustration of cover patterns.

For the elaboration of the drainage network map, RapidEye images were used, in which the drainage was digitalized, in a 1: 25,000 scale (on the computer screen).

To generate APP (riparian vegetation), the Creat Buffers tool, available in ArcGIS, was used to delimit marginal ranges along user-defined watercourses. Table 1 shows the width of the strips for APPs according to the Forest Code, Federal Law No. 12,651 of 2012 (Table 1).

**Table 1** | Areas of Permanent Preservation as of Federal Law 12,651 of 2012.

<i>Course width Less than 10 m</i>	<i>Permanent Preservation Area 30 metros</i>
10 to 50 m	50 metros
50 to 200 m	100 metros
200 to 600 m	200 metros
Over than 600 m	500 metros

*Source: the author.*

To delimit the slope APPs, the slope gradient matrix map was prepared in ArcGIS 10.1 using the “Slope” tool. Subsequently, the slope map was reclassified in order to delimit only the APPs above 45°.

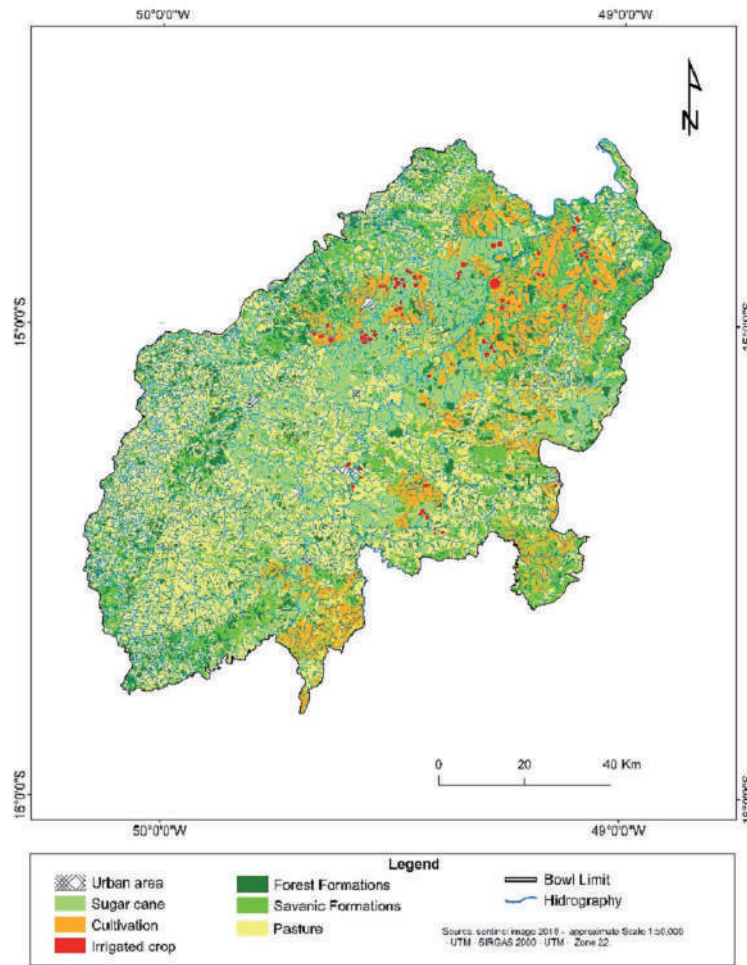
The 2012 Forest Code established as hill tops with a minimum height of 100m and an average slope of 25°. The APPs shall cover the set of hills or peaks whose summits are separated by a distance of less than 500 meters, delimited from the level curve corresponding to two thirds of the height from the base of the lowest set hill or mountain. To delimit the hilltops, the methodology of Hott et al (2004) was used.

From the data obtained in the previous stages, the tabulation between land cover and land use map of the year 2016 with the APP data was verified to verify the situation of these areas. It is worth mentioning that the cross tabulation process is an important component for statistical data analysis in which the classes of two information planes are compared, determining the distribution of their intersections. The results represent two-dimensional tables (DGI / INPE, 2019).

### 3 RESULTS E DISCUSSION

For the mapping of land cover and use in the watershed of the Rio das Almas, Ceres microregion (GO), the classification by segmentation was performed, using the statistical method of growth by regions, since the review carried out on mapping of land cover and use from high resolution satellite imagery has shown that object or segment based classification has often been used for mapping agricultural areas because it leads to qualitatively convincing and operational results (BLASCHKE et al., 2014).

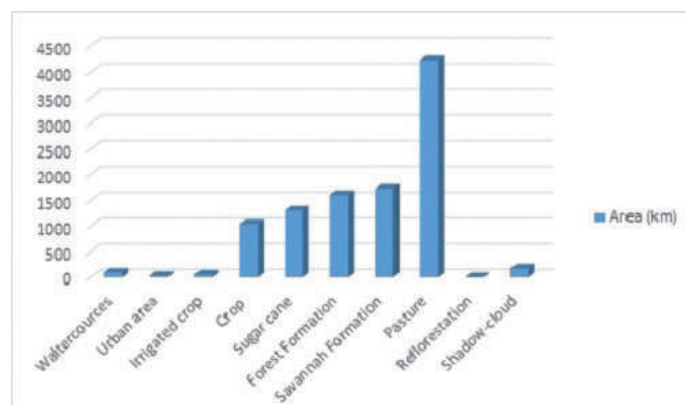
The map of land cover and land use of the Rio das Almas watershed in the Ceres microregion of 2016 can be seen in Figure 2.



**Figure 2 |** Coverage and Land Use Map of the Rio das Almas watershed, Ceres microrregion (GO), 2016.

Source: the author.

Figure 2 shows that the remnants of vegetation of the Rio das Almas watershed are limited to fragments, which occupy 37% of the area. The largest occur in the northwest, central and northeast portions of the basin. In the southeastern portion, there are few fragments, and smaller, being necessary a detailed study to verify the degree of conservation of these remnants and the possibilities of restoration of these areas. The remainder of the area is being used by agriculture, mainly pasture, which occupies 40.54%, and is distributed throughout the river basin; followed by sugar cane, with 13.12%; and grain cultivation, with just over 7% of the catchment area (Figure 3).



**Figure 3 |** Area of the Rio das Almas River Basin Coverage and Land Use Classes 2016.

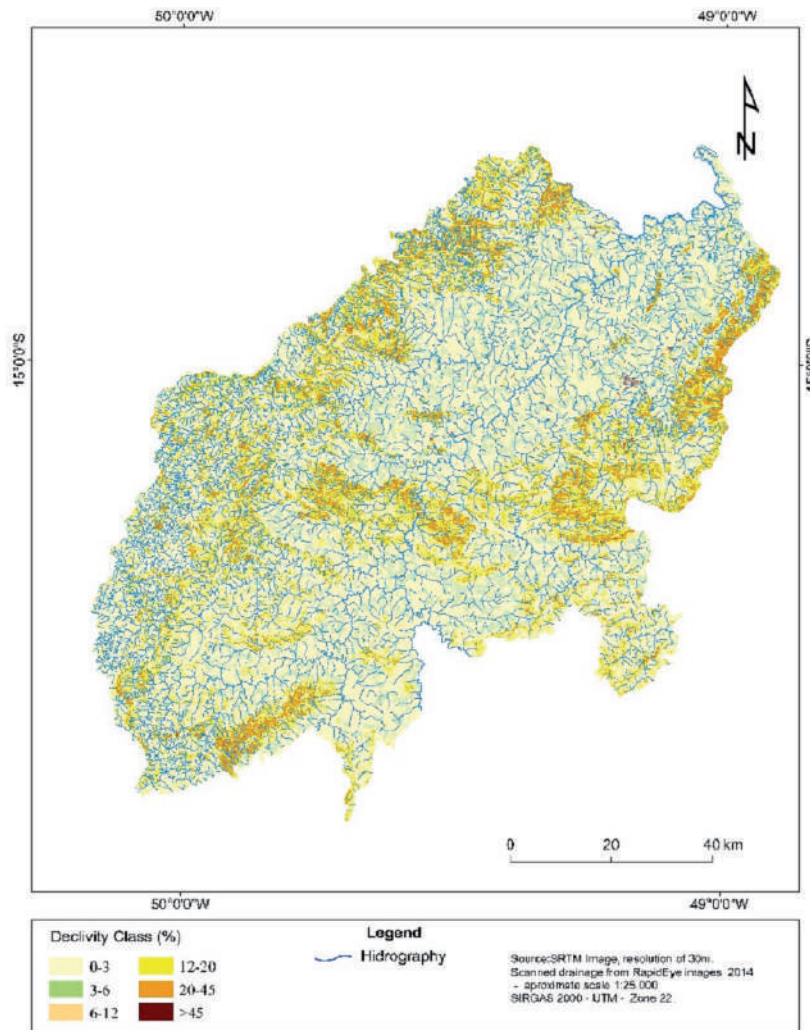
Source: the author.

In the last 20 years, in the Ceres microregion, pasture and grain areas have been replaced by sugarcane (SANTOS et al., 2017). There is also pressure for the conversion of natural vegetation, which still occurs in the region, into sugarcane cultivation areas (SPAROVECK et al., 2008; RIBEIRO, 2010; SILVA AND MIZIARA, 2010; LEAL et al., 2017), Since the microregion is one of the major biofuel producers in the Goiás state.

It should be noted that the expansion of sugarcane cultivation can lead to conflicts over water use, as in some areas there may be a need for rescue irrigation. If these water applications are not well planned, they can have irreversible consequences on water resources (ABADALA and RIBEIRO, 2011).

Grain (soybean, corn) and sugarcane cultivation is predominantly located in the central, northern, eastern and southern portions of the basin. In these areas were mapped 99 central pivot equipment with an average area of 63.06 there, mostly connected to first-order drainage channels, ie, spring areas, which have busbars.

The analysis of the slope map (Figure 4) and the data in Table 2 shows that the area is favorable for agricultural activity, since slopes with up to 12% (78.50% of the area) predominate, without topographic restrictions. for mechanization. The strongly undulating mountainous reliefs represent just over 9% of the area, being restricted to the areas of the mountains.



**Figure 4 |** Decivity Map of the Rio das Almas watershed, Ceres microregion (GO).

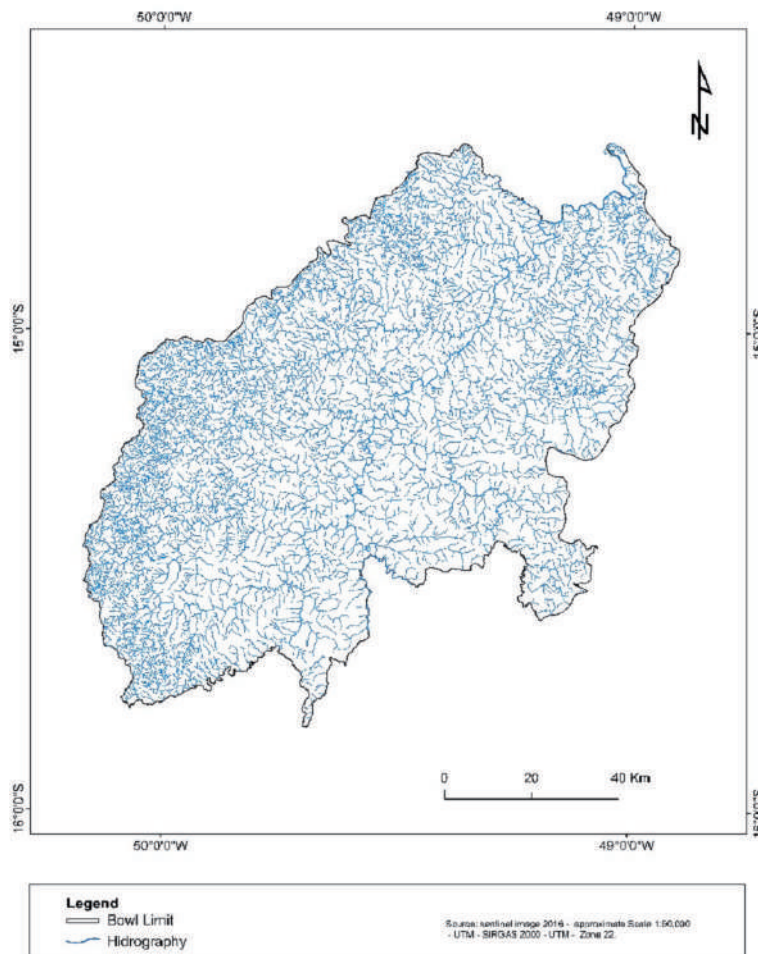
Source: the author.

**Table 2 |** Area of Classes of Slopes of the basin of the river of the Soul, microregion of Ceres (GO).

Relief	Classes (%)	Area	
		Km <sup>2</sup>	%
Plan	0 - 3	4.932,67	48,14
Slightly undular	3 - 6	1.189,16	11,6
	06 - 12	1.921,59	18,75
Moderately undular	12 - 20	1.243,44	12,14
Strongly undular	20 -45	937,49	9,15
Hilly	> 45	22,05	0,22
Total		10.246,40	100

Source: Adapted from Ramalho and Beek (1995).

The drainage network in the watershed of the Rio das Almas presents the general dendritic pattern, although it presents features that show structural control in some areas. The dendritic pattern develops when the drainage network is over homogeneously resistant rocks, such as granite, sedimentary or metasedimentary rocks with horizontal strata (RICCOMINI et al., 2001; CUNHA and GUERRA, 1995), with tributaries scattered throughout terrain directions. The river of souls is the main drainage and has a length of 468.88 kilometers. (Figure 5).

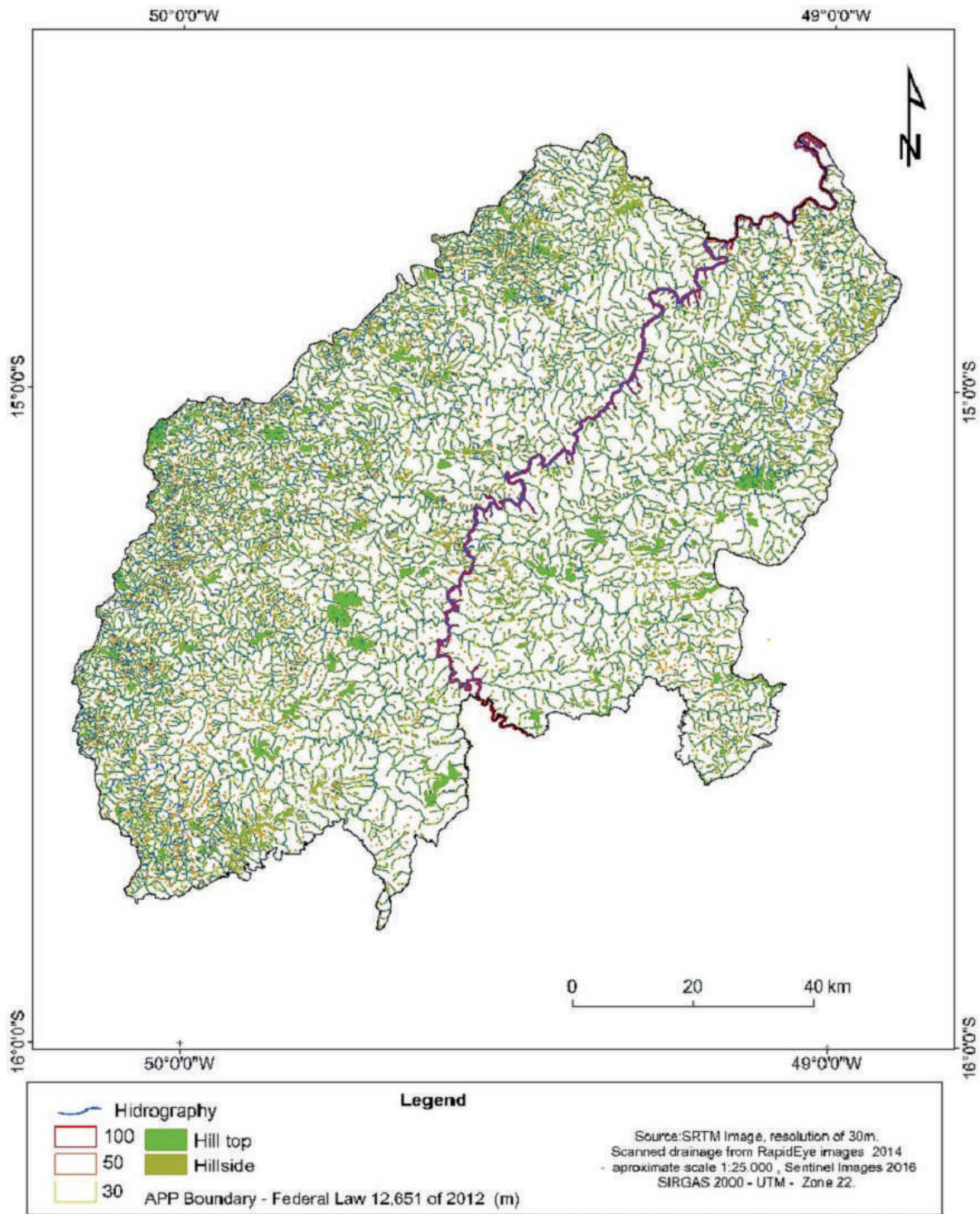


**Figure 5 |** Drainage map of the das Almas river basin, Ceres microregion (GO).

Source: the author.



As noted above, the watercourse APPs were delimited and calculated from the drainage network, and the hilltop and slope APPs were delimited from the SRTM images, which can be viewed in Figures 6 and 7. Table 3 presents the quantification of APPs areas.



**Figure 6 |** Map of Permanent Preservation Areas of the Almas river basin, Ceres microregion (GO).  
*Source: the author.*





**Figure 7 |** Image card with the Permanent Preservation Areas of the watershed of the Rio das Almas, Ceres microregion (GO).

Source: the author.

**Table 3 |** APP area of the Almas river basin, Ceres microregion (GO).

App (m)	Area		(% in relation to basin area)
	(km <sup>2</sup> )	(%)	
30	718,69	60,79	7,01
50 Sources	55,24	4,67	0,54
100	74,6	6,31	6,31
Hill top	282,19	23,9	2,75
Encosta	51,5	4,36	0,5
Total area de APPs	1.182,22	100	11,53
Basin Area	10.246,40		

Source: the author.

From the cross-tabulation between the 2016 land use map and the APP limits of the Rio das Almas basin, we obtained data on the APP areas that are being irregularly used by agriculture and livestock (crop, sugarcane sugar and pastures) as shown in Table 4.

**Table 4 |** Cross Tabulation between APP and Land Use of the Almas River Watershed, Ceres Microregion, 2106.

APPs (m)	Culture	Irrigated Culture	Urban Area	Sugar cane	Soil Culture	Pasture	Total
<i>Area (km<sup>2</sup>)</i>							
30	33	0,11	0,2	57,13	2,65	244,8	337,44
50 Source	2,82	0,02	0,04	3,84	0,72	23,8	31,24
100	0,52	0	0,06	6,61	0	10,47	17,66
Hill To	14,35	0	0	20,14	10,55	95,83	140,87
Hillside	0,76	0	0	0,36	0,4	11,71	13,23
Total	51	0,13	0,03	88,08	14,32	386,61	540,44

Source: the author.

For the 1,182.22 km<sup>2</sup> of APPs delimited by watercourses and tops of hills and slopes, 795.61 km<sup>2</sup> have native vegetation and 386.61 km<sup>2</sup> are in an inadequate situation, that is, they are mainly using livestock (276, 11 km<sup>2</sup>), followed by sugar cane (88.08 km<sup>2</sup>) and agriculture (65.32 km<sup>2</sup>). Similar results were found by Ferreira (2015), in a study carried out in the municipality of Carmo do Rio Verde, revealing that pasture occupies the largest area of APPs in the area of the Rio das Almas watershed. Garcia et al. (2015) observed the same situation in the Barra Seca stream watershed (Pedreiras / SP) and Soares et al. (2011) in the São Bartolomeu river basin (MG).

Sousa (2018) analyzed the vegetation cover in the Permanent Preservation Areas - APPs and Legal Reserve - RL of 15 rural properties in the Rio das Almas Hydrographic Region - Foz S. Patrício River / Peixe River - Ceres microregion (GO) and noted that two farms have remaining vegetation far below that established by law; four farms have natural vegetation, but which is below what was established by law; Three properties with an area below four fiscal modules will have to recompose vegetation in accordance with the Code regarding area size; five rural properties have a larger natural vegetation area than established by the RLs legislation.

Mendes and Rosendo (2013) mapped the APPs of springs in the Ribeirão São Lourenço (MG) basin and classified them as preserved, moderately preserved, moderately degraded and very degraded. Results showed that of the 82 springs, 17% are very degraded, 10% degraded, 15% moderately degraded, 13% moderately preserved and 45% preserved.

In the order hand, by using the Universal Soil Loss Equation (EUPS), Coutinho (2010) simulated soil losses by water erosion (t / ha / year) in the River Plate (ES) watershed, in GIS environment, and obtained for PPA areas with average soil loss values of 85.43 t / ha / year and maximum values of 3,817.55 t / ha / year. For APP areas with vegetation, the average loss was 27.50 t / ha / year and the maximum of 996.86 t / ha / year. These data reveal the importance of vegetation in APPs areas for soil quality and water production in watersheds.

It is important to mention that these areas of APPs that are being occupied in the study area may have consolidated use, that is, Law 12.651 of May 25, 2012, Forest Code, established the concept of consolidated rural area in order to amnesty offenses. committed before July 22, 2008. However, it has been established that on farms, in consolidated rural areas, with up to 1 fiscal module, the restoration of PPA areas should be five meters from the edge of the bed rail. Between 1 and 2 fiscal modules the restoration should be eight meters, and 2-4 fiscal modules should be fifteen meters. For modules larger than 4 the recomposition should be from 20 to 100 meters (Sousa, 2018). And that the deadline for recomposition was not stipulated in the legislation and can be defined by the Environmental Regularization Plan (PRA), (SOUSA, 2018).

## 4 FINAL CONSIDERATIONS

For inspection, licensing and environmental preservation, mapping of PPAs is essential and in the study area the results revealed that permanent preservation areas occupy a surface of 1,182.22 km<sup>2</sup> representing only 11.53% of the total basin area. PPAs located at the tops of 45-degree slopes had the smallest mapped area and were least affected by use, while PPAs located in the springs and watercourses, with the largest area, were the most affected by misuse. pasture occupying 386.61 km<sup>2</sup>, sugar cane 88.08 km<sup>2</sup> and other crops with 65.32 km<sup>2</sup>.

The use of geoprocessing made it possible to obtain accurate information on land cover and land use, dimensions and spatial distribution in the landscape.

The use of the high spatial resolution 2016 Sentinel image allowed the mapping of eight land cover and land use classes, with emphasis on the Pasture class, occupying more than 40% of the total area of the Rio das Almas watershed, microregion. of Ceres, which is 10,246.40 km<sup>2</sup>.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work was achieved under the PROCAD project New frontiers in the west: relationship between society and nature in the Ceres microregion in Goiás (1940-2013), supported by CAPES - Process 2980/2014”.

## REFERENCES

- ABDALA, K. de O.; RIBEIRO F. L. **Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.** Rev. Bras. Econ. vol.65 no.4. Rio de Janeiro Out. /Dec. 2011.
- AB’SABER, A. N. **Bases conceituais e o papel do conhecimento na previsão de impactos.** In: AB’SABER, A. N. e PLANTENBERG C. M. (org.) *Previsão de Impactos: O estudo do impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha.* 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.
- AB’SABER, A. N. **Domínio dos Cerrados: Uma introdução ao conhecimento.** Ver. Serv. Públ. 40 (111) 41 55, 1983.
- AB’SABER, A. N. **Domínios Morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação. Geomorfologia.** 51:1-21, 1997.
- ALMEIDA S. P. Eds. **Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina:** EMBRAPA – CPAC. 1998. P.89-168.
- BARBALHO, M.G.S.; DE CAMPOS, A. B. **Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de Goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar.** In: *Boletim Goiano de Geografia.* Goiânia, v. 30, nº 1, jan. /jun. 2010.
- BARBALHO, M.G.S.; DUTRA, S.S.; DELLA GUISTINA, C.C. **Avaliação Temporal do Perfil da Vegetação da Microrregião de Ceres através do Uso de Métricas de Paisagem.** *Boletim Goiano de Geografia,* v. 35 n.3 set-dez. Goiânia, 2015.
- BARRETO, C.G.; BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R. **Lições para a Biologia da Conservação no Cerrado a partir dos Padrões de Diversidade Genética Populacional do Anfíbio *Physalaemus cuvieri*.** *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science,* v.5, n.3, jul.-dez. 2016, p. 101-119. DOI: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i3.p101-119>
- BECKER C; OSTERMAN, J; PAHL,M. **Automatic quality assessment of gis data base an object coherence.** In: *Proceedings of the 4th GEOBIA.* Rio de Janeiro [s/n], 2012.

BERGTOLD, J S.; CALDAS, M. M.; Sant'anna, A.C.; G. G.; Rickenbrode, V. **Indirect land use change from ethanol production: the case of sugarcane expansion at the farm level on the Brazilian Cerrado**. Journal of Land Use Science Vol. 0. 25th European Biomass Conference and Exhibition, 12-15 June 2017, Stockolm, Sweden.

BLASCHKE T. & KUX H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

BLASCKE, T; HAY, G. J; KELLY, M.; LANG, S.; HOFMANN, P; ADDINK, E; FEITOSA, R. Q; MEER, F. V. WERFF, H. J; COILLIE, F. V; TIEDE, D. **Geographic Object-Based Image Analysis - Towards a new paradigm**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 87, pp.180-1091, 2014

BRANNSTROM, C.; JEPSON, W.; FILIPPI, A.M.; REDO, D., XU; Z.; GANESH, S. **Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986–2002: Comparative analysis and implications for land-use policy**. Land Use Policy 25, 579–595, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUSO, F.F. N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA geográfica**, v.8 n. 16, pp.44-55, 2014.

jan. /mar. 2014. CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A.; SILVA, I. A. **Seasonal variation of a hyperseasonal Cerrado in Emas national park, central Brazil**. Flora 200, pp. 345-353, 2005

COUTINHO, L.M. Impacto das áreas de preservação permanente sobre a erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo-ES (Dissertação). Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

COUTINHO, A. C. Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP. 1997. 150 p. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/aula9.pdf>

DUTRA E SILVA, S.; BOAVENTURA, J.K.; PORFÍRIO JÚNIOR, D.E.; SILVA NETO, C.M. **A última fronteira agrícola do Brasil: o Matopiba e os desafios de proteção ambiental no Cerrado**. Estudios Rurales, vol. 8, Nº Especial (Outubre), CEAR-UNQ. Buenos Aires; pp. 145-178, 2018.

DUTRA E SILVA, S. **No oeste a terra e o céu: a expansão da fronteira agrícola no Brasil Central**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2018

DUTRA E SILVA, S; BELL, S. **Colonização agrária no Brasil Central: fontes inéditas sobre as pesquisas de campo de Henry Bruman em Goiás, na década de 1950**. Topoi (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 19, n. 37, p. 198-225, jan./abr. 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 3a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FAISSOL, S. **O Mato Grosso de Goiás**. Rio de Janeiro: IBGE, 1952.

FERREIRA, A. A. de F.; GARRO-TEJERINA, L.F.; BARBALHO, M. G. S.; MAIA, T. C.B. **Métricas de paisagem na avaliação da cobertura vegetal em ottobacias do estado de Goiás, Brasil Central**. In: Recursos Naturais: indicadores de uso e manejo de biotas, solos e águas no cerrado. 1a ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2016.

FERREIRA, A. C. Análise da cobertura e uso da terra no município de Carmo do Rio Verde - GO em 2015: Ocupação das áreas de preservação permanente pela cana de açúcar (Dissertação) Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2016.

GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S.; SPADOTTO, A.J.; DE CAMPOS, M.; SILVEIRA, G. R. P. **Caracterização de conflitos de uso do solo em APP na bacia hidrográfica do córrego Barra Seca (PEDERNEIRAS/SP)**. Energ. Agric., Botucatu, vol. 30, n.1, p.68-73, janeiro-março, 2015.

GARDIMAN JÚNIOR, B. S.; COUTO, D. R.; SOUZA, F. B. C.; SANTOS JUNIOR, G. N.; SANTOS, A. R. **Perda de solo por erosão hídrica em áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfico córrego do Horizonte, Alegre, Espírito Santo**. Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p. 0 21-034, maio/jun. 2012.

GUIMARAES, F.de M. S. **O Planalto Central e a Mudança da Capital do Brasil**. Revista Brasileira de Geografia, n.4 outubro-dezembro de 1949.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Mapas de Geologia, Geomorfologia e Solos na escala 1:250.000.

HOTT, M.C; GUIMARÃES, M; MIRANDA, E.E. **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites; 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Censo demográfico 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Manual Técnico do Uso da Terra. 3ª Ed. 2013.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **Conservation of the Brazilian Cerrado**. Conservation Biology, v. 19 (3): 707-713, 2005.

LEAL, A.C.; FERREIRA, R.M.; DUTRA E SILVA, S.; FRANCO, J.L.A.; SAYAGO, D.A.V.; BARBALHO, M.G.S.; TAVARES, G.G.; PEIXOTO, J.C. **Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)**. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v.4, n.3, jul.-dez. 2015, p. 219-230.

MARQUES, E. M; RANIERI, V. E. L. **Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do estado de São Paulo**. Ambiente & Sociedade, v. 15, n. 1, p. 131-145, 2012

MARTINS, A. K. E.; NETO, A. S.; MARTINS, I. C. M.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. **Uso de um sistema de informações geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG**. Revista Árvore, Viçosa - Minas Gerais, v. 22, n. 3, p. 373 -380, 1998.

MENDES, L. S.; ROSENDO, J. S. **Mapeamento da intervenção antrópica em áreas de preservação permanente de nascentes no Cerrado brasileiro**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium. Vol.4(2), 2013.

METZGER, J. P; LEWINSOHN, T.M.; JOLY, C. A.; CASATTI, L.; RODRIGUES, R. R.; MARTINELLI, L. A. **Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos**. Biota Fapesp e ABECO, v.30. p. 1 -13, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (2010).

MOMOLI, R. S. Dinâmica da sedimentação em solos sob mata ciliares. 192 p. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia) - Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

PEREIRA JÚNIOR, L. C. O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.



RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.65p.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; MENEZES, S. J. M. C.; LANA, V. M.; LIMA, C. A. **Áreas de preservação permanente: espaços (im)possíveis. Ambiência, Guarapuava – Paraná**, ISSN 1808 -0251, v. 6. Ed. Especial, p. 93 - 102, 2010.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO S.M;

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P.C.F; MANZINI, F. **Rios e processos aluviais**. In: TEIXEIRA, W.; et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos. 2000. 191-214.

RIZZI, N.E. **Hidrologia Florestal e Manejo de Bacias Hidrográficas** (apostila didática em meio digital) 26 capítulos (4gb) disponível em [www.hidrologia.ufpr.br](http://www.hidrologia.ufpr.br), 2011.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.B.; FERREIRA, L.G. **Mapeamento de Cobertura vegetal do Bioma Cerrado: Estratégias e Resultados**, Embrapa Cerrados, Planaltina. DF. 2007

SANO, E. E; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado**. Pesq. Agropec. Bras. Jan 2008, vol.43, nº1, p.153-156.

SANTOS, R.; SOARES F. B.; BARBALHO, M. G. S.; PEIXOTO, J.de C.; LEAL, A. C. **Áreas de proteção permanente e expansão do agronegócio canavieiro: uma análise da microrregião de Ceres, Estado de Goiás, Brasil**. Anais do VIII Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente. III Escola e Pós-Graduação SOUCHA, out. 2017.

SILVA, A. A; MIZIARA, F. **Avanço da fronteira do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás**. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 41, nº 3, jul. /Set, 2011, p. 399-407. Universidade Federal de Goiás, Goiás. Disponível em:< <http://www.revistas.ufg.br>>.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A.de A. M.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI. J. M.; GRIPP JUNIOR, J. **Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu – MG**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.555-563, 2011.

SOARES-FILHO B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR. A. **Cracking Brazil's forest code**. Science 344(6182):363-4. 2014.

SOUSA, K.G.R. Cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e reserva legal na região hidrográfica do rio das Almas – Foz do rio S. Patrício/rio do Peixe, microrregião de Ceres (GO). Dissertação (Dissertação em Ciências Ambientais) – PPSTMA, Anápolis, p.68,2018.

SPAROVECK, G.; BARRETO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F; PAPP, L.; LINO, J. **A revisão do código florestal brasileiro**. Novos Estudos, v.89, p. 111- 135, 2011.

SPAROVECK, G.; BERNDDES, G.; KLUG, I. L. F; BARRETO, A. G. O. P. **Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges**. Environmental Science & Technology, v.44, n. 16, p. 6046- 6053, 2010.

SPAROVEK, G. **Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa?** Visão Agrícola, p. 25-28, 2012.

SPAROVEK, G.; BERNDDES, G.; BARRETO, A. G; KLUG, I. L. F. **The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation?** Environmental Science & Policy, v. 16, p. 65–72, 2012.

STRASSBURG, B.N.; BROOKS, T.; BARBIERI, R.F.B.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; SCARAMUZZA,

C.A.M.; SCARANO, F.R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. **Moment of truth for the Cerrado Hotspot.** *Nature Ecology and Evolution*1, 99. 2017

TREVISAN, D.P.; MOSQUINI, L.E. **Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em Paisagem no Interior do Estado de São Paulo: Subsídios para o planejamento.** *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v.4, n.3, p. 16-30, jul.-dez. 2015.

WAIBEL, L. **Vegetação e Uso da Terra no Planalto Central.** *Revista Brasileira de Geografia*, v.10.n.3 1948.

# Áreas de preservação permanente, cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, Goiás, Brasil

*Permanent preservation, coverage area and use of the land in the hydrographic basin of the Almas River, microrregião de Ceres, Goiás, Brazil*

Maria Gonçalves da Silva Barbalho<sup>a</sup>

José Luiz de Andrade Franco<sup>b</sup>

Antonio Cezar Leal<sup>c</sup>

Josana de Castro Peixoto<sup>d</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás e Professora Titular do Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: mariabarbalho2505@gmail.com*

<sup>b</sup>*Professor Associado do Departamento de História, do Programa de Pós-Graduação em História, do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
E-mail: jldafranco@gmail.com*

<sup>c</sup>*Professor Assistente na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Presidente Prudente, SP, Brasil.  
E-mail: cezar.leal@unesp.br*

<sup>d</sup>*Doutora em Biologia pela Universidade Federal de Goiás e Professora titular do Centro Universitário de Anápolis e da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: josana.peixoto@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24751

Received: 21/05/2019

Accepted: 13/12/2019

ARTICLE-DOSSIER

## RESUMO

Este trabalho teve como finalidade elaborar o mapeamento das áreas de preservação permanente (APPs), e da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio das Almas em Goiás, Brasil, com base no geoprocessamento. Os resultados revelaram que os remanescentes de vegetação original limitam-se a fragmentos e ocupam 37% da área. A pastagem é o uso dominante, o qual se distribui por toda área. A cultura da cana de açúcar e grãos ocupam, secundariamente, outras áreas da bacia hidrográfica. As áreas de preservação permanente mapeadas ocupam uma superfície de 1.182,22 km<sup>2</sup> representando apenas 11,53% da área total da bacia. As APPs situadas em encostas com inclinação de 45° apresentaram menor área mapeada e foram menos afetadas pelo uso, enquanto que as de APPs situadas nas nascentes e cursos d'água, com maior área, foram as mais afetadas pelo uso indevido da terra. O uso da terra, desconsiderando as áreas de APPs, pode colocar em risco áreas importantes que, se degradadas, representam danos aos recursos hídricos.

Palavras-Chave: Mapeamento. Classificação baseada em objetos. Gestão ambiental. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

*The aim of this study was to map the Permanent Preservation Areas (PPAs), as well as land cover and land use in the Almas River basin in Goiás, Brazil, based on geoprocessing. The results showed the remnants of the original vegetation are limited to fragments and occupy 32.52% of the area. Grassland is the dominant use, which is distributed throughout the area. Sugar cane and grains secondarily occupy other areas of the river basin. The mapped permanent preservation areas occupy an area of 1,182.22 km<sup>2</sup>, representing only 11.53% of the basins total area. The PPAs located on slopes with a 45° had a smaller area mapped and they were less affected by the use, whereas those of PPAs located in the springs and watercourses with larger area. Land use, disregarding APP areas, can endanger vital areas that, if degraded, represent damage to water resources.*

*Keywords: Mapping, Classification based on objects, Environmental management, Sustainability.*

## 1 INTRODUÇÃO

A combinação de processos políticos, econômicos e sociais provocaram grandes mudanças nas paisagens nos domínios morfoclimáticos do cerrado, o que vem sendo mostrado pelos mapeamentos da cobertura e uso da terra e pelo seu monitoramento a partir de imagens orbitais (SANO et al., 2007; STRASSBURG et al, 2017; BRASIL, 2015; TREVISAN & MOSQUINI, 2015).

Os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos e/ou domínio paisagístico é um sistema de classificação geográfico baseado em critérios geomorfológicos, climáticos e botânicos que criam contrastes complexos responsáveis por compor os arranjos espacial paisagístico (AB'SABER,1997).

O Domínio dos Cerrados é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando uma flora de mais de 12.000 espécies, das quais 40% são endêmicas e com riqueza de aves, répteis, anfíbios e peixes. Nos últimos 35 anos, em razão da expansão da fronteira agrícola, mais de 200 milhões de hectares da vegetação natural foram convertidos em áreas de pastagem e de culturas anuais (KLINK e MACHADO, 2005; BRANNSTROM et al., 2008; AB'SABER, 1983; BARRETO, BRAZ E FRANÇA, 2016).

Apesar de ter impulsionado a economia, a expansão da fronteira agrícola produziu vários desequilíbrios que culminaram na degradação do meio ambiente. Os desmatamentos intensivos e indiscriminados, que levaram à redução da biodiversidade, erosão, assoreamento, contaminação dos solos e dos recursos hídricos (Cunha, 1994; Novaes Pinto, 1993; FERREIRA, et al., 2008; Castro, 2005; DUTRA E SILVA, et. al., 2018).

No Estado de Goiás o panorama não foi diferente. O Cerrado cobria 97% da área do Estado (MMA, 2010), mas em 2011 a porcentagem da cobertura era de apenas 37% (BARBALHO e ALVES, 2013). As

fitofisionomias naturais foram substituídas por pastagens, culturas de grãos e nos últimos anos pela cana de açúcar (BARBALHO; SILVA e CASTRO, 2015).

Na bacia hidrográfica do rio das Almas, área da pesquisa, os efeitos desse processo podem ser vistos na paisagem, principalmente em áreas de relevância hídrica e ecológica, como as áreas de ocorrência de vegetação ripária (FERREIRA, 2016).

Os ecossistemas ripários desenvolvem-se em áreas resultante das condições do excesso de umidade permanente ou periódica. Os solos são hidromórficos gleizados ou ácidos e heterogêneos em relação à textura, estrutura e fertilidade. A zona saturada se localiza próxima à superfície com profundidade efetiva reduzida, devido à dependência da profundidade do lençol freático e das condições de temperatura e umidade do ar (EMBRAPA, 2013; RIZZI, 2011).

As áreas ripárias foram protegidas por mecanismos legais instituídos pela Lei Federal nº. 4.771, de setembro de 1965, que criou o Código Florestal Brasileiro. As áreas ripárias foram denominadas áreas de preservação permanente (APP), com a função ambiental de preservar os recursos hídricos e as paisagens associadas, cobertas ou não por vegetação nativa. Em 2012 foi feita uma atualização do Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei Federal nº. 12.651, de 25 maio de 2012 e que manteve a proteção e a função das APP, embora tenha reduzido, em alguns casos, a área a ser recuperada em caso de ter ocorrido a supressão da vegetação nativa.

Sparovek (2012); Brasil (2012); Santos et al. (2017) chamam a atenção para o fato de que as APP têm a função de preservar áreas naturalmente frágeis como nascentes, entorno dos cursos d'água, topos de morro, vertentes, fundos de vale e encostas, além de contribuir para a conservação da biodiversidade. As APP funcionam como corredores ecológicos, que viabilizam a conectividade entre remanescentes de hábitat - que isolados não sustentariam populações viáveis de muitas espécies de animais e plantas - e facilitam os fluxos migratório e genético (MARTINS et al., 1998; METZGER, 2010; MOMOLI, 2011).

Identificar as APP constitui uma das primeiras etapas para a sua efetiva proteção. Entretanto, um dos problemas encontrados para a delimitação das APP é a falta de dados de hidrografia e da cobertura e uso da terra em escala adequada (RIBEIRO et al. 2010; SPAROVECK et al., 2011).

Diante do exposto, estabeleu-se como objetivo deste trabalho delimitar as áreas de preservação permanente (APPs) e elaborar o mapeamento da cobertura e do uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, na microrregião de Ceres, estado de Goiás, Brasil. Foram utilizadas as escalas 1/25.000 e 1/50.000, respectivamente, a partir das imagens de satélite Sentinel disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S.G.S. – United States of Geological Survey).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Essa pesquisa é parte de um projeto de cooperação acadêmica e que envolve uma equipe multidisciplinar composta por pesquisadores de três instituições, a saber: Universidade Estadual Paulista - UNESP (Campus Presidente Prudente), Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA, Universidade de Brasília – UnB.

A bacia hidrográfica do rio das Almas localiza-se entre as coordenadas geográficas 17° 52' 53" de latitude sul e 51° 42' 52" de longitude oeste, na microrregião de Ceres, estado de Goiás, Brasil,, e tem uma área de aproximadamente 10.246 km<sup>2</sup> (Figura 1), distribuídos por territórios de 21 municípios goianos, com destaque para Goianésia, Ceres e Barro Alto. A rede hidrográfica pertence à bacia hidrográfica do rio Tocantins, sendo os principais afluentes os rios Sucuri, Uru e Verde. A nascente do rio das Almas localiza-se no parque estadual da Serra dos Pirineus, com altitude aproximada de 1.200m e a sua foz no lago de Serra da Mesa com atitude de 450m.



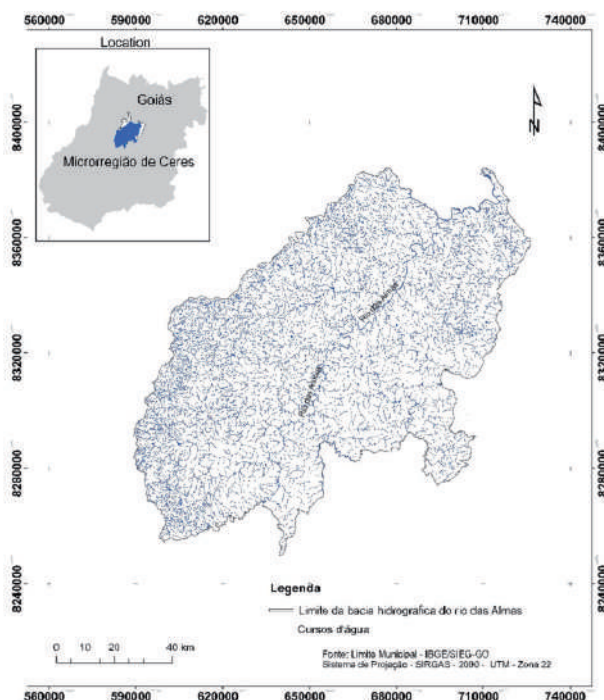


Figura 1 | Mapa de Localização da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.

A região recebeu um grande fluxo migratório a partir da década de 1940, motivada pelas políticas de ocupação demográfica e agrária promovidas pela Marcha para o Oeste (DUTRA E SILVA, 2017; DUTRA E SILVA & BELL, 2018). Os estudos desenvolvidos e a revisão da literatura sobre a bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO), mostraram que a região possui uma população de cerca de 231.230 habitantes e densidade demográfica de 17,44 hab./km<sup>2</sup>. A área ocupada pelos municípios é de 13.253,36 km<sup>2</sup>.

## 2.1 GEOPROCESSAMENTO

Para a elaboração do Mapa de Cobertura e Uso da Terra, na escala aproximada 1:50.000 (semidetalhe), foram utilizadas as imagens de satélite Sentinel, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (U.S.G.S. – United States of Geological Survey), do ano de 2016. Foi empregada a classificação através da segmentação (BLASCHKE E KUX, 2005; BLASCKE et al., 2014) baseada no algoritmo de crescimento de regiões, que rotula cada “pixel” como uma região distinta até que toda imagem seja segmentada. O limiar de similaridade e a área do pixel foram definidos após teste, respectivamente em 5 e 10.

Para classificar as regiões formadas no processo de segmentação foi utilizado o algoritmo Battacharya, que requer interação do usuário para identificar as regiões. Os erros de classificação foram corrigidos em edição vetorial e interpretação visual. A legenda do mapeamento de cobertura e uso da terra foi adaptada do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013). Para os remanescentes do Cerrado, foram adotadas as formações fitofisionômicas, conforme Ribeiro e Valter (1998).

Foram realizadas duas campanhas de campo para validação do mapa de cobertura e uso da terra, sobretudo para identificação das fitofisionomias, com base em roteiros que abrangeram parte da área de estudo, por representatividade. Com o GPS (Global Positioning System) foram registrados, no campo, os pontos que permitiram as correções do mapeamento. Além disso, os usos da terra e as diferentes fitofisionomias foram fotografados, com o intuito de ilustração dos padrões de cobertura.

Para a elaboração do mapa da rede de drenagem, foram utilizadas as imagens RapidEye, nas quais foi digitalizada a drenagem, na escala 1:25.000 (na tela do computador).

Para gerar as APP (vegetação ripária) foi utilizada a ferramenta *Crete Buffers*, disponível no ArcGIS para delimitar faixas marginais ao longo dos cursos d'água com largura definida pelo usuário. No quadro 1 tem-se a largura das faixas destinadas a APPs conforme o Código Florestal, Lei Federal nº 12.651 de 2012 (Quadro 1).

**Quadro 1** | Áreas de Preservação Permanente a partir da Lei Federal 12.651 de 2012.

<i>Largura do curso</i>	<i>Área de Preservação Permanente</i>
Menos de 10 m	30 metros
De 10 a 50 m	50 metros
De 50 a 200 m	100 metros
De 200 a 600 m	200 metros
Mais de 600 m	500 metros

*Fonte: Elaborado pela autora.*

Para a delimitação das APP de encosta foi elaborado o mapa matricial de declividade em graus no ArcGIS 10.1 utilizando a ferramenta "Slope". Posteriormente, realizou-se a reclassificação do mapa de declividade com objetivo de delimitar apenas as APP superior a 45º.

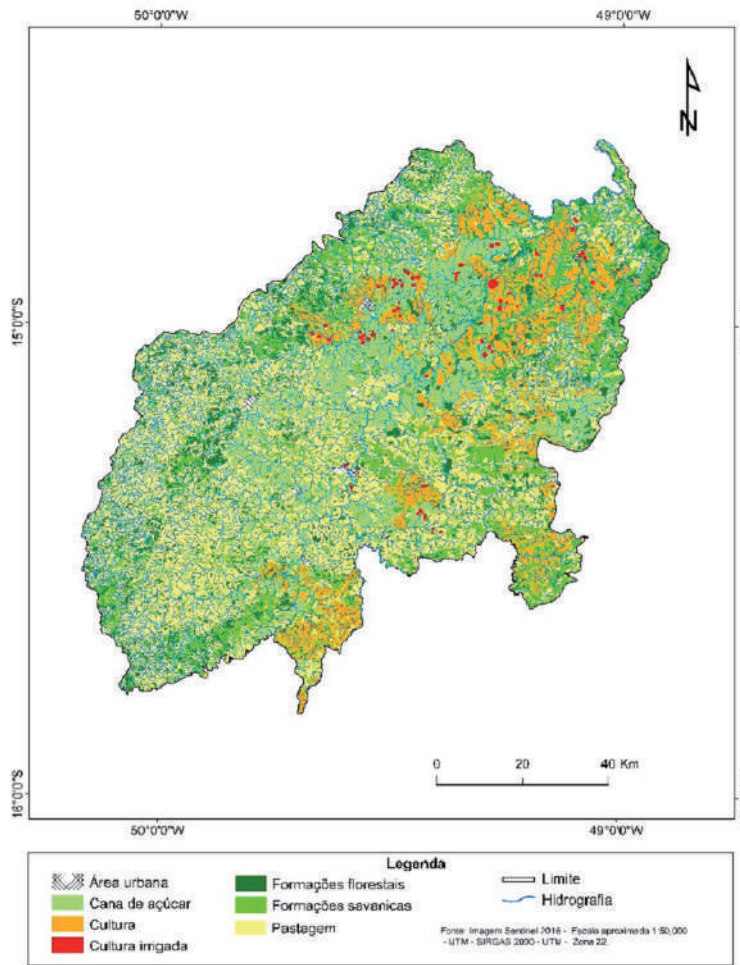
O Código Florestal de 2012 estabeleceu como topos de morros com altura mínima de 100m e inclinação média de 25º. As APPs devem abranger o conjunto de morros ou montanhas cujos cumes estejam separados a uma distância inferior a 500 metros, delimitado a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha do conjunto de menor altura. Para delimitação dos topos de morros utilizou-se a metodologia de Hott et al (2004).

A partir dos dados obtidos nas etapas anteriores foi realizada a tabulação cruzada entre o mapa de cobertura e uso da terra do ano 2016 com os dados das APP para verificação da situação dessas áreas. Cabe mencionar que o processo de tabulação cruzada é um importante componente para análise de dados estatísticos em que se compara as classes de dois planos de informações, determinando a distribuição de suas interseções. Os resultados representam tabelas de duas dimensões (DGI/INPE, 2019).

### 3 RESULTS E DISCUSSION

Para o mapeamento da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO), foi realizada a classificação por segmentação, com a utilização do método estatístico de crescimento por regiões, uma vez que a revisão realizada sobre mapeamento de cobertura e uso da terra a partir de imagens de satélite de alta resolução mostrou que a classificação baseada em objetos ou segmentos tem sido frequentemente utilizada para mapeamentos de áreas agrícolas, porque levam a resultados qualitativamente convincentes e operacionais (BLASCHKE et al., 2014).

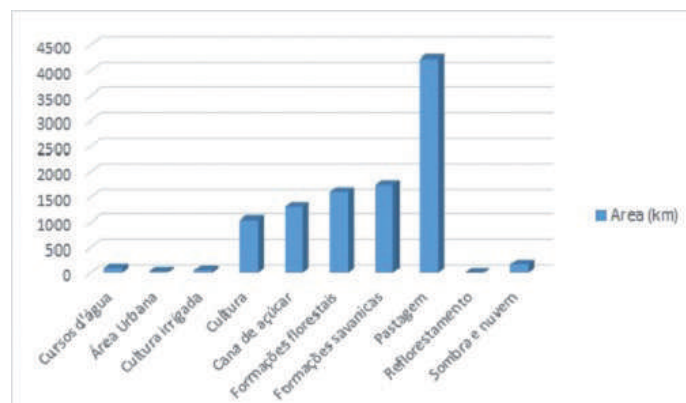
O mapa de cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio das Almas na microrregião de Ceres de 2016 pode ser observado na Figura 2.



**Figura 2 |** Mapa de Cobertura e Uso da Terra da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO) de 2016.

Fonte: Elaborado pela autora.

A Figura 2 demonstra que os remanescentes de vegetação da bacia hidrográfica do rio das Almas limitam-se a fragmentos, que ocupam 37% da área. Os maiores ocorrem nas porções noroeste, central e nordeste da bacia. Na porção sudeste, ocorrem poucos fragmentos, e menores, sendo necessário estudo detalhado para verificar o grau de conservação desses remanescentes e as possibilidades de restauração dessas áreas. O restante da área está sendo utilizada pela agropecuária, sobretudo pela pastagem, que ocupa 40,54%, e se distribui por toda bacia hidrográfica; seguida pela cana de açúcar, com 13,12%; e pela cultura de grãos, com pouco mais de 7% da área da bacia hidrográfica (Figura 3).



**Figura 3 |** Área das Classes de Cobertura e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do rio das Almas de 2016.

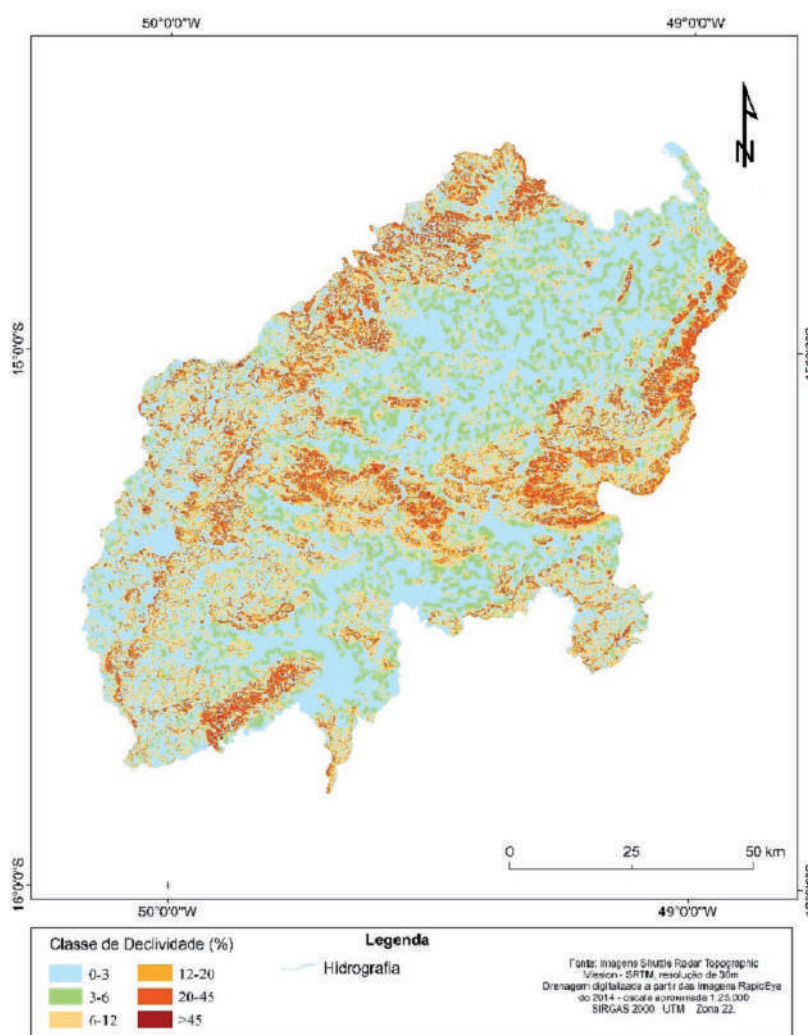
Fonte: Elaborado pela autora.

Nos últimos 20 anos, na microrregião de Ceres, verificou-se a substituição das áreas de pastagem e grãos pela cana de açúcar (SANTOS et al.,2017). Há também pressão pela conversão da vegetação natural, que ainda ocorre na região, em áreas de cultivo da cana de açúcar (SPAROVECK et al., 2008; RIBEIRO, 2010; SILVA E MIZIARA,2010; LEAL et al., 2017), uma vez que a microrregião é uma das grandes produtoras de biocombustível do Estado de Goiás.

Convém registrar que a expansão do cultivo da cana de açúcar pode levar a conflitos pelo uso da água, uma vez que em algumas áreas pode ocorrer a necessidade da irrigação de salvamento. Se essas aplicações de água não forem bem planejadas, podem gerar consequências irreversíveis sobre os recursos hídricos (ABADALA e RIBEIRO, 2011).

O cultivo de grãos (soja, milho) e da cana de açúcar localiza-se predominantemente nas porções central, norte, leste e sul da bacia. Nessas áreas foram mapeados 99 equipamentos de pivô central com área média de 63,06 há, em sua maioria conectados a canais de drenagem de primeira ordem, ou seja, áreas de nascentes, que apresentam barramentos.

A análise do mapa de declividade (Figura 4) e dos dados do Quadro 2 permite verificar que a área é favorável à atividade agrícola, pois predominam relevos com declives com até 12% (78,50% da área), sem restrições de ordem topográfica para a mecanização. Os relevos fortemente ondulados a montanhoso representam pouco mais de 9% da área, restringindo-se às áreas das Serras.



**Figura 4** | Mapa de Declividade da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).  
 Fonte: Elaborado pela autora.

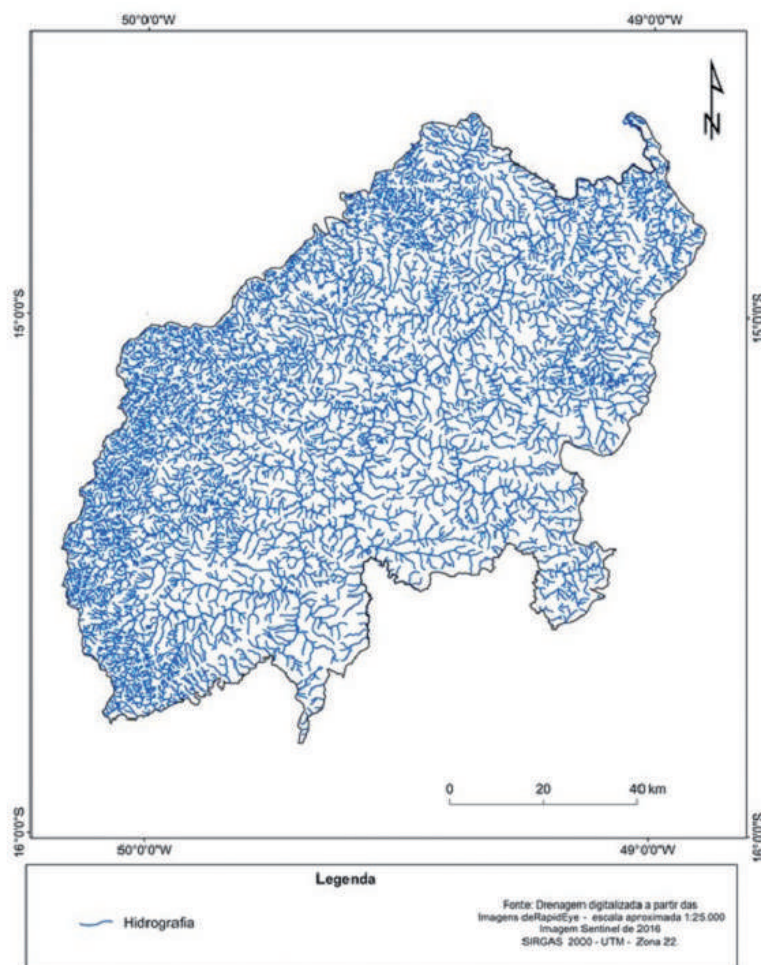


**Quadro 2 |** Área das Classes de Declividades da bacia do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Relevo	Classes (%)	Area	
		Km <sup>2</sup>	%
Plano	0 - 3	4.932,67	48,14
Suave ondulado	3 - 6	1.189,16	11,6
	06 - 12	1.921,59	18,75
Moderadamente ondulado	12 - 20	1.243,44	12,14
Forte ondulado	20 -45	937,49	9,15
Montanhoso	> 45	22,05	0,22
Total		10.246,40	100

Fonte: Adaptado de Ramalho e Beek (1995).

A rede de drenagem na bacia hidrográfica do rio das Almas apresenta o padrão geral dendrítico, embora apresente em algumas áreas feições que evidenciam o controle estrutural. O padrão dendrítico se desenvolve quando a rede de drenagem se encontra sobre rochas com resistência homogênea, como as rochas graníticas, sedimentares ou metassedimentares com estratos horizontais (RICCOMINI et al., 2001; CUNHA e GUERRA, 1995), com tributários espalhados por todas as direções do terreno. O rio das Almas é a drenagem principal e possui uma extensão de 468,88 quilômetros. (Figura 5).

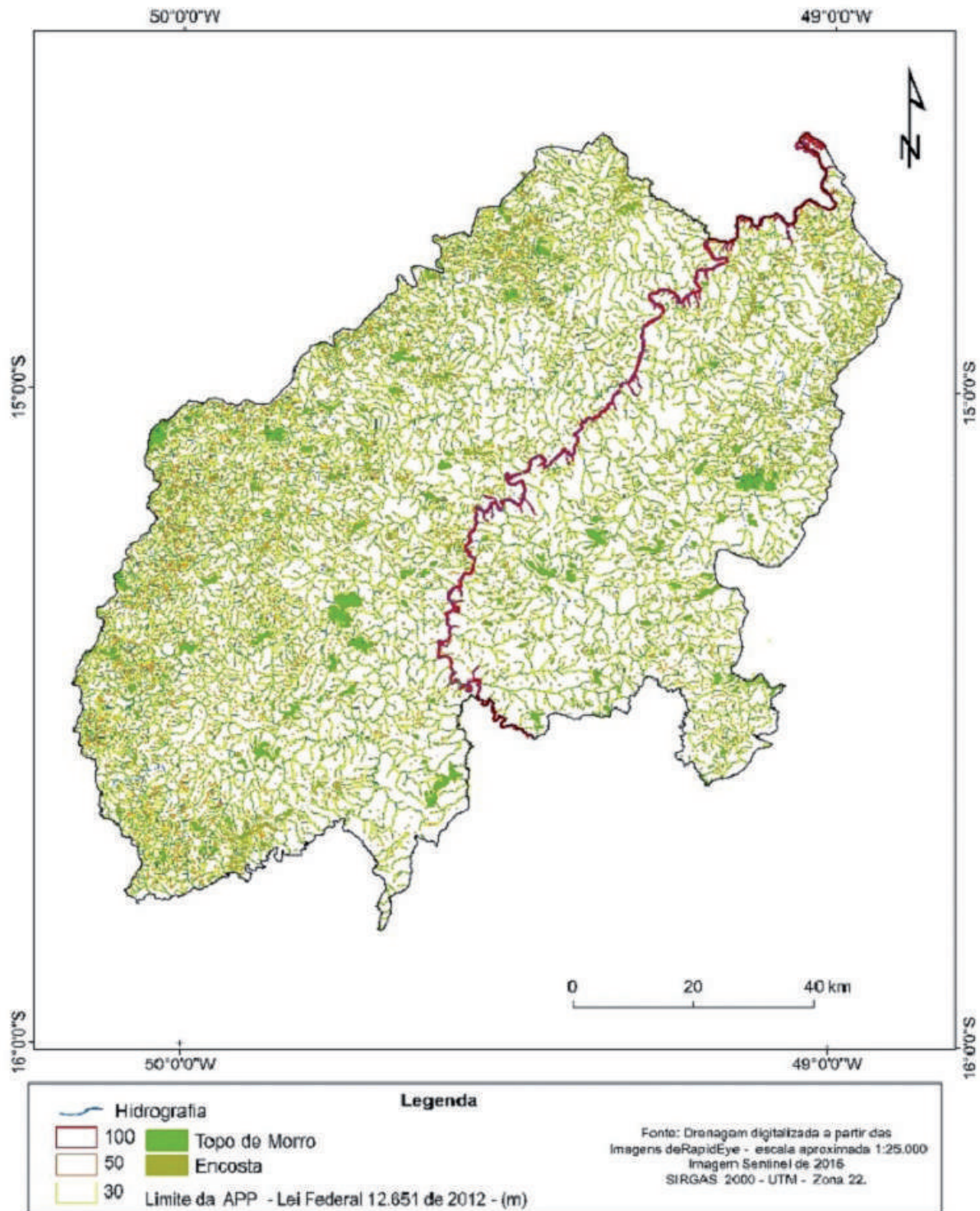


**Figura 5 |** Mapa da Drenagem da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.



Conforme referido anteriormente, as APPs dos cursos d'água foram delimitadas e calculadas a partir da rede de drenagem, e as APPs de topos de morro e encostas foram delimitadas a partir das imagens SRTM, as quais podem ser visualizadas na Figuras 6 e 7. O Quadro 3 apresenta a quantificação das áreas de APPs.



**Figura 6** | Mapa das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 7** | Carta imagem com as Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres (GO).

Fonte: Elaborado pela autora.

**Table 3** | APP area of the Almas river basin, Ceres microregion (GO).

App (m)	Area		(% em relação a área da bacia)
	(km <sup>2</sup> )	(%)	
30	718,69	60,79	7,01
50 Nascentes	55,24	4,67	0,54
100	74,6	6,31	6,31
Topo de morro	282,19	23,9	2,75
Encosta	51,5	4,36	0,5
Área total de APP	1.182,22	100	11,53
Área da Bacia	10.246,40		

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da tabulação cruzada entre o mapa de uso da terra de 2016 com os limites das APPs da bacia do Rio das Almas obteve-se os dados sobre as áreas das APPs que estão sendo irregularmente utilizadas pela agricultura e a pecuária (cultura, cana de açúcar e pastagens), conforme apresentado na Quadro 4.

**Quadro 4 |** Tabulação Cruzada entre APP e Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do rio das Almas, Microrregião de Ceres, de 2106.

APP (m)	Cultura	Cultura Irrigada	Área Urbana	Cena de Açúcar	Cultura Solo	Pastagem	Total
<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>							
30	33	0,11	0,2	57,13	2,65	244,8	337,44
50 Nascente	2,82	0,02	0,04	3,84	0,72	23,8	31,24
100	0,52	0	0,06	6,61	0	10,47	17,66
Topo de morro	14,35	0	0	20,14	10,55	95,83	140,87
Encosta	0,76	0	0	0,36	0,4	11,71	13,23
Total	51	0,13	0,03	88,08	14,32	386,61	540,44

Fonte: Elaborado pela autora.

Para os 1.182,22 km<sup>2</sup> de APPs delimitadas de cursos d'água e topo de morros e encostas, 795,61 km<sup>2</sup> apresentam vegetação nativa e 386,61 km<sup>2</sup> estão em situação inadequada, ou seja, estão com uso principalmente da pecuária (276,11 km<sup>2</sup>), seguida pela cana de açúcar (88,08 km<sup>2</sup>) e pela agricultura (65,32 km<sup>2</sup>). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira (2015), em trabalho realizado no município de Carmo do Rio Verde, revelando que na área da bacia hidrográfica do rio das Almas a pastagem ocupa a maior área das APPs. Garcia et al. (2015), observou a mesma situação na bacia hidrográfica do córrego Barra Seca (Pedreiras/SP) e Soares et al. (2011) na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu (MG).

Sousa (2018) analisou a cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente - APPs e de Reserva Legal – RL de 15 propriedades rurais na Região Hidrográfica do Rio das Almas – Foz Rio S. Patrício / Rio do Peixe - microrregião de Ceres (GO) e constatou que duas propriedades rurais apresentam vegetação remanescente muito abaixo do estabelecido pela legislação; quatro propriedades rurais apresentam vegetação natural, mas que está abaixo do que foi estabelecido pela legislação; três propriedades com área abaixo de quatro módulos fiscais terão que recompor a vegetação de acordo com o estabelecido pelo Código em relação ao tamanho da área; cinco propriedades rurais possuem uma área de vegetação natural maior do que estabelece a legislação sobre RLs.

Mendes e Rosendo (2013) mapearam as APPs de nascentes da bacia do Ribeirão São Lourenço (MG) e as classificaram em preservada, moderadamente preservada, moderadamente degradada e muito degradada. Os resultados alcançados apontaram que das 82 nascentes, 17% estão muito degradadas, 10% degradadas, 15% moderadamente degradadas, 13% moderadamente preservadas e 45% preservadas.

Já Coutinho (2010) utilizando a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), simulou as perdas de solo por erosão hídrica (t/ha/ano) na bacia hidrográfica do rio da Prata (ES), em ambiente de SIG, e obteve para áreas de APP com uso valores médios de perdas de solos de 85,43 t/ha/ano e máximos de 3.817,55 t/ha/ano. Para as áreas de APP com vegetação, a média de perda foi de 27,50 t/ha/ano e a máxima de 996,86 t/ha/ano. Esses dados revelam a importância da vegetação em áreas de APPs para a qualidade dos solos e a produção de água em bacias hidrográficas.

É importante mencionar que essas áreas de APPs que estão sendo ocupadas na área de estudo podem ter uso consolidado, ou seja, a Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, Código Florestal, estabeleceu o conceito de área rural consolidada com objetivo de anistiar as infrações ambientais cometidas antes de 22 de julho de 2008. No entanto, instituiu que nas propriedades rurais, em áreas rurais consolidadas, com até 1 módulo fiscal, a restauração das áreas de APPs deverá ser de cinco metros a partir da borda da calha do leito. Entre 1 a 2 módulos fiscais a restauração deverá ser de oito metros, e de 2 a 4

módulos fiscais deverá ser de quinze metros. Para os módulos superiores a 4 a recomposição deverá ser de 20 a 100 metros (Sousa, 2018). E que o prazo para recomposição não foi estipulado na legislação, podendo ser definido pelo Plano de Regularização Ambiental (PRA), (SOUSA, 2018).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a fiscalização, licenciamento e a preservação ambiental o mapeamento das APPs é essencial e na área de estudo os resultados revelaram que as áreas de preservação permanente ocupam uma superfície de 1.182,22 km<sup>2</sup> representando apenas 11,53% da área total da bacia. As APPs situadas nos topos dos morros com inclinação de 45° apresentaram menor área mapeada e foram menos afetadas pelo uso, enquanto que as de APPs situadas nas nascentes e cursos d'água, com maior área, foram as mais afetadas pelo uso indevido, com a pastagem ocupando 386,61 km<sup>2</sup>, a cana de açúcar 88,08 km<sup>2</sup> e outras culturas com 65,32 km<sup>2</sup>.

A utilização do geoprocessamento possibilitou obter informações acuradas sobre a cobertura e uso da terra, dimensões e distribuição espacial na paisagem. A utilização da imagem Sentinel de 2016, de alta resolução espacial, permitiu o mapeamento de oito classes de cobertura e uso da terra, com destaque para a classe Pastagem, ocupando mais de 40% da área total da bacia hidrográfica do rio das Almas, microrregião de Ceres, que é de 10.246,40 km<sup>2</sup>.

#### AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado no âmbito do projeto “PROCAD Novas fronteiras no Oeste: relação entre Sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940 -2013)”, com apoio da CAPES - Processo 2980/2014.

#### REFERÊNCIAS

- ABDALA, K. de O.; RIBEIRO F. L. **Análise dos impactos da competição pelo uso do solo no estado de Goiás durante o período 2000 a 2009 provenientes da expansão do complexo sucroalcooleiro.** Rev. Bras. Econ. vol.65 no.4. Rio de Janeiro Out. /Dec. 2011.
- AB'SABER, A. N. **Bases conceituais e o papel do conhecimento na previsão de impactos.** In: AB'SABER, A. N. e PLANTENBERG C. M. (org.) *Previsão de Impactos: O estudo do impacto ambiental no leste, oeste e sul. Experiências no Brasil, na Rússia e na Alemanha.* 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.
- AB'SABER, A. N. **Domínio dos Cerrados: Uma introdução ao conhecimento.** Ver. Serv. Públ. 40 (111) 41 55, 1983.
- AB'SABER, A. N. **Domínios Morfoclimáticos da América do Sul: primeira aproximação.** *Geomorfologia.* 51:1-21, 1997.
- ALMEIDA S. P. Eds. **Cerrado: Ambiente e Flora. Planaltina:** EMBRAPA – CPAC. 1998. P.89-168.
- BARBALHO, M.G.S.; DE CAMPOS, A. B. **Vulnerabilidade natural dos solos e águas do estado de Goiás à contaminação por vinhaça utilizada na fertirrigação da cultura de cana-de-açúcar.** In: *Boletim Goiano de Geografia.* Goiânia, v. 30, nº 1, jan. /jun. 2010.
- BARBALHO, M.G.S.; DUTRA, S.S.; DELLA GUISTINA, C.C. **Avaliação Temporal do Perfil da Vegetação da Microrregião de Ceres através do Uso de Métricas de Paisagem.** *Boletim Goiano de Geografia,* v. 35 n.3 set-dez. Goiânia, 2015.
- BARRETO, C.G.; BRAZ, V.S.; FRANÇA, F.G.R. **Lições para a Biologia da Conservação no Cerrado a partir dos Padrões de Diversidade Genética Populacional do Anfíbio *Physalaemus cuvieri*.** *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science,* v.5, n.3, jul.-dez. 2016, p. 101-119. DOI: <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2016v5i3.p101-119>



BECKER C; OSTERMAN, J; PAHL, M. **Automatic quality assessment of gis data base an object coherence.** In: Proceedings of the 4th GEOBIA. Rio de Janeiro [s/n], 2012.

BERGTOLD, J S.; CALDAS, M. M.; Sant'anna, A.C.; G. G.; Rickenbrode, V. **Indirect land use change from ethanol production: the case of sugarcane expansion at the farm level on the Brazilian Cerrado.** Journal of Land Use Science Vol. 0. 25th European Biomass Conference and Exhibition, 12-15 June 2017, Stockolm, Sweden.

BLASCHKE T. & KUX H. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores métodos inovadores.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

BLASCHE, T; HAY, G. J; KELLY, M.; LANG, S.; HOFMANN, P; ADDINK, E; FEITOSA, R. Q; MEER, F. V. WERFF, H. J; COILLIE, F. V; TIEDE, D. **Geographic Object-Based Image Analysis - Towards a new paradigm.** ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 87, pp.180-1091, 2014

BRANNSTROM, C.; JEPSON, W.; FILIPPI, A.M.; REDO, D., XU; Z.; GANESH, S. **Land change in the Brazilian Savanna (Cerrado), 1986–2002: Comparative analysis and implications for land-use policy.** Land Use Policy 25, 579–595, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 maio 2012.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUSO, F.F. N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Koppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA geográfica**, v.8 n. 16, pp.44-55, 2014.

jan. /mar. 2014. CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A.; SILVA, I. A. **Seasonal variation of a hyperseasonal Cerrado in Emas national park, central Brazil.** Flora 200, pp. 345-353, 2005

COUTINHO, L.M. Impacto das áreas de preservação permanente sobre a erosão hídrica na bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo-ES (Dissertação). Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo, 2010.

COUTINHO, A. C. Segmentação e classificação de imagens LANDSAT-TM para o mapeamento dos usos da terra na região de Campinas, SP. 1997. 150 p. São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 1997.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS . <http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/aula9.pdf>

DUTRA E SILVA, S.; BOAVENTURA, J.K.; PORFÍRIO JÚNIOR, D.E.; SILVA NETO, C.M. **A última fronteira agrícola do Brasil: o Matopiba e os desafios de proteção ambiental no Cerrado.** Estudios Rurales, vol. 8, Nº Especial (Outubre), CEAR-UNQ. Buenos Aires; pp. 145-178, 2018.

DUTRA E SILVA, S. **No oeste a terra e o céu: a expansão da fronteira agrícola no Brasil Central.** Rio de Janeiro: Mauad X, 2018

DUTRA E SILVA, S; BELL, S. **Colonização agrária no Brasil Central: fontes inéditas sobre as pesquisas de campo de Henry Bruman em Goiás, na década de 1950.** Topoi (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 19, n. 37, p. 198-225, jan./abr. 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos: 3a ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FAISSOL, S. **O Mato Grosso de Goiás.** Rio de Janeiro: IBGE, 1952.

FERREIRA, A. A. de F.; GARRO-TEJERINA, L.F.; BARBALHO, M. G. S.; MAIA, T. C.B. **Métricas de paisagem na avaliação da cobertura vegetal em ottobacias do estado de Goiás, Brasil Central.** In: Recursos Naturais: indicadores de uso e manejo de biotas, solos e águas no cerrado. 1a ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2016.



FERREIRA, A. C. Análise da cobertura e uso da terra no município de Carmo do Rio Verde - GO em 2015: Ocupação das áreas de preservação permanente pela cana de açúcar (Dissertação) Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA, Anápolis, 2016.

GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S.; SPADOTTO, A.J.; DE CAMPOS, M.; SILVEIRA, G. R. P. **Caracterização de conflitos de uso do solo em APP na bacia hidrográfica do córrego Barra Seca (PEDERNEIRAS/SP)**. Energ. Agric., Botucatu, vol. 30, n.1, p.68-73, janeiro-março, 2015.

GARDIMAN JÚNIOR, B. S.; COUTO, D. R.; SOUZA, F. B. C.; SANTOS JUNIOR, G. N.; SANTOS, A. R. **Perda de solo por erosão hídrica em áreas de preservação permanente na microbacia hidrográfica córrego do Horizonte, Alegre, Espírito Santo**. Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 2, p. 0 21-034, maio/jun. 2012.

GUIMARAES, F.de M. S. **O Planalto Central e a Mudança da Capital do Brasil**. Revista Brasileira de Geografia, n.4 outubro-dezembro de 1949.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Rio de Janeiro: Mapas de Geologia, Geomorfologia e Solos na escala 1:250.000.

HOTT, M.C; GUIMARÃES, M; MIRANDA, E.E. **Método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo, com base em geoprocessamento**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélites; 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Censo demográfico 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Rio de Janeiro: Manual Técnico do Uso da Terra. 3ª Ed. 2013.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **Conservation of the Brazilian Cerrado**. Conservation Biology, v. 19 (3): 707-713, 2005.

LEAL, A.C.; FERREIRA, R.M.; DUTRA E SILVA, S.; FRANCO, J.L.A.; SAYAGO, D.A.V.; BARBALHO, M.G.S.; TAVARES, G.G.; PEIXOTO, J.C. **Novas Fronteiras no Oeste: Relação entre sociedade e natureza na microrregião de Ceres em Goiás (1940-2013)**. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v.4, n.3, jul.-dez. 2015, p. 219-230.

MARQUES, E. M; RANIERI, V. E. L. **Determinantes da decisão de manter áreas protegidas em terras privadas: o caso das reservas legais do estado de São Paulo**. Ambiente & Sociedade, v. 15, n. 1, p. 131-145, 2012

MARTINS, A. K. E.; NETO, A. S.; MARTINS, I. C. M.; BRITES, R. S.; SOARES, V. P. **Uso de um sistema de informações geográficas para indicação de corredores ecológicos no município de Viçosa - MG**. Revista Árvore, Viçosa - Minas Gerais, v. 22, n. 3, p. 373 -380, 1998.

MENDES, L. S.; ROSENDO, J. S. **Mapeamento da intervenção antrópica em áreas de preservação permanente de nascentes no Cerrado brasileiro**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium. Vol.4(2), 2013.

METZGER, J. P; LEWINSOHN, T.M.; JOLY, C. A.; CASATTI, L.; RODRIGUES, R. R.; MARTINELLI, L. A. **Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos**. Biota Fapesp e ABECO, v.30. p. 1 -13, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (2010).

MOMOLI, R. S. Dinâmica da sedimentação em solos sob mata ciliares. 192 p. Tese de doutorado (Doutorado em Agronomia) - Universidade São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

PEREIRA JÚNIOR, L. C. O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3ª ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995.65p.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; MENEZES, S. J. M. C.; LANA, V. M.; LIMA, C. A. **Áreas de preservação permanente: espaços (im)possíveis. Ambiência, Guarapuava – Paraná**, ISSN 1808 -0251, v. 6. Ed. Especial, p. 93 - 102, 2010.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO S.M;

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P.C.F; MANZINI, F. **Rios e processos aluviais**. In: TEIXEIRA, W.; et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos. 2000. 191-214.

RIZZI, N.E. **Hidrologia Florestal e Manejo de Bacias Hidrográficas** (apostila didática em meio digital) 26 capítulos (4gb) disponível em [www.hidrologia.ufpr.br](http://www.hidrologia.ufpr.br), 2011.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.B.; FERREIRA, L.G. **Mapeamento de Cobertura vegetal do Bioma Cerrado: Estratégias e Resultados**, Embrapa Cerrados, Planaltina. DF. 2007

SANO, E. E; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. **Mapeamento semidetalhado do uso da terra do bioma Cerrado**. Pesq. Agropec. Bras. Jan 2008, vol.43, nº1, p.153-156.

SANTOS, R.; SOARES F. B.; BARBALHO, M. G. S.; PEIXOTO, J.de C.; LEAL, A. C. **Áreas de proteção permanente e expansão do agronegócio canavieiro: uma análise da microrregião de Ceres, Estado de Goiás, Brasil**. Anais do VIII Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente. III Escola e Pós-Graduação SOUCHA, out. 2017.

SILVA, A. A; MIZIARA, F. **Avanço da fronteira do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás**. Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 41, nº 3, jul. /Set, 2011, p. 399-407. Universidade Federal de Goiás, Goiás. Disponível em:< <http://www.revistas.ufg.br>>.

SOARES, V. P.; MOREIRA, A.de A. M.; RIBEIRO, C. A. A. S.; GLERIANI. J. M.; GRIPP JUNIOR, J. **Mapeamento de áreas de preservação permanentes e identificação dos conflitos legais de uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão São Bartolomeu – MG**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.555-563, 2011.

SOARES-FILHO B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR. A. **Cracking Brazil's forest code**. Science 344(6182):363-4. 2014.

SOUSA, K.G.R. Cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e reserva legal na região hidrográfica do rio das Almas – Foz do rio S. Patrício/rio do Peixe, microrregião de Ceres (GO). Dissertação (Dissertação em Ciências Ambientais) – PPSTMA, Anápolis, p.68,2018.

SPAROVECK, G.; BARRETO, A. G. O. P.; KLUG, I. L. F; PAPP, L.; LINO, J. **A revisão do código florestal brasileiro**. Novos Estudos, v.89, p. 111- 135, 2011.

SPAROVECK, G.; BERNDES, G.; KLUG, I. L. F; BARRETO, A. G. O. P. **Brazilian agriculture and environmental legislation: status and future challenges**. Environmental Science & Technology, v.44, n. 16, p. 6046- 6053, 2010.

SPAROVEK, G. **Caminhos e escolhas na revisão do Código Florestal: quando a compensação compensa?** Visão Agrícola, p. 25-28, 2012.

SPAROVEK, G.; BERNDS, G.; BARRETO, A. G; KLUG, I. L. F. The revision of the Brazilian Forest Act: **increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation?** Environmental Science & Policy, v. 16, p. 65–72, 2012.

STRASSBURG, B.N.; BROOKS, T.; BARBIERI, R.F.B.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; SCARAMUZZA, C.A.M.; SCARANO, F.R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD, A. **Moment of truth for the Cerrado Hotspot.** Nature Ecology and Evolution1, 99. 2017

TREVISAN, D.P.; MOSQUINI, L.E. **Dinâmica de Uso e Cobertura da Terra em Paisagem no Interior do Estado de São Paulo: Subsídios para o planejamento.** Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, v.4, n.3, p. 16-30, jul.-dez. 2015.

WAIBEL, L. **Vegetação e Uso da Terra no Planalto Central.** Revista Brasileira de Geografia, v.10.n.3 1948.

# The impact of the Brumadinho dam failure in *Naô Xohã* village

*O impacto do rompimento da barragem de Brumadinho  
na aldeia Naô Xohã*

Adriana Aparecida Silva<sup>a</sup>

Divina Aparecida Leonel Lunas<sup>b</sup>

Poliene Soares dos Santos Bicalho<sup>c</sup>

Roseli Martins Tristão Maciel<sup>d</sup>

<sup>a</sup>*Docente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (Teccer) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: ueg.adriana@gmail.com*

<sup>b</sup>*Docente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (Teccer) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: divalunas@gmail.com*

<sup>c</sup>*Professora Titular da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: poliene.soares@gmail.com*

<sup>d</sup>*Docente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (Teccer) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: roselitristaomaciel@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24017

Received: 10/04/2019

Accepted: 09/10/2019

ARTICLE-DOSSIER

---

## ABSTRACT

It is still under strong impact from the Brumadinho dam failure that this article was written. Our main goal is to approach, in the midst of so many social groups hit by this announced tragedy, the reality of the village Naô Xohã, whose population lives on the banks of the Paraopeba River, also victimized by this environmental disaster of consequences not yet dimensioned. As it is a contemporary theme, several press releases were used to compose the narrative, as well as to build a comprehensive review of the literature on the Movement of People Affected by Dams and on socioeconomic and environmental impacts. The proposition, however, is based on an interdisciplinary approach to the theme, which is the impact of the Brumadinho dam failure in Naô Xohã village, mainly due to the pollution that spread over the Paraopeba River. To this end, a fruitful dialogue was established between history, geography, economics and environmental issues.

Keywords: Dams. Brumadinho. Paraopeba River. Indigenous Territorialities. Pataxó People.

## RESUMO

*Ainda é sob forte impacto do desastre do rompimento da barragem de Brumadinho que este artigo foi produzido. O objetivo deste é adentrar, em meio a tantos grupos sociais atingidos por essa tragédia anunciada, a realidade da aldeia Naô Xohã, que vive às margens do Rio Paraopeba, também vitimada por esse desastre ambiental de consequências ainda não dimensionadas. Por se tratar de tema contemporâneo, várias publicações de imprensa foram utilizadas para compor a narrativa, além de ampla revisão da bibliografia referente ao Movimento dos Atingidos por Barragens e sobre os impactos socioeconômicos e ambientais. A proposta, todavia, embasa-se em uma abordagem interdisciplinar do tema, que é o impacto do rompimento da barragem de Brumadinho na aldeia Naô Xohã, em função, principalmente, da poluição que se espalhou pelo Rio Paraopeba. Para tanto, estabeleceu-se um diálogo profícuo entre História, Geografia, Economia e as questões ambientais.*

*Palavras-Chave: Barragens. Brumadinho. Rio Paraopeba. Territorialidades Indígenas. Povo Pataxó.*

## 1 INTRODUCTION

Reading the sentence “the moon teaches us the right time to fish”, taken from the book *O Povo Pataxó e sua História* (1997, p. 16), written by the indigenous teachers of Rio Doce State Park (MG), Angthichay, Arariby, Jassanã, Manguadã and Kanátyo, it is possible to measure the importance of the Paraopeba River to the Naô Xohã indigenous community, located on the banks of the mentioned river, which was also affected by the toxic mud that was spread all over the river after the Brumadinho Dam failure, on January 25, 2019.

The Pataxó Hã-hã-hãe<sup>1</sup> community which lives on the banks of the Paraopeba River, made up of approximately 80 indigenous people, was largely sustained by the river, as it has been known since ancient times, most of the indigenous people live by hunting, gathering and fishing. The river is therefore the place from which they get part of their food, as well as a source of leisure and water supply.

Thus, the relationship of indigenous peoples with water, with the river and with the sea is millennial. It is striking how the most different indigenous peoples from Brazil and from the world have cosmogonies always permeated by the presence of waters, from which emanate beings that provide life or its continuity. Among the *Yanomâmi*<sup>2</sup>, it is believed that the “forest dwellers” have been born “from the vagina of Omama’s wife, Thuëyoma, the woman he drew from the water” (KOPENAWA & ALBERT, 2015, p. 82). Among the *Iny-Karajá*<sup>3</sup>, the relationship with the Araguaia River also highlights this intimacy with the waters, from which the livelihood, the satiety, the leisure and the mythological and explanatory stories of the origin of the people are taken.



Karajá ethnographies point to a single narrative as the “origin myth of humanity,” the one that tells how the Iny who inhabited the Berahatxi, the underwater world, lower level of the cosmos, discovered a passage to the outside world and left to live on the shores of Araguaia. (NUNES, 2016, p. 30)

With the Pataxó<sup>4</sup> people and Pataxó Há-há-hãe<sup>1</sup> people the story is no different, and it is no coincidence that a subgroup of the latter came to inhabit this region of the state of Minas Gerais, exactly in a place on the banks of the Paraopeba river. The origin myth of this ethnicity is also associated with water, which, when falling from the sky, in the form of rain, conceives the Indian:

One day, in the blue of the sky, a great white cloud formed, which soon turned to rain and fell to the earth. The rain was ending and the last drop of water that turned into an Indian. The Indian stepped on the ground, began to look at the forests, the birds that flew by, the water that walked with serenity, the animals that roamed freely and was fascinated by the beauty he was seeing around him (VALLE, 2001, p. 61).

The history of the Pataxó people and their relationship with the waters goes beyond this brief introduction, which sets out to present the central objective of this article. We intend to enter among so many social groups affected by this announced tragedy, the reality of the village Naô Xohã, which is located on the banks of the Paraopeba River, also victimized by this disaster of human, environmental and natural consequences not yet considered, considering the reach of huge proportions and all the tragedy.

Due to the topicality of the researched theme, the selected theoretical conception is based on the history of the present time, or contemporary history, which although “is often the target of serious criticism and censorship, due to the disadvantages of its use and legitimacy in the world contemporary society has been increasingly recognized and reinforced” (BICALHO, 2010, p. 31). The inherent obstacles to this historiographic process are acknowledged, however, it was decided to emphasize the advantages of this kind of history, since, according to François Dosse (2001), it allows “breaking causal fatalism”, since subjects of study are usually unfinished; although methodologically complicated, the result of the historian’s work may be “sifted through the testimonies of the events he analyzes” (DOSSE, 2001, p. 93-94); “in addition to having recourse to oral sources and a diverse range of other sources: print, media, electronics and images (BICALHO, 2010, p. 31).

The research that resulted in this article is of a qualitative nature, since this methodology makes it possible to grasp the object of investigation in its entirety, in an effort to inquire into its causes, the web of relationships, mediations and contradictions that configure it, in its own dynamic interaction with a larger reality.

The qualitative research aims to analyze the social representations and the meanings that the actors involved in the investigation process attribute to the complex network of relationships that configure the object of this study. However, when necessary, the registration of quantitative data was allowed during the research, since these do not contradict the qualitative data, in fact, they complement each other (MINAYO, 2002). A bibliographic research was also performed, which includes the study of books, articles published in magazines and newspapers.

In the course of that, due to the topicality of the theme and the lack of academic papers focusing on the dam failure and the indigenous community analyzed, digital and electronic sources were used, such as news from newspapers and websites, as well as a significant review of the bibliography, considering the interdisciplinary perspective of approaching the theme, which was guided by environmental issues and the impacts of the Brumadinho dam failure on the Naô Xohã indigenous community, involving History, Geography and Economics.

## 2 IMPACTS OF DAM CONSTRUCTION AND FAILURE

In this topic, we intend to analyze several moments of the same social problem: the peoples victimized by the breaking of the dams in Brazil during the twentieth century. There are numerous ways in which dams impact the environment and affect the way of life of traditional indigenous people, riverine and farming populations who inhabit the area where they are built and their surroundings

The negative impacts from construction are mainly related to the flooding of large areas, leading to the need of land expropriation and relocation, fragmentation of the ecosystem with loss of natural habitat of animal species; changes in channel runoff, with downstream effects on ichthyofauna and riverine population living off fishing; increased migration during the construction of the dam with economic and social consequences for the surrounding cities, when the work is completed and these immigrants are left unemployed; in addition, there is a change in the landscape and the destruction of historical and archaeological heritage, which will suffer flooding.

As for the breaking of dams, it can take the form of a major catastrophe, with the burial of large areas, leading to contamination of the soil and channel waters to the river mouth and, in some cases, to the ocean; the death of fauna and flora species; besides loss of material and immaterial memory of places and people as is the recent case of Brumadinho. Other impacts develop in a subtler way, causing the loss of several fundamental rights, such as land use, housing, water, light, mobility, among others. These cases can be exemplified by the construction of the Serra da Mesa dams in Goiás, inaugurated in 1998; and Sobradinho, in the countryside of Bahia, in the 1970s.

The social problems arising from this last example became nationally notorious thanks to the denouncement made by the artistic vein of Sá and Guarabira, through the music they composed and which bears the same name of the plant, “Sobradinho”, whose refrain is the famous excerpt: “The sertão will turn into the sea and the sea will turn into the sertão”, said by Antonio Conselheiro, at the end of the 19th century.

As stated above, the song Sobradinho, with its protest content, warned of the economic and social consequences with which the population of the region would have to bear because of the dam built on the São Francisco River. In fact, the construction of the dam gave rise to a huge lake that flooded the cities, which are mentioned in this song, casting out its residents from the region: “[...] goodbye Remanso, Casa Nova, Sento-Sé, goodbye Pilão Arcado comes the river swallowing you, underwater there goes your whole life [...]”, records of material and immaterial losses that would come.

The construction of the dam at the Usina Hidrelétrica de Sobradinho in northern Bahia took six years and was inaugurated in 1979. As an immediate consequence of this venture, seven municipalities were flooded and more than seventy people were affected. The dam created the third largest artificial lake in the world, with a surface area of 4,214 km<sup>2</sup> (COSTA, 1990). On the other hand, the Brumadinho dam, in Minas Gerais, was built from 1976, having several expansion moments, with prevision and deposit capacity for 12.7 million cubic meters of tailings, which initially promoted the alteration of the relief and at the base level of the Ferro-Carvão creek and the Feijão stream.

It can be affirmed that it is the actions of the State, through their administrators and their power, together with the hydroelectric or mining companies, that allow the intervention in the physical space so that the dams can be built, usually without consulting the population, as provided in the Constitution of the Federative Republic of Brazil of 1988 and Convention C169 of the International Labor Organization (ILO) of 1989. From these reflections, we will make a brief sketch about populations that were affected, most directly by these processes during the twentieth century and the first decades of the 21st century.

## 2.1 HISTORY OF DAMS AND THEIR CONSEQUENCES IN BRAZIL

The first recorded data to which we had access about people affected by dams refer to the so-called “Brazilian Holocaust”, which occurred in the 1930s. This is the Patu dam, a dam that was not completed until 1987, on the banks of the namesake river that is a tributary of the Jaguaribe hydrographic basin. In 1923 the project and the works were abandoned by order of the governor Artur Bernardes, thus becoming a concentration camp, a cemetery of fifteen thousand undead (MELLO, 2011).

The fields were created by the Federal Inspectorate of Works Against Drought (IFOCS) in 1932 as a result of a major drought in Ceará. To prevent the scourges from seeking help in the cities, making them overcrowded, they were surrounded in the crater of the dam by walls and barbed wire, where they died of malnutrition and various diseases in the “hunger pens” (Idem, p. 71).

The suffering reality through which the population went through around the unfinished Patu dam happened during the Vargas administration (1930-1945), and the concentration camps were established in 1932, before the Estado Novo, highlighting the authoritarian and fascist character that would be assumed by this politician a few years later, in 1937.

At the end of the 1940s, with the imminence of the end of World War II and the consequent return of democracies, Getúlio Vargas created, through Decree-Law no. 6.354 / 44, the National Department of Works and Sanitation (DNOS), the agency that was active in flood control ventures involving the construction of dams, polders and drainages, primarily with the aim of preventing flooding in populated areas (MELLO, 2011).

### TRAGEDIES WITH DAMS

One of the first catastrophes due to dams in Brazil occurred in 1986, in the city of Itabirito-MG, with the failure of the tailings dam of Fernandinho Mine, of the Itaminas group. As a result, seven people died and much environmental damage was caused (THOMÉ; PASSINI, 2018).

From the time the Fernandinho tragedy occurred to the present day, the number of broken dams is alarming, especially in the state of Minas Gerais. What is even more tragic is the fact that during each failure, the number of victims affected, including dead, wounded, displaced and missing, increased significantly.

In June 2001, the disruption of an iron ore tailings dam at Mineradora Rio Verde destroyed the main access road and buried part of the town of São Sebastião das Águas Claras in the Macacos district of Nova Lima, metropolitan region of Belo Horizonte/MG. Five people died and seventy-nine hectares of Atlantic Forest were devastated, the information is from the State Communication Agency (2011).

Later, in 2003, the dam of the Cataguases Minas Gerais paper industry was broken, spilling a black liquor that caused the water supply to be disrupted, contaminating the Pomba and Paraíba do Sul rivers, leaving six hundred thousand people without water (MELLO, 2011).

In 2007, bauxite tailings leaked at the Mineração Rio Pomba company in Mirai, which reached a volume of two million cubic meters, displacing more than 4,000 residents and affecting four municipalities. This catastrophe also caused the interruption of water supply to the population (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2017).

A failure that occurred in the spillway of the Companhia Siderúrgica Nacional dam, in 2008, flooded with mud a part of the city of Congonhas, Minas Gerais, displacing forty families (BELTRAMI; FREITAS; MACHADO, 2012). In 2014 three workers from Herculano Mineração died in Itabirito-MG, and iron mining tailings from the failed dam reached several watercourses in the region (Idem).

One of the largest tragedies with dams occurred on November 5th, 2015, in the city of Mariana-MG, with the breach of the Samarco mega mining founder dam Fundão, founded in 1977, today under the control of Vale (50%) and BHP Billiton Brasil (50%). Such occupational-environmental tragedy is far from being an isolated episode, as it represents the apex of a series of events related to the growth of mega-mining in the country (PORTO, 2016). Finally, we have the tragedy of the Brumadinho Valley in 2019, which caused the death and disappearance of approximately three hundred people.

### **3 DAM FAILURE IN BRUMADINHO: HISTORICAL CONTEXTUALIZATION OF THE MUNICIPALITY**

The occupation of the territory in Brazil was marked by the entrance to the countryside, with the Bandeiras, in order to explore the natural resources of the country. The abundance of these resources motivated an increasingly and intense occupation, with the economic exploitation in the countryside. Areas such as the future state of Minas Gerais have had several expeditions since the initial period of the territorial occupation.

The Brumadinho region, in Minas Gerais, has its formation associated with the exploration of the pathfinders - paulista bandeirantes - whose chief was Fernão Dias Paes Leme (IBGE, 2019). The frontiers of the bandeirantes aimed to occupy the territory and create supply conditions for the coming communities, thus the necessity to create small villages that met the demands of supplies for the bandeiras and support for the rest of these troops.

This aspect benefited the region with the formation of a small settlement, which attracted people and small communities to the region, due to its richness in natural resources, which facilitated the establishment of small-scale productive exploration activities. The beginning of mineral exploration in Brazil in the colonial period benefited the region, which became a small iron ore mining town, an abundant resource in this territory. Another economic activity that benefited this space was the coffee culture and the implementation of railroads, an important infrastructure branch for the occupation of the mining territory. According to Silva (2018), on 02/09/1855, a contract was signed with Edward Price for the construction of the first railway section, which would originate the Central Railway of Brazil.

The railroad played a key role in enhancing the occupation of the territory and benefiting embryonic mining activities, integrating the flow system, especially products destined for the export market, such as coffee. Silva (2018) points out that the idea was the integration of the Rio das Velhas valley to the São Francisco river, with a multimodal system connecting the railroad with the river system, thus providing the union between the North and the South. This integration was achieved in 1910, with the inauguration of the trails in Pirapora, on the banks of the São Francisco River.

The Paraopeba branch was part of the region and was an attraction for workers and immigrants who came looking for opportunities, both in the agricultural activity, as well as in the mineral extraction activities. This branch was made up of 39 stations, starting in the region that would be Belo Horizonte until it reached the station of Dr. Joaquim Murtinho, in Minas Gerais (SILVA, 2018).

These factors benefited the small settlement with the establishment of small businesses, the construction of housing, thus establishing a tiny population in the region, creating the necessary conditions for the constitution of an important urban core in the interior of Minas Gerais. The region acquired municipality status under the name Brumadinho, on December 17th, 1938, by state law no. 148, when it was dismembered from the municipalities of Bonfim, Itabirito and Novo Lima (IBGE, 2019). The municipality is made up of five districts by the division presented in 2017 (IBGE, 2019), namely: Brumadinho, Aranha, Conceição do Itaguá, Piedade do Paraopeba and São José do Paraopeba.

Despite the region's natural richness and the strong presence since the foundation of the first

settlements of mineral exploration activities, economic data on average wages and occupancy rates are below the national average. In 2016, the data indicated that the average salary was 2.4 minimum wages (R\$ 2,112.00); and the rate of employed persons in relation to the total population was 22.9%. Another factor that points to a low purchasing power in the region are households with monthly incomes of up to half the minimum wage per person, which reaches the proportion of 33.5% in the municipality (IBGE, 2019).

The human development index (HDI) of 2010 indicates a value of 0.747, above the average of the state of Minas Gerais, which is 0.731, ninth position in Brazil among the states. These indications, presented by the municipality and the state of Minas Gerais, are classified, on a scale from 0 to 1, as having a high index of human development.

The Brumadinho tragedy, on January 25th, 2019, has raised questions about the region's development model by provoking one of the largest life-threatening environmental disasters in Brazil. This tragedy is already considered the biggest work accident in the country, caused by the failure of the mineral tailings dam from the production of the Córrego do Feijão Mine.

This dam was built in 1976 and used the upstream elevation method (VALE, 2019). This type/method of dam construction is considered cheaper, however, this increases the risk of failure as this method uses its own waste to construct its containment structure. The failed dam went through three years without receiving waste and underwent various types of monitoring to ensure its safety, including reports from international companies, which were not sufficient to prevent the disaster. This demonstrates that the monitoring methodology and environmental reports for the mineral waste dam need a review and also an advance regarding real time mapping technologies.

Data on the area of leak impact, according to the public civil action in defense of the environment of the State of Minas Gerais, promoted by the public prosecutor of this state, highlights that:

With the disruption of the three dams in total, about 13 million cubic meters of mining tailings containing various heavy metals and chemicals from the mining process were released into the environment. The wave of tailings resulting from the disruption of RESPONDENT's responsibility dams initially hit the company's administrative area and part of the Vila Ferteco community. According to data released by CBM/MG and CEDEC to date (11/03/2019), 200 dead and 108 missing and nearly two hundred injured were counted, among Vale employees and service providers, residents of the region and guests of a inn, as well as severe social and environmental damage throughout the Paraopeba River Basin, difficult to reverse and economic damage to residents, farmers, commerce, among other activities affected, and damage to state and municipal public purse (MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS, 2019, p.5).

In this affected area there are small farms of family farmers, rural communities and indigenous peoples living on the banks of the river. Among the main productive activities were the production of vegetables and fruits to supply the urban centers located in the region; tourist inns; and other instances of leisure. The loss of these areas can be considered a significant economic impact for the region.

#### **4 ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE IMPACTS RESULTING FROM THE DAM RUPTURE IN BRUMADINHO-MG**

There is specific legislation on dam safety issues, which, according to Neves (2018), are: Law No. 12,334 of September 20, 2010; CNRH Resolution No. 143/2001; CNRH Resolution No. 144/2001; ANEEL Normative Resolution No. 696/2015; ANA Resolution No. 236/2016; ANM Ordinance No. 70,389 / 2017; besides state regulations. Among other elements presented by the referred laws is that the entrepreneur must elaborate a flood map of the mining dam, highlighting the water bodies involved and the environmental



impacts resulting from a possible failure. The legislation also requires that it is the mining company's competence to elaborate and to observe, through monitoring, a Dam Safety Plan.

Vale do Rio Doce manages 133 dams in Brazil, of which 105 (80%) are located in the state of Minas Gerais. These dams are conceptualized as reservoirs for the containment and accumulation of substances (liquid or solid) from ore beneficiation (VALE, 2019), that is, they are remnants of the ore industry, which do not receive an appropriate purpose, but are accumulated in containment areas and often overlooked.

Such waste should be properly disposed of, such as is expected to be made by Vale in the coming years, where the tailings containment structures are decommissioned or decommissioned. Vale's website presents the following news about the proposed recovery plans:

Vale has submitted to the Brazilian authorities a plan to accelerate decommissioning of all dams built by the upstream elevation method. This means that all of these will be uncharacterized as tailings dams and reintegrated into the environment. Vale currently has 10 dams built under this method and the immediate action plan is to end all of them, which are currently inactive (VALE, 2019, s/p.).

It is important to note, however, that such proposal was presented by the company after it had two of its dams ruptured (Mariana in 2015 and Brumadinho in 2019). These impacts led to unrecoverable human and environmental losses. In Brumadinho, the numbers are 249 lost human lives, not counting the 21 people still missing, according to a news posted on the G1-Globo Minas Gerais website on August 31, 2019.

In addition to the loss of human and animal lives resulting from tragedies such as this, it is important to highlight the impacts that a venture of this size has on the environment. Some impacts are related to the preparation of the area for the construction of the plant and the dams, for example: deforestation to open areas for the installation of buildings and roads; and the morphological transformation of the relief, due to the opening of trenches for mineral extraction and subsequent deposit of this material removed elsewhere, causing the isostatic compensation of the relief. Such changes modify the landscape and the environment, but their consequences are not immediately visible.

When a dam failure occurs, as in the case of the Brumadinho Córrego do Feijão Mine, the impacts are of greater proportion in terms of speed, coverage area and degradation potential. Because it is a recent tragedy, its impacts have not yet been measured on time, but it is possible to observe the change that was promoted in the landscape of the place (Figure 01).

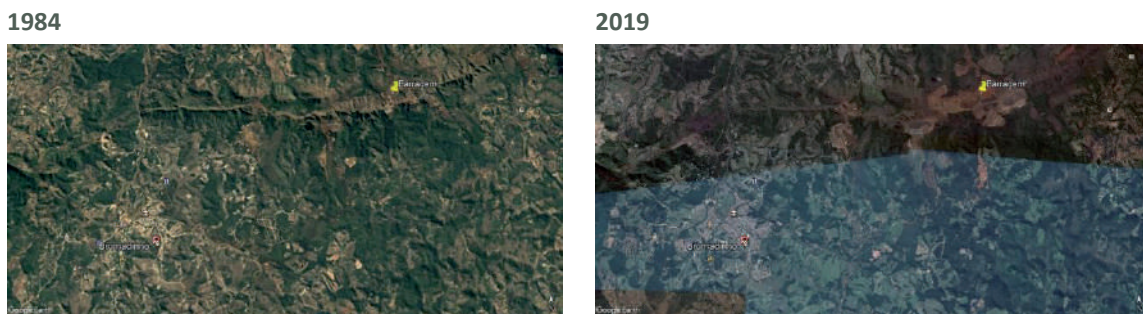


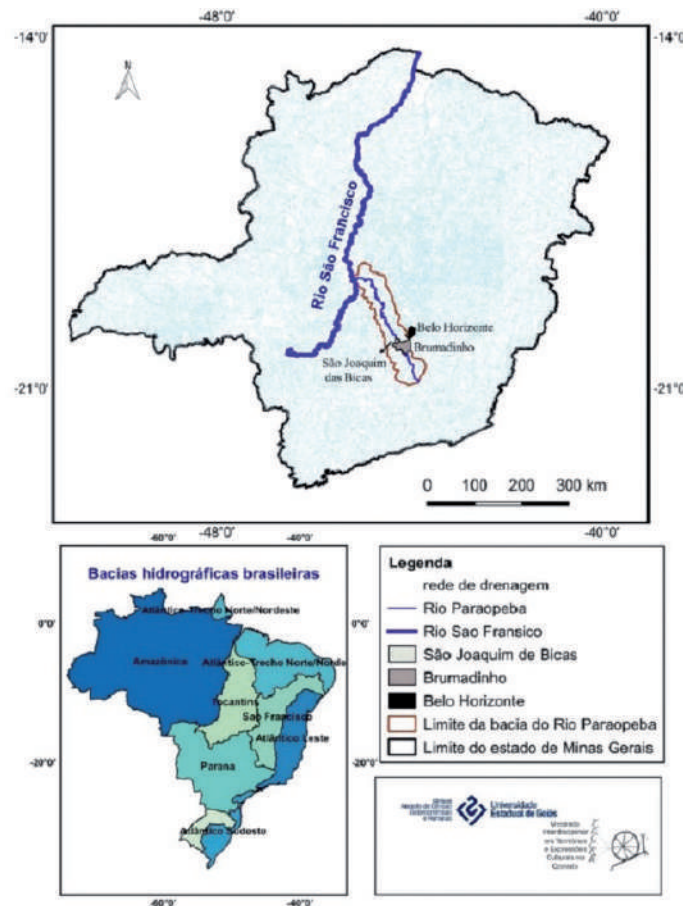
Figure 1 | Image of the disturbance area at Brumadinho dam in 1984 and 2019.

Source: Google Earth, 2019.

By way of contrast, we present a reading review of a similar case study, highlighting the main direct impacts (MILANEZ; LOSEKANN, 2016; FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016). According to these authors, the following elements of the environment are impacted and altered:

- water resources, due to contamination by chemicals used in the extraction of ores and sediments that are transported. Such impact causes the immediate death of the ichthyofauna, and the canal itself, as the suspended sediment is deposited in the riverbed.;
- the quality of the soil, since in the area covered by the toxic mud occurs the deposit of this material rich in contaminants and particles, which when sedimented are incorporated into the first soil layers. Depending on the physical properties of this soil (if very permeable), it can reach even lower layers, causing the soil micro and macrofauna to die, making these soils unproductive and even sterile;
- vegetation, because wherever the mud passes, species are crushed and carried, leaving traces of sterility on the earth, which alters the resilience of native plants and interferes with the local ecosystem.

That is, such a tragedy alters the landscape, with repercussions throughout the canal watershed area, and may even exceed these limits and impact the entire downstream water system, reaching, in this case, the São Francisco River (Figure 2); and reaching the ocean, as occurred in Mariana's tragedy. This scenario leads us to reflect on the immediate impacts on the resident population of the 61 municipalities located in the Paraopeba River Basin area. These are impacts on health (physical and mental), socioeconomic and cultural, which directly and indirectly affect the socially fragile and/or vulnerable population.



**Figure 2 |** Drainage map of the state of Minas Gerais, highlighting the Paraopeba and São Francisco Rivers and the Paraopeba River basin.

Source: The authors, 2019.

In this context, we highlight the presence of indigenous territorialities, such as the Pataxó Hã-hã-hãe, in the municipality of São Joaquim das Bicas, which is located in the Paraopeba river basin; in addition to the Kaxixó7 people, in the municipality of Martinho Campos, and the Krenak8, in the municipality

of Senhora do Porto, areas around the impacted canal. Also around are the Mangueiras and Luizes quilombos, both in the city of Belo Horizonte (Figure 3).

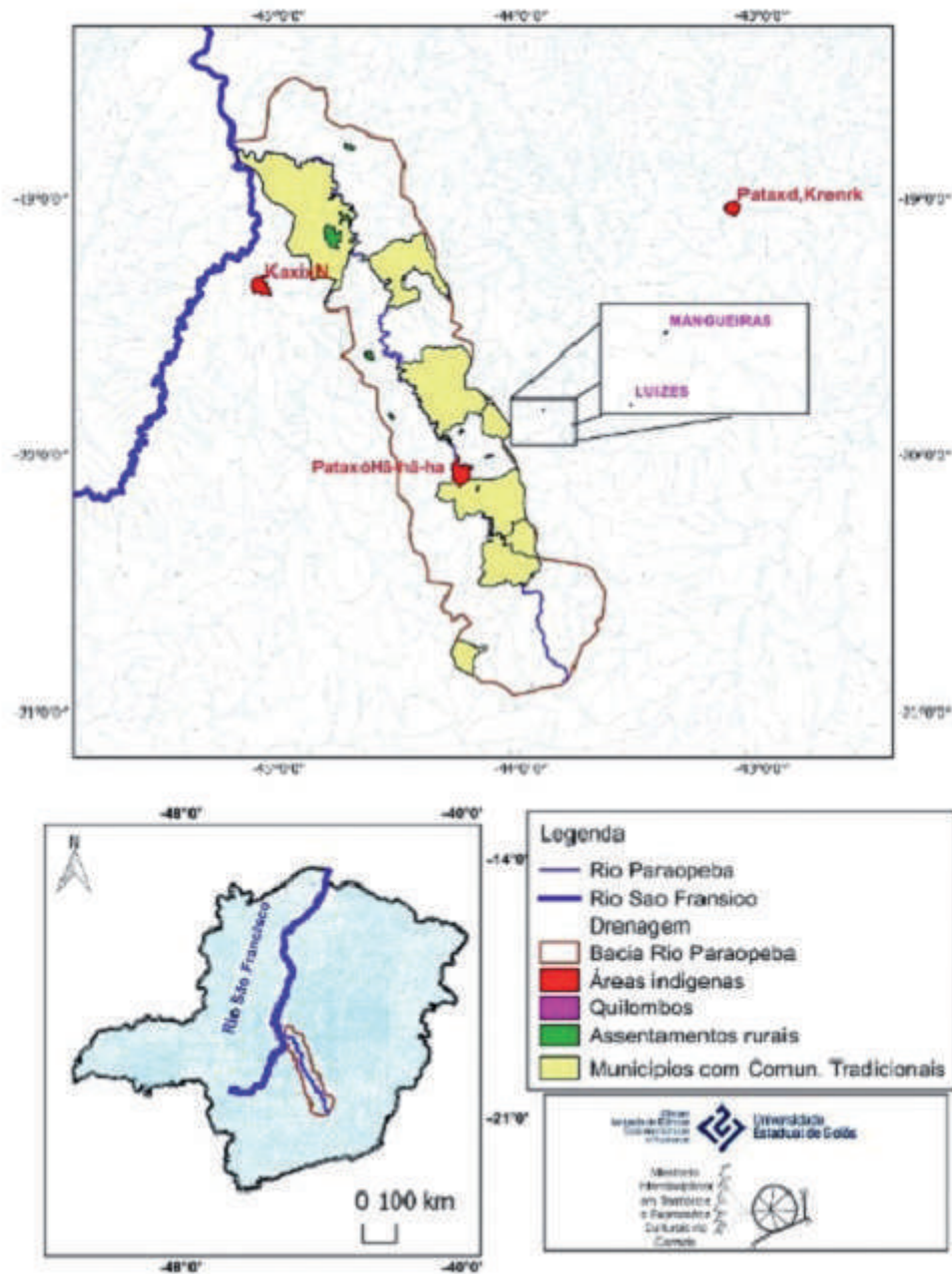


Figure 3 | Map of location of traditional populations in the Paraopeba River basin.

Source: The authors, 2019.

There are also nine rural settlements in the Paraopeba River Basin area, registered in the National Institute of Colonization and Agrarian Reform (INCRA), called: Dois de Julho, 26 de Outubro, Dom Orione, Ismene Mendes, Pastorinhas, Ponte de Baixo Meleiro, Queima Fogo, Roseli Nunes and Serra Negra; besides thirteen communities termed as traditional, of which three are in the municipality of Brumadinho; another three in Belo Horizonte; two in Belo Vale; and one in each of the municipalities of Pompu, Paraopeba, Contagem, Moeda and Resende Costa.

## 5 NAÔ XOHÃ: AN INDIGENOUS TERRITORIALITY ON THE BANKS OF THE PARAOPEBA RIVER

The Naô Xohã indigenous village settled on the banks of the Paraopeba River about two years ago, in 2017, most likely as a result of constant migrations from the Pataxó and Pataxó Hã-hã-hãe people. According to the website of Instituto Socioambiental, the Pataxó presence in the state of Minas Gerais, coming from the state of Bahia, can be explained from three basic episodes: the massacre known in Brazil as O Fogo de 519; the creation of the Monte Pascoal National Park; and the recognition of the Pataxó people by the National Indian Foundation (FUNAI), in 1971, because the FUNAI agency, at the time existing in Minas Gerais, could better assist them<sup>10</sup>.

Regarding the Naô Xohã village specifically, no academic study was found, considering its recent history. The relationship of this indigenous community with the occupation of this space, since 2017, on the banks of the Paraopeba River, is explained throughout the contact experiences lived by the Pataxó people for centuries. It is certainly not a traditional territory from a historical perspective of immemorial presence with and in place. On the contrary, it refers to a type of appropriation of space from contact experiences, certainly destabilizing the group's original territorial experience, leading it to dispersion, since "contact is effectively an experience that adds elements to territoriality, leading to the creation of new strategies" (GALLOIS, 2004, p. 40).

In this perspective, we work with what is currently recognized by indigenous territorialities, that is, "it can be said that contact puts an indigenous group before spatial logics that are different from their own and that are now also expressed in territorial terms".

As we have seen, contact is a context of confrontation between spatial logics. For this reason, the various forms of regulating the indigenous territorial issue implemented by the National States cannot be seen only from the angle of the recognition of the right to "land", but as an attempt to resolve this confrontation (GALLOIS, 2004, p. 41).

In this sense, Naô Xohã village can be characterized as a recent indigenous territoriality, since the group identifies with the place and expects to settle in it and experience a culture similar to that traditionally experienced by them or their ancestors. In an attempt to situate it historically, we had to resort to information from some websites and bloggers, as these provide some information, although it may still be misleading and unreliable about the community. However, they are the only sources of research found. Due to the failure of the Brumadinho Dam, even several sites from different origins released information about the community, because it was released by some of the victims of the tragedy.

On the Brasil de Fato<sup>11</sup> website, an information channel of the state of Minas Gerais, in a publication of August 30th, 2018, signed by Wallace Oliveira, there is exclusive information about Naô Xohã village. The group was formed, through a consummate occupation in 2017, by a cluster of about 30 people, including children, adults and the elderly, in São Joaquim de Bicas, metropolitan region in Belo Horizonte. Also according to the news published on the site, it would be a cluster of people belonging to different ethnicities, speakers of dialects originating from the native language Patxohã, source from which originates the name of the village: "warrior spirit".

The aim of the group would be to work on the land in order to recover it, considering its state of advanced degradation, and to achieve better living conditions, which in the city (Belo Horizonte), where they used to live, they could not enjoy. Meanwhile, Wallace Oliveira also presents the speech of the indigenous teacher Avelin Buniacá Kambiwá, from the ethnic group Kambiwá, from Pernambuco, also belonging to the community, according to which "the land is very degraded, it is not possible to live on it. The river is polluted and has to be saved. We have to be there to save the Paraopebas River, the rest of the forest that still has and stop this mining" (OLIVEIRA. In: Brasil de Fato).



From this statement, it seems that the Paraopeba River, even before the Brumadinho disaster, was already suffering from water pollution as a result from deforestation and mining, but that, under indigenous logic, could be recovered, as the fishing and water use were still possible, and these are the things that provided the immediate survival conditions of the group.

After the dam broke, the mud traveled 7km to reach the Paraopeba River, according to a report published in G1-Minas Gerais, on January 27, 2019<sup>12</sup>, impacting the territory of Naô Xohã village. The 93-year-old indigenous named Gervasio Ânkohay and one of the residents of the affected community, according to Diego Toledo, said, still under heavy impact from the tragedy:

“It was a beautiful river, they ended the life there.” Surrounded by Brazilian and foreign journalists and TV crews, a group of locals went to the riverbank, playing indigenous instruments and singing a song that called for respect for the rules of nature. Since Friday, the Indians say they have already removed more than three large bags of dead fish from the Paraopeba River (TOLEDO, 2019, UOL-Notícias).

Returning to the introduction of this article, the relationship of deep interdependence between man and nature, more specifically between the indigenous and the waters, is confirmed in this statement by Deputy Native Chief Célia Peixoto, from Naô Xohã village, published in the Estado de Minas newspaper: “The pataxó people came from a drop of water that fell on the earth, our relationship with the water is very strong ... The dead river causes us regret.” Still from the perspective of what we can learn from indigenous people, the speech of indigenous leader Hayô summarizes the essence of what we wanted to demonstrate here: “We must respect nature and say no to mining companies” (Greenme, online); as well as another resident of the community, the indigenous Werymerry, complements: “The earth is vomiting. She is sick. Everything that destroys nature destroys itself.”

## 6 FINAL CONSIDERATIONS

Until the Brumadinho dam failure, Naô Xohã village remained almost unknown. It became evident on regional, national and international levels only after this tragedy – that could have been prevented if there were greater oversight and punishment for human and environmental crimes in Brazil. What can be learned from indigenous people in this and similar situations is perhaps the greatest lesson that can be learned in the face of a reality in which economic factors still subdues life: it is necessary to take care and respect nature, understanding ourselves as part of it. This is what the indigenous people teach us all the time.

Given the fact that the tragedy is still very recent, its indirect impacts are not yet fully known, so the scenario of projected impacts for the region, both economically and environmentally, requires further studies; mainly with interdisciplinary methodologies, which include various aspects of knowledge: economic, social, cultural and environmental. Nature’s very characteristic of resilience has been affected by the effects of man’s disorderly occupation and recurrent tragedies, such as Brumadinho’s, which diminish the ability of the environment to process and resolve the negative externalities of these events, whether by their magnitude, be it for the brevity between the event and the time of nature.

However, it has been shown that the environmental disaster and the impact on the lives of those affected, especially in this article, the indigenous community approached, is of colossal proportions. The Paraopeba River was a source of life for the Naô Xohã, as it was for the many other people affected. Nature’s time tends to reestablish life, but these people, indigenous and non-indigenous, will still be alive to watch it? Will the people directly involved in this tragedy be effectively held responsible and will fulfill their duties to provide the conditions for the environmental recovery of the affected nature, as well as those who have been and will still be victims of this tragedy?

In short, we end up with more questions than answers, as this story still needs time to be analyzed more



accurately. However, actions to undo human and environmental impacts as quickly as possible demand urgency. As presented, such tragedies could be avoided if laws were seriously observed and the major concern encompassed human life and the preservation of natural and environmental resources. Yet, what we have is the prioritization of capital gain and the reduction in spending on impact prevention, which destroys nature and its people, especially those that make up the most vulnerable population.

## NOTES

1. Some press sources and websites have referred to the affected indigenous community as belonging to the Pataxó Hã-hã-hãe people. Looking at the data from the Instituto Socioambiental (ISA) website, referring to the Pataxó and Pataxó Hã-hã-hãe peoples, it was found that they are, in fact, the Pataxó in Minas Gerais, besides Bahia; while the Pataxó Hã-hã-hãe are located exclusively in Bahia. However, according to FUNAI data, published on the Estado de Minas website, “more than 80 Pataxó Hã-hã-hãe indigenous people live in Naô Xohã village, on the banks of the Paraopeba River. Source of support for the community, the river was hit by mud and mineral waste, threatening the supply not only of the Indians, but also of the residents of several cities whose drinking water comes from Paraopeba”. Thus, the inhabitants of the village will be considered to be Pataxó Hã-hã-hãe, in view of the possibility of recent migrations of representatives of this people to the state of Minas Gerais. Available: [https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna\\_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml). Access: 03/25/2019.
2. Yanomami: Inhabitant to the states of Amazonas, Roraima and Venezuela, according to ISA data, today there are 24,306 speakers of the Yanomami Linguistic Family. Disponível: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Yanomami>. Acesso: 03/23/2019.
3. Iny-Karajá: They are spread among the states of Goiás, Mato Grosso, Pará and Tocantins, and according to ISA data, today there are 3768 people speaking from the Karajá Linguistic Family. Available: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Karaj%C3%A1>. Access: 03/23/2019.
4. Pataxó: They inhabit the states of Bahia and Minas Gerais, and today, according to ISA data, there are 12,326 speakers of the Pataxó Linguistic Family. “The Pataxó live in several villages in the extreme south of the state of Bahia and northern Minas Gerais. There is evidence that the village of Barra Velha has existed for nearly two and a half centuries since 1797 (see occupation history). In contact with non-Indians since the 16th century and often forced to hide their customs, the Pataxó today strive to live their Pataxohã language and “ancient” rituals such as Awê. Available: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3>. Access: 03/23/2019.
5. Pataxó Hã-hã-hãe: According to ISA data, they inhabit the state of Bahia, and today there are 2,866 people who speak the indigenous language of the Pataxó Hah-huh language family. “In their entirety, the Indians known under the encompassing ethnonym Pataxó Hãhãhãe today include the Baenã, Pataxó Hãhãhãe, Kamakã, Tupinambá, Kariri-Sapuyá and Gueren ethnic groups. Inhabitants of southern Bahia, the history of these groups’ contact with non-indigenous people was characterized by expropriations, forced displacement, disease transmission and murder. The land reserved for them by the state in 1926 was invaded and largely converted to private farms. Only from the 1980s began a slow and tortuous process of retaking these lands, the outcome of which seems still far away, with the Reserve remaining sub judice.” Available: [https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3\\_H%C3%A3-H%C3%A3-H%C3%A3e](https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3_H%C3%A3-H%C3%A3-H%C3%A3e). Access: 03/23/2019.
6. The minimum wage of 2016 was R \$ 880.00 and the average Brazilian salary was R\$ 2,124.00. (IBGE, 2019).
7. Kaaxixó: inhabitants of the territory of Minas Gerais and today there are about 301 people. Available: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Kaxix%C3%B3>. Access 03/25/2019.
8. Krenak: inhabitants of the states of Minas Gerais, Mato Grosso and São Paulo, and today are about 434 people who speak the Krenák Linguistic Family. Available: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Krenak>. Access: 03/25/2019.

9. Episode related to the process of recognition and demarcation of the Pataxó indigenous territory, around Monte Pascal, in Barra Velha, Bahia. After the terrain was measured, controversies arose among the indigenous people, and the Pataxó would have manifested their opposition, as an injured group and rights holders over the territory. According to Maria Regina Lins Brandão Veas, "Around this fact there is much controversy, as some said that the measurement was at the behest of the Bahia government while others said it was at the behest of Getúlio Vargas himself. But the important thing is that, when narrating this event, some facts are clear, for example, that the measurement started in Caraiva reaching Barra Velha and that the demarcation was performed with the help of the indigenous people. They realized that, from time to time, the measurement exceeded the correct size of the stipulated area, which caused concern. This unrest lasted for years, until the Indians decided to call for recognition of the land. Thus, the Barra Velha village chief went on a trip to Rio de Janeiro, went to SPI and, unable to obtain information, returned to Bahia. Sometime later a group of men came to Barra Velha village saying that they would solve the land problem. However, they tell the Pataxós themselves that it was an ambush, in which the cable line was cut and the Indians held hostage in their own village, until they realized the cheating. Soon an invasion of policemen from both sides of the village erupted and they began to fire at the dwellings. They invaded the village, destroying the houses with fire. It was no longer known who fought against whom, however, the blame eventually fell on the Indians, who were eventually arrested. Some Indians fled and hid in the woods for days, others went out and scattered on the farms. It was not long before, and a statement from Salvador caused the true culprits of all the confusion to be arrested. Those pretending to be benefactors had dealt the blow. Maria, the oldest Indian in Muã Mimatxi village, tells us that, on the occasion of the "Fogo de 51", many people fled, since it was no longer possible to live in Barra Velha. At the time, D. Maria and other Indians rushed to a farm where her father lived. Her husband, who had been in the ambush, would later tell her about it." (VEAS, 2017, p. 33-34).

10. Pataxó. Socio-environmental Institute. Available: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3#Popula.C3.A7.C3.A3o>. Access: 03/18/2019.

11. OLIVEIRA, Wallace. Índigenas retomam terra em São Joaquim de Bicas (MG). Aldeia Naô Xohã surgiu para recuperar terra degradada e proporcionar uma vida melhor para famílias. Brasil de Fato. Belo Horizonte (MG), 30 de Agosto de 2018 às 08:00. Available: <https://www.brasildefato.com.br/2018/08/30/indigenas-retomam-terra-em-sao-joaquim-de-bicas-mg/>. Access: 03/18/2019.

12. Tragédia em Brumadinho: o caminho da lama. G1-Minas Gerais. Available: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/27/tragedia-em-brumadinho-o-caminho-da-lama.ghtml>. 27/01/2019. Access: 09/25/2019.

## REFERENCES

ALVES, V. Disponível em: <[valdecyvalves.blogspot.com/2017/barragem-do-patu-barragem-da-morte.html](http://valdecyvalves.blogspot.com/2017/barragem-do-patu-barragem-da-morte.html)>.

ANGTHICHAY; ARARIBY; JASSANÃ; MANGUADÃ; KANÁTYO. O Povo Pataxó e sua História. Programa de Implantação das Escolas Indígenas em Minas Gerais. MEC, SEE, Funai, IEF. Minas Gerais: Parque Estadual do Rio Doce, 1997.

AUR, D. **Lama tóxica nas terras dos índios Pataxós**: uma tragédia da qual ninguém fala. GRENME. 07/02/2019. Disponível em: <<https://www.greenme.com.br/informar-se/povos-da-floresta/7570-lama-toxica-terras-indios-pataxos-brumadinho>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BELTRAMI A. C.; FREITAS, C. M.; MACHADO, J. H. M. Acidentes com produtos perigosos no Brasil, no período 2006-2009: análise dos dados dos sistemas de informações como subsídio às ações de vigilância em saúde ambiental. *Epidemiol. Serv. Saude*. Brasília, v. 3, n. 21, p. 439-48, 2012.

BICALHO, P. S. dos S. **Protagonismo Indígena no Brasil**: movimento, cidadania e direitos (1970-2009). (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em História Social, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. 468 f.

COSTA, A. L. B. M. Barragem de Sobradinho: o desencontro cultural entre camponeses e técnicos do Estado. In: **Hidrelétricas, ecologia e progresso: contribuições para um debate**. Rio de Janeiro: Cedi, 1990.

DOSSE, F. **A História à prova do tempo**: da história em migalhas ao resgate do sentido. São Paulo: Ed. Unesp, 2001.

ESTADO DE MINAS. **Funai dará apoio a índios que vivem perto da barragem rompida**. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna\\_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml)>. Acesso em: 25 mar. 2019.

FREITAS, C. M. de; SILVA, M. A. da; MENEZES, F. C. de. O desastre na barragem de mineração Samarco – fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Revista Ciência e Cultura**. v. 68, n.3, São Paulo, jul/set. 2016.

GALLOIS, D. T. Terras ocupadas? Territórios? Territorialidades? In: RICARDO, F. (Org.) **Terras Indígenas e Unidades de Conservação da Natureza**. São Paulo: ISA – Instituto Socioambiental, 2004. p. 37-41 (PDF).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2019. Dados econômicos. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

JORNAL ESTADO DE MINAS. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/21/interna\\_gerais,1039797/numero-de-mortos-em-brumadinho-sobe-para-210-seguem-desaparecidos-99.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/21/interna_gerais,1039797/numero-de-mortos-em-brumadinho-sobe-para-210-seguem-desaparecidos-99.shtml)>. Acesso em: 21 mar. 2019.

KOPENAWA, D.; BRUCE, A. **A queda do Céu**: palavras de um xamã yanomami. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

LACAZ, F. A. C.; PORTO, M. F. de S.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. São Paulo, v. 42, 2017.

MELLO, F. M. (Coord). **A história das Barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI**: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. Rio de Janeiro: CBDB, 2011. Disponível em: <[http://www.cbdb.org.br/documentos/A\\_Historia\\_das\\_Barragens\\_no\\_Brasil.pdf](http://www.cbdb.org.br/documentos/A_Historia_das_Barragens_no_Brasil.pdf)>.

MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (Org.) **Desastre no Vale do Rio Doce**: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e imagem, 2016.

MINAYO, M. C. de S. (Org). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS. **Ação civil pública em defesa do meio ambiente**. Brumadinho, 13 mar. 2019, 120p.

NEVES, L. P. **Segurança de barragens**: legislação federal brasileira em segurança de barragens comentada. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/e-book-livre-legislacao-federal-brasileira-em-seguranca-de-barragens-autor-luiz-paniago-neves>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

NUNES, E. S. **Transformações Karajá**: os “antigos” e o “pessoal de hoje” no mundo dos brancos. (Tese de Doutorado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Brasília: 2016.

OLIVEIRA, W. Indígenas retomam terra em São Joaquim de Bicas (MG). Aldeia Naô Xohã surgiu para recuperar terra degradada e proporcionar uma vida melhor para famílias. **Brasil de Fato**. Belo Horizonte (MG), 30 de Agosto de 2018. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2018/08/30/indigenas-retomam-terra-em-sao-joaquim-de-bicas-mg/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

PATAXÓ. Instituto Socioambiental. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3#Popula.C3.A7.C3.A3o>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

PORTO, M. F. S. A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafios para a saúde coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, n. 32, v. 2, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v32n2/0102-311X-csp-32-20102-311X00211015.pdf>>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRUMADINHO. **Prefeito negocia e Vale vai continuar pagando royalties por dois anos**. Disponível em: <<https://portal.brumadinho.mg.gov.br/prefeito-negocia-e-vale-vai-continuar-pagando-royalties-por-dois-anos/>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

SILVA, F. S. **Patrimônio Ferroviário em Minas Gerais**: bens imóveis. Brasília: Iphan, Ministério da Cultura. 2018. Disponível em: <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Patrimonio\\_Ferroviario\\_MG.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Patrimonio_Ferroviario_MG.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

THOMÉ, R.; PASSINI, M. L. Barragens de rejeitos de mineração: características do método de alteamento para montante que fundamentaram a suspensão da utilização em Minas Gerais. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**. Paraná, v. 18, n. 34, 2018.

TOLEDO, D. **Homem branco fez terra vomitar, diz líder de aldeia afetada em Brumadinho**. UOL Notícias. 31/01/2019. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2019/01/31/homem-branco-fez-terra-vomitar-diz-lider-de-aldeia-afetada-em-brumadinho.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

VALLE, C. Txopailtohã: mito fundador pataxó. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 1, p. 61-68, 2001.

VALE. Entenda as barragens da Vale. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/paginas/entenda-as-barragens-da-vale.aspx](http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/paginas/entenda-as-barragens-da-vale.aspx)>. Acesso em: 17 mar. 2019.

VALE. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/Entenda-as-barragens-da-Vale.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/Entenda-as-barragens-da-Vale.aspx)>. Acesso em: 21 mar. 2019.

VEAS, M. R. L. B. **Histórias indígenas e suas potencialidades para a educação intercultural**: um estudo na aldeia MuãMimatxi. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação e Formação Humana. Universidade do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.

# O impacto do rompimento da barragem de Brumadinho na aldeia Naô Xohã

*The impact of the Brumadinho dam rupture in Naô Xohã village*

Adriana Aparecida Silva<sup>a</sup>

Divina Aparecida Leonel Lunas<sup>b</sup>

Poliene Soares dos Santos Bicalho<sup>c</sup>

Roseli Martins Tristão Maciel<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Docente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (Teccer) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: ueg.adriana@gmail.com

<sup>b</sup>Docente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (Teccer) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: divalunas@gmail.com

<sup>c</sup>Professora Titular da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: poliene.soares@gmail.com

<sup>d</sup>Docente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (Teccer) da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis, GO, Brasil.  
E-mail: roselitristaomaciel@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24017

Received: 10/04/2019

Accepted: 09/10/2019

ARTICLE-DOSSIER

---



## RESUMO

Ainda é sob forte impacto do desastre do rompimento da barragem de Brumadinho que este artigo foi produzido. O objetivo deste é adentrar, em meio a tantos grupos sociais atingidos por essa tragédia anunciada, a realidade da aldeia Naô Xohã, que vive às margens do Rio Paraopeba, também vitimada por esse desastre ambiental de consequências ainda não dimensionadas. Por se tratar de tema contemporâneo, várias publicações de imprensa foram utilizadas para compor a narrativa, além de ampla revisão da bibliografia referente ao Movimento dos Atingidos por Barragens e sobre os impactos socioeconômicos e ambientais. A proposta, todavia, embasa-se em uma abordagem interdisciplinar do tema, que é o impacto do rompimento da barragem de Brumadinho na aldeia Naô Xohã, em função, principalmente, da poluição que se espalhou pelo Rio Paraopeba. Para tanto, estabeleceu-se um diálogo profícuo entre História, Geografia, Economia e as questões ambientais.

Palavras-Chave: Barragens. Brumadinho. Rio Paraopeba. Territorialidades Indígenas. Povo Pataxó.

## ABSTRACT

*It is still under strong impact from the Brumadinho dam failure that this article was written. Our main goal is to approach, in the midst of so many social groups hit by this announced tragedy, the reality of the village Naô Xohã, whose population lives on the banks of the Paraopeba River, also victimized by this environmental disaster of consequences not yet dimensioned. As it is a contemporary theme, several press releases were used to compose the narrative, as well as to build a comprehensive review of the literature on the Movement of People Affected by Dams and on socioeconomic and environmental impacts. The proposition, however, is based on an interdisciplinary approach to the theme, which is the impact of the Brumadinho dam failure in Naô Xohã village, mainly due to the pollution that spread over the Paraopeba River. To this end, a fruitful dialogue was established between history, geography, economics and environmental issues.*

*Keywords: Dams. Brumadinho. Paraopeba River. Indigenous Territorialities. Pataxó People.*

## 1 INTRODUÇÃO

Quando lemos a frase “a lua nos ensina o tempo certo de pescar”, retirada do livro O Povo Pataxó e sua História (1997, p. 16), escrito pelos professores indígenas do Parque Estadual do Rio Doce (MG), Anghthichay, Arariby, Jassanã, Manguadã e Kanátyo, podemos dimensionar a importância do Rio Paraopeba para a comunidade indígena Naô Xohã, localizada às suas margens, e que também foi atingida pela lama tóxica que se espalhou por todo o rio após a ruptura da barragem de Brumadinho, no dia 25 de janeiro de 2019.

A comunidade Pataxó Hã-hã-hãe, que vive às margens do Paraopeba, composta por cerca de 80 indígenas, retirava o seu sustento, em grande medida, ainda do rio, pois, desde tempos remotos, a maioria dos povos indígenas vive da caça, da coleta e da pesca. O rio é, portanto, de onde retiram parte do alimento ainda hoje, assim como é, também, fonte de lazer e de abastecimento de água.

A relação dos povos indígenas com a água, com o rio, e com o mar, enfim, é milenar. Salta aos olhos como os mais diferentes povos indígenas do Brasil e do mundo detêm cosmogonias sempre permeadas pela presença das águas, das quais emanam seres que propiciam a vida ou a continuidade dela. Entre os Yanomâmi, acredita-se que os “habitantes da floresta” nasceram “da vagina da esposa de Omama, Thuëyoma, a mulher que ele tirou da água” (KOPENAWA; ALBERT, 2015, p. 82). Entre os Iny-Karajá, a relação com o Rio Araguaia também evidencia essa intimidade com as águas, da qual se retira o sustento, a saciedade, o lazer e as histórias mitológicas e explicativas da origem do povo.

As etnografias karajá apontam para uma única narrativa como o “mito de origem da humanidade”, aquela que conta como os Iny que habitavam o Berahatxi, o mundo subaquático, patamar inferior do cosmos, descobriram uma passagem para o mundo de fora e saíram para viver às margens do Araguaia (NUNES, 2016, p. 30).

Com os povos Pataxó e Pataxó Hã-hã-hãe a história não é diferente, e não é por acaso que um subgrupo deste último povo passou a habitar essa região do estado de Minas Gerais, exatamente em um lugar às margens do Rio Paraopeba. O mito de origem dessa etnia também está associado à água, que, ao cair do céu, em forma de chuva, concebe o índio:

Um dia, no azul do céu, formou-se uma grande nuvem branca, que logo se transformou em chuva e caiu sobre a terra. A chuva estava terminando e o último pingo de água que caiu se transformou em um índio. O índio pisou na terra, começou a olhar as florestas, os pássaros que passavam voando, a água que caminhava com serenidade, os animais que andavam livremente e ficou fascinado com a beleza que estava vendo ao seu redor. (VALLE, 2001, p. 61).

A história do povo Pataxó e a sua relação com as águas transcendem esta breve introdução, da qual se parte para apresentar o objetivo central deste artigo. Pretende-se adentrar, em meio a tantos grupos sociais atingidos por essa tragédia anunciada, à realidade da aldeia Naô Xohã, que vive às margens do Rio Paraopeba, também vitimada por esse desastre ambiental de consequências humanas, ambientais e naturais ainda não dimensionadas, tendo em vista o alcance, de enormes proporções, da tragédia.

Devido à atualidade do tema pesquisado, a concepção teórica selecionada fundamenta-se na história do tempo presente, ou história contemporânea, que embora “seja alvo, muitas vezes, de sérias críticas e censuras, devido às desvantagens de sua utilização e legitimidade, no mundo contemporâneo tem sido cada vez mais reconhecida e reforçada” (BICALHO, 2010, p. 31). Reconhecem-se os obstáculos inerentes a este fazer historiográfico, porém, optou-se por dar maior ênfase aqui às vantagens deste tipo de história, pois, de acordo com Dosse (2001), possibilita “romper o fatalismo causal”, já que os temas de estudos são, geralmente, inacabados; embora, metodologicamente, seja complicado, o resultado do trabalho do historiador pode “passar pelo crivo dos testemunhos dos acontecimentos que ele analisa” (DOSSE, 2001, p. 93-94); “além de contar com o recurso das fontes orais e uma série diversa de outras fontes: imprensa, mídia, eletrônica e imagens.” (BICALHO, 2010, p. 31).

A pesquisa que resultou neste artigo é de natureza qualitativa, uma vez que essa metodologia possibilita apreender o objeto de investigação em sua totalidade, no esforço de perquirir suas causas, a teia de relações, mediações e contradições que o configura, em sua dinâmica própria de interação com a realidade mais ampla.

A pesquisa qualitativa visa analisar as representações sociais e os significados que os atores envolvidos no processo de investigação atribuem à complexa rede de relações que configuram o objeto de estudo. No entanto, quando necessário, admitiu-se o registro de dados quantitativos no decorrer da pesquisa, uma vez que estes não se contrapõem aos dados qualitativos, aliás, se complementam (MINAYO, 2002). Realizou-se, ainda, pesquisa bibliográfica, a qual abrange o estudo de livros e artigos publicados em revistas e jornais.

Nesse íterim, em decorrência da atualidade do tema e da ausência de trabalhos acadêmicos produzidos sobre a ruptura da barragem e a comunidade indígena analisada, utilizaram-se fontes digitais e eletrônicas, como notícias de jornais e sites na Internet, além de uma significativa revisão da bibliografia, tendo em vista a perspectiva interdisciplinar de abordagem do tema, que se norteou pelas questões ambientais e os impactos da ruptura da barragem de Brumadinho sobre a comunidade indígena Naô Xohã, envolvendo a História, a Geografia e a Economia.

## 2 IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO E DO ROMPIMENTO DE BARRAGENS

Neste tópico, pretende-se analisar vários momentos de um mesmo problema social: os povos vitimados por rompimento de barragens no Brasil ao longo do século XX. São inúmeras as formas pelas quais as barragens impactam o meio ambiente e atinge o modo de vida das populações tradicionais indígenas, ribeirinhos e camponeses que habitam a área onde elas são construídas e seu entorno.

Os impactos negativos advindos da construção estão relacionados principalmente à inundação de extensas áreas, levando à necessidade de desapropriação de terras e relocação de pessoas, fragmentação do ecossistema com perdas do habitat natural de espécies animais; alterações no escoamento do canal, com efeitos a jusante para ictiofauna e para população ribeirinha que vive da pesca; aumento do fluxo migratório durante a construção da barragem com consequências econômicas e sociais para as cidades do entorno, quando a obra está terminada e estes imigrantes desempregados; além disso, ocorre uma mudança na paisagem e destruição de patrimônios históricos e arqueológicos, que são alagados.

Já o rompimento de barragens pode alcançar a forma de uma grande catástrofe, com o soterramento de grandes áreas, levando à contaminação do solo e das águas do canal até a foz e, em alguns casos, até o oceano; a morte de espécies da fauna e flora; além de perdas da memória material e imaterial de lugares e pessoas como é o caso recente de Brumadinho. Outros impactos se desenvolvem de maneiras mais sutis, causando a perda de vários direitos fundamentais, como: o uso da terra, moradia, água, luz, mobilidade, entre outros. Esses casos podem ser exemplificados pela construção das barragens de Serra da Mesa, em Goiás, inaugurada no ano de 1998; e a de Sobradinho, no interior da Bahia, na década de 1970.

Os problemas sociais decorrentes deste último exemplo ficaram conhecidos nacionalmente graças à denúncia feita pela veia artística de Sá e Guarabira, por meio da música que compuseram e que leva o mesmo nome da usina, “Sobradinho”, cujo estribilho é a famosa frase: “O sertão vai virar mar e o mar vai virar sertão”, dita por Antônio Conselheiro, no final do século XIX.

Como foi dito acima, a música Sobradinho, com seu conteúdo de protesto, alertava para as consequências econômicas e sociais, com as quais a população da região teria de arcar diante da barragem construída no Rio São Francisco. De fato, a construção da barragem deu origem a um imenso lago que inundou as cidades, e que são citadas nesta música, expulsando da região seus moradores: “[...] adeus Remanso, Casa Nova, Sento-Sé, adeus Pilão Arcado vem o rio te engolir, debaixo d’água lá se vai a vida inteira [...]”, registros das perdas materiais e imateriais que estariam por vir.

A construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Sobradinho, no norte da Bahia, demorou seis anos, e sua inauguração ocorreu em 1979. Como consequência imediata desse empreendimento, sete municípios foram inundados e mais de 70 pessoas foram afetadas. A barragem criou o terceiro maior lago artificial do mundo, com uma superfície de 4.214 km<sup>2</sup> (COSTA, 1990). Já a barragem de Brumadinho, em Minas Gerais, foi construída a partir de 1976, tendo diversos momentos de ampliação, com previsão e capacidade de depósito para 12,7 milhões de metros cúbicos de rejeitos, o que, inicialmente, promoveu a alteração do relevo e no nível de base do ribeirão Ferro-Carvão e do Córrego do Feijão.

Pode-se afirmar que são as ações do Estado, por meio de seus gestores e de suas instâncias de poder, juntamente com as companhias hidrelétricas ou mineradoras, que permitem a intervenção no espaço físico para que as barragens possam ser construídas, geralmente sem que a população atingida seja consultada, como prevê a Constituição Federal de 1988 e a Convenção 169, da Organização Internacional do Trabalho (OIT), de 1989. A partir dessas reflexões, faremos um breve esboço sobre populações que foram atingidas, mais diretamente, por esses processos no decorrer do século XX e nas primeiras décadas do século XXI.

## 2.1 HISTÓRICO DAS BARRAGENS E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO BRASIL

TOs primeiros dados registrados, aos quais tivemos acesso, a respeito de povos atingidos por barragens, são referentes ao denominado “holocausto brasileiro”, ocorrido na década de 1930. Trata-se da barragem do Patu, um açude que só foi concluído em 1987, às margens do rio homônimo que é afluente da bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe. Em 1923 o projeto e as obras foram abandonados por ordem do governo de Artur Bernardes, transformando-se em um campo de concentração, um cemitério de 15 mil mortos-vivos (MELLO, 2011).

Os campos foram criados pela Inspetoria Federal de Obras Contra a Seca (Ifocs), em 1932, em decorrência de uma grande seca no Ceará. Para evitar que os flagelados buscassem socorro nas cidades, tornando-as superpopulosas, foram cercados, na cratera da barragem, por muros e por arames farpados, onde morriam de desnutrição e de doenças diversas nos “currais de fome” (MELLO, 2011, p. 71).

A realidade sofrida pela população do entorno da inconclusa barragem de Patu aconteceu durante o período do governo Vargas (1930-1945), e os campos de concentração foram implantados em 1932, antes do Estado Novo, evidenciando o caráter autoritário e fascista que seria assumido por esse político poucos anos depois, em 1937.

Já em fins da década de 1940, com a iminência do fim da Segunda Guerra Mundial e o consequente retorno das democracias, Getúlio Vargas criou, através de decreto-lei n. 6.354/44, o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (Dnos), o órgão que foi ativo em empreendimentos de controle de cheias envolvendo a construção de barragens, polders e drenagens, principalmente com o objetivo de evitar cheias em áreas populosas (MELLO, 2011).

### TRAGÉDIAS COM BARRAGENS

Uma das primeiras catástrofes em decorrência de barragens no Brasil ocorreu no ano de 1986, na cidade de Itabirito-MG, com o rompimento da barragem de rejeitos da Mina de Fernandinho, do grupo Itaminas. Em consequência, morreram sete pessoas e muitos danos ambientais foram ocasionados (THOMÉ; PASSINI, 2018).

Da época em que ocorreu a tragédia de Fernandinho até a atualidade, o número de barragens rompidas é alarmante, principalmente no estado de Minas Gerais. Mais trágico, ainda, é a constatação de que a cada rompimento o número de vítimas atingidas, entre mortos, feridos, desalojados e desaparecidos, aumenta de forma significativa.

Em junho de 2001, o rompimento de uma barragem de rejeitos de minério de ferro, da Mineradora Rio Verde, destruiu a principal via de acesso e soterrou parte da localidade de São Sebastião das Águas Claras, no distrito de Macacos, em Nova Lima, na região metropolitana de Belo Horizonte/MG. Cinco pessoas morreram e 79 hectares de Mata Atlântica foram devastados, segundo informação da Agência de Comunicação do Estado (2011).

Posteriormente, no ano de 2003, rompeu-se a barragem da indústria de papel Cataguases Minas Gerais, derramando uma lixívia negra que causou a interrupção de fornecimento de água, ao contaminar os rios Pomba e Paraíba do Sul, deixando 600 mil pessoas sem água (MELLO, 2011).

Na sequência, em 2007, houve vazamentos de rejeitos de bauxita na empresa Mineração Rio Pomba, em Mirai, que alcançou o volume de dois milhões de metros cúbicos, desalojando mais de quatro mil moradores e afetando quatro municípios. Essa catástrofe ocasionou, também, a interrupção do fornecimento de água para a população (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2017).

Uma falha ocorrida no vertedouro da barragem da Companhia Siderúrgica Nacional, em 2008, inundou de lama parte da cidade de Congonhas, em Minas Gerais, desalojando quarenta famílias (BELTRAMI;

FREITAS; MACHADO, 2012). Em 2014 três trabalhadores da Herculano Mineração morreram em Itabirito-MG, e os rejeitos da mineração de ferro da barragem rompida atingiram vários cursos de água da região (BELTRAMI; FREITAS; MACHADO, 2012).

Uma das maiores tragédias com barragens ocorreu em 05 de novembro de 2015, na cidade de Mariana-MG, com o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, da mega mineradora Samarco, fundada em 1977, e hoje sob o controle acionário da Vale (50%) e da BHP Billiton Brasil (50%). Tanta tragédia ocupacional-ambiental está longe de ser um episódio isolado, pois representa o ápice de uma série de eventos relacionados ao crescimento da mega mineração no País (PORTO, 2016). Por último, temos a tragédia da Vale em Brumadinho, em 2019, que ocasionou a morte e o desaparecimento de, aproximadamente, 300 pessoas.

### **3 ROMPIMENTO DA BARRAGEM EM BRUMADINHO: CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DO MUNICÍPIO**

TA ocupação do território no Brasil foi marcada pela entrada para o interior, com as bandeiras, a fim de explorar os recursos naturais do País. A abundância desses recursos motivava uma ocupação cada vez mais intensa, com a exploração econômica do interior do País. Áreas como as do futuro estado de Minas Gerais tiveram várias expedições desde o período inicial de ocupação do território.

A região de Brumadinho, em Minas Gerais, tem sua formação associada à exploração dos desbravadores – bandeirantes paulistas – que tinham como chefe Fernão Dias Paes Leme (IBGE, 2019). As frentes dos bandeirantes tinham como meta a ocupação do território e a criação de condições de abastecimento para as comunidades vindouras, por isso a necessidade de se criar pequenos povoados que atendiam às demandas de suprimentos para as bandeiras e apoio ao repouso dessas tropas.

Essa característica beneficiou a região com a formação de um pequeno povoado, que atraiu pessoas e pequenas comunidades para a região, devido à riqueza de recursos naturais, que facilitaram a constituição de atividades de exploração produtiva em pequena escala. O início da exploração de minerais no Brasil, no período colonial, beneficiou a região, que se tornou uma pequena localidade de exploração de minérios de ferro, abundante nesse território. Outra atividade econômica que beneficiou esse espaço foi a cultura cafeeira e a implantação das ferrovias, um ramo de infraestrutura importante para ocupação do território mineiro. De acordo com Silva (2018), em 09 de fevereiro de 1855 foi assinado o contrato com o Edward Price para a construção da primeira seção de ferrovia, que originaria a Estrada de Ferro Central do Brasil.

A ferrovia teve um papel fundamental para potencializar a ocupação do território e beneficiar as atividades de mineração nascentes, integrando o sistema de escoamento, principalmente os produtos destinados ao mercado exportador, como o café. Silva (2018) destaca que a ideia era a integração do vale do Rio das Velhas até o Rio São Francisco, com um sistema multimodal interligando a ferrovia com o sistema fluvial, proporcionando, assim, a união entre o Sul e o Norte. Essa integração foi atingida em 1910, com a inauguração dos trilhos em Pirapora, às margens do Rio São Francisco.

O ramal Paraopeba integrou a região e foi um atrativo para trabalhadores e imigrantes que vieram em busca de oportunidades, tanto na atividade agrícola quanto para as atividades de extração de minerais. Esse ramal foi constituído de 39 estações, saindo da região que seria Belo Horizonte até atingir a estação de Dr. Joaquim Murтинho, em Minas Gerais. (SILVA, 2018).

Esses fatores beneficiaram o reduzido povoado com a implantação de pequenos comércios, moradias e uma ínfima população fixa na região, criando as condições necessárias para a constituição de um núcleo



urbano importante no interior de Minas Gerais. A região foi elevada a município, com a denominação de Brumadinho, em 17 de dezembro de 1938, pela lei estadual nº. 148, ao ser desmembrado dos municípios de Bonfim, Itabirito e Nova Lima (IBGE, 2019). O município é constituído de cinco distritos pela divisão apresentada em 2017 (IBGE, 2019), são eles: Brumadinho, Aranha, Conceição do Itaguá, Piedade do Paraopeba e São José do Paraopeba.

Apesar da riqueza natural da região e a forte presença, desde a fundação dos primeiros povoados, das atividades de exploração mineral, os dados econômicos de média salarial e taxa de ocupação estão abaixo da média nacional. No ano de 2016, os dados indicaram que a média salarial era de 2,4 salários mínimos (R\$ 2.112,00); e a taxa de pessoas ocupadas em relação à população total era de 22,9%. Outro fator que aponta para um baixo poder aquisitivo da região são os domicílios com rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, que atinge, no município, a proporção de 33,5% (IBGE, 2019).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 2010 indica um valor de 0,747, acima da média do estado de Minas Gerais, que é 0,731, nona posição no Brasil entre os estados. Esses índices, apresentados pelo município e pelo estado de Minas Gerais, são classificados, em uma escala de 0 a 1, como de alto índice de desenvolvimento humano.

A tragédia de Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019, ampliou os questionamentos sobre o modelo de desenvolvimento da região, ao provocar um dos maiores desastres ambientais com perdas de vidas no Brasil. Essa tragédia já é considerada o maior acidente de trabalho do País, provocado pelo rompimento da barragem de rejeitos minerais provenientes da produção da Mina Córrego do Feijão.

Essa barragem foi construída em 1976 e tinha como utilização o método de alteamento a montante (VALE, 2019). Esse tipo/método de construção de barragem é considerado mais barato, contudo, com maiores riscos de rompimento, pois utiliza os próprios dejetos para a construção da estrutura de contenção dos rejeitos. A barragem que rompeu estava há três anos sem receber dejetos e passou por vários tipos de monitoramento para garantir sua segurança, inclusive com laudos de empresas internacionais, que não foram suficientes para evitar o rompimento, o que demonstrou que a metodologia de acompanhamento e laudos ambientais para a barragem de dejetos minerais necessita de uma revisão e avanço em tecnologias de mapeamento em tempo real.

Os dados sobre a área de impacto do vazamento, segundo a ação civil pública em defesa do meio ambiente do estado de Minas Gerais, promovida pelo Ministério Público desse estado, destacam que:

Com o rompimento das três barragens, no total, foram lançados no meio ambiente cerca de 13 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração contendo diversos metais pesados e substâncias químicas oriundas do processo minerário. A onda de rejeitos decorrente do rompimento das barragens de responsabilidade da REQUERIDA atingiu inicialmente a área administrativa da companhia e parte da comunidade da Vila Ferteco. Conforme dados divulgados pelo CBM/MG e CEDEC até o presente momento (11/03/2019) foram computados 200 mortos e 108 desaparecidos e quase duas centenas de feridos, entre empregados e prestadores de serviços da Vale, moradores da região e hóspedes de uma pousada, bem ainda severos danos socioambientais ao longo de toda a Bacia do Rio Paraopeba, de difícil reversão e danos econômicos para moradores, agricultores, comércio, entre outras atividades atingidas, além de danos ao erário público estadual e municipal. (MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS, 2019, p.5).

Na área atingida estão pequenas propriedades de agricultores familiares, comunidades rurais e povos indígenas que viviam/vivem às margens do rio. Entre as principais atividades produtivas estavam a produção de hortaliças e frutas para abastecimento dos centros urbanos localizados na região; pousadas para atendimento a turistas; e outras instâncias de lazer. A perda dessas áreas pode ser considerada um impacto econômico significativo para a região.

## 4 ANÁLISE AMBIENTAL DOS IMPACTOS DECORRENTES DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM NO MUNICÍPIO DE BRUMADINHO-MG

Há uma legislação específica que versa sobre questões relativas à segurança de barragens, que, segundo Neves (2018), são: Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010; Resolução CNRH nº 143/2001; Resolução CNRH nº 144/2001; Resolução Normativa Aneel nº 696/2015; Resolução ANA nº 236/2016; Portaria ANM nº 70.389/2017; além das normativas estaduais. Entre outros elementos apresentados pelas referidas leis é citado que o empreendedor deve elaborar um mapa de inundação da barragem de mineração, destacando os corpos hídricos envolvidos e os impactos ambientais decorrentes de um possível rompimento. A legislação impõe ainda que é de competência da empresa mineradora elaborar e acompanhar, via monitoramento, um Plano de Segurança da Barragem.

A empresa Vale do Rio Doce administra no Brasil 133 barragens, sendo que, destas, 105 (80%) estão localizadas no estado de Minas Gerais. Essas barragens são conceituadas como reservatórios para contenção e acúmulo de substâncias (líquidas ou sólidas), provenientes do beneficiamento de minério (VALE, 2019), ou seja, são restos da indústria do minério, os quais não recebem um fim adequado, mas, sim, são acumulados em áreas de contenção e, muitas vezes, esquecidos.

Tais resíduos deveriam receber destinações corretas, como as que estão previstas para serem realizadas pela Vale nos próximos anos, onde é feita a descaracterização ou descomissionamento das estruturas de contenção dos rejeitos. No site da Vale é apresentada a seguinte notícia sobre os planos de recuperação propostos:

A Vale apresentou às autoridades brasileiras um plano para acelerar o descomissionamento de todas as barragens construídas pelo método de alteamento a montante. Isso significa que todas desse tipo serão descaracterizadas como barragens de rejeitos e reintegradas ao meio ambiente. Atualmente a Vale possui 10 barragens construídas nesse método e o plano de ação imediato consiste em acabar com todas elas, que atualmente estão inativas (VALE, 2019, s/p..

Importante ressaltar, no entanto, que tal proposta foi apresentada pela empresa depois desta ter duas de suas barragens rompidas (Mariana em 2015 e Brumadinho em 2019), impactos que acarretaram em perdas humanas e ambientais irrecuperáveis. Em Brumadinho os números são de 249 vidas humanas perdidas, sem contar as 21 pessoas ainda desaparecidas, segundo notícia divulgada no site do G1-Globo Minas Gerais, no dia 31 de agosto de 2019.

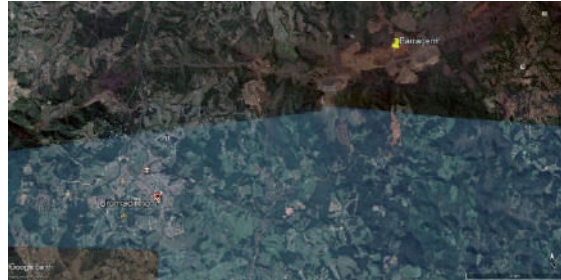
Além das perdas de vidas humanas e de animais decorrentes de tragédias como esta, é importante destacar os impactos que um empreendimento desse porte causa ao meio ambiente. Alguns impactos são relativos à preparação da área para construção da usina e das barragens, por exemplo: o desmatamento para abertura de áreas para instalação de construções e estradas; e a transformação morfológica do relevo, devido à abertura de valas para extração de minérios e posterior depósito desse material retirado em outro local, provocando a compensação isostática do relevo. Tais alterações modificam a paisagem e o ambiente, mas, suas consequências não são visíveis de forma imediata.

Quando ocorre uma ruptura em barragem, como no caso da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho, os impactos são de maior proporção em termos de velocidade, área de abrangência e potencial de degradação. Por se tratar de uma tragédia que ocorreu recentemente, seus impactos ainda não foram mensurados pontualmente, mas é possível observar a alteração que foi promovida na paisagem do lugar (Figura 1).

1984



2019



**Figura 1** | Imagem da área do entorno na barragem de Brumadinho nos anos de 1984 e 2019.

Fonte: Google Earth, 2019.

A título de comparação, apresentamos uma revisão de leitura de estudo de casos parecidos com o ocorrido, nos quais são destacados os principais impactos que correm de forma direta (FREITAS; SILVA; MENEZES, 2016; MILANEZ; LOSEKANN, 2016). De acordo com esses autores, são impactados e alterados os seguintes elementos do ambiente:

- os recursos hídricos, devido à contaminação por produtos químicos utilizados na extração dos minérios e por sedimentos que são transportados, tal impacto causa a morte imediata da ictiofauna, e do próprio canal, já que o sedimento em suspensão vai se depositando no leito do rio;
- a qualidade do solo, onde na área percorrida pela lama tóxica (estimam-se 12 milhões de m<sup>3</sup> em Brumadinho) ocorre o depósito desse material rico em contaminantes e partículas que, quando sedimentados, vão sendo incorporados às primeiras camadas do solo e, dependendo de suas propriedades físicas (se muito permeáveis), podem atingir até mesmo camadas inferiores, provocando a morte da micro e macrofauna do solo, podendo tornar esses solos improdutivos e mesmo estéreis;
- o relevo, com o rompimento da barragem, grande volume de material (sedimentos e outros resíduos) é carregado e depositado em outras partes, podendo acelerar os processos erosivos, devido à pressão provocada nos solos, e os movimentos de massas, com rebatimentos e novos assoreamentos;
- a vegetação, pois, por onde a lama passa, espécies são esmagadas e carregadas, deixando rastros de esterilidade na terra, o que altera a capacidade de recuperação das plantas nativas e interfere no ecossistema local.

Dessa forma, a tragédia altera a paisagem, com repercussão em toda a área da bacia do canal, podendo, inclusive, ultrapassar esses limites e impactar todo o sistema hídrico a jusante, atingindo, no caso, o Rio São Francisco (Figura 2) e chegando até o oceano, como ocorreu na tragédia de Mariana. Tal cenário nos remete a refletir sobre os impactos imediatos à população moradora dos 61 municípios situados na área da Bacia do Rio Paraopeba. Tratam-se de impactos à saúde (física e mental), socioeconômicos e culturais, que, de forma direta e indireta, atingem com maior intensidade a população socialmente frágil e/ou vulnerável.

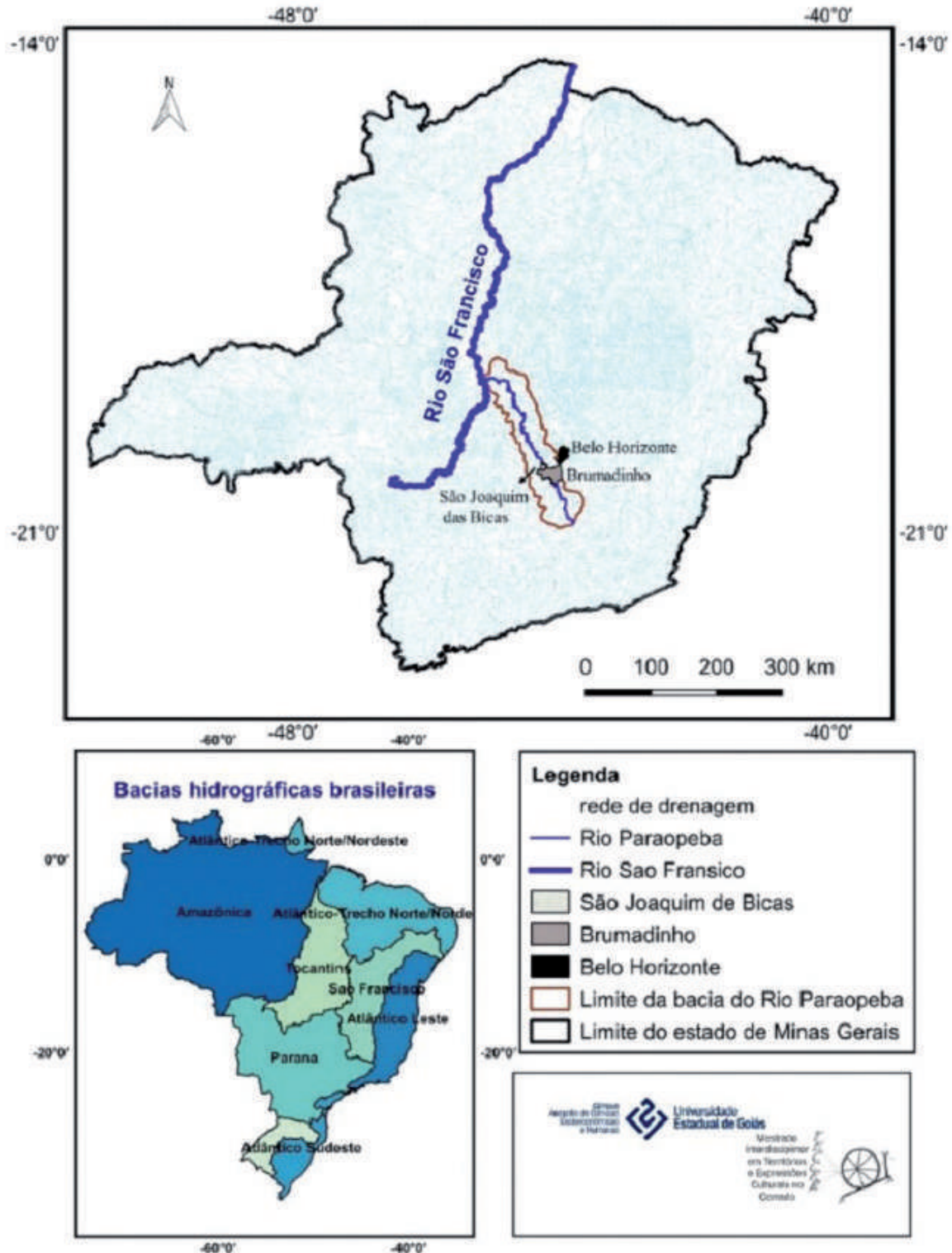


Figure 2 | Mapa de drenagem do estado de Minas Gerais, com destaque para os rios Paraopeba e São Francisco e a bacia do Rio Paraopeba.

Fonte: As autoras, 2019.

Ressalta-se, nesse contexto, a presença de territorialidades indígenas, como a dos Pataxó Hã-hã-hãe, no município de São Joaquim de Bicas, que se localiza na bacia do Rio Paraopeba, além dos povos da etnia Kaxixó, no município de Martinho Campos, e os Krenak, no município de Senhora do Porto, áreas situadas no entorno do canal impactado. Também estão no entorno os quilombos Mangueiras e Luizes, ambos no município de Belo Horizonte (Figura 3).



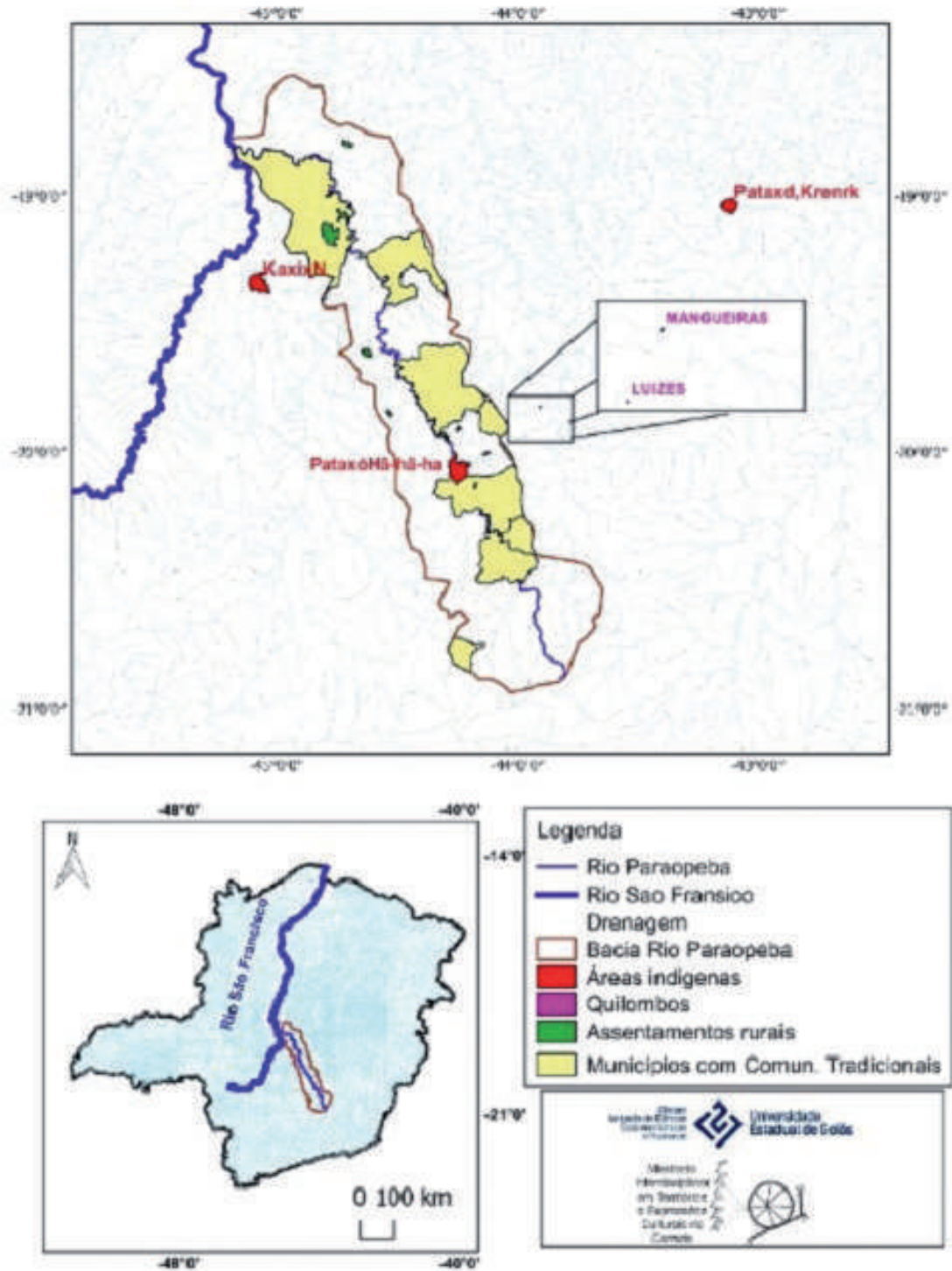


Figura 3 | Mapa de localização das populações tradicionais na Bacia do Rio Paraopeba.

Fonte: As autoras, 2019.

Encontram-se, também, na área da Bacia do Rio Paraopeba, nove assentamentos rurais, registrados no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), denominados: Dois de Julho, 26 de Outubro, Dom Orione, Ismene Mendes, Pastorinhas, Ponte de Baixo Meleiro, Queima Fogo, Roseli Nunes e Serra Negra, além de 13 comunidades denominadas como tradicionais, sendo que, destas, três estão no município de Brumadinho; outras três em Belo Horizonte; duas em Belo Vale; e uma em cada um dos municípios de Pompéu, Paraopeba, Contagem, Moeda e Resende Costa.



## 5 NAÔ XOHÃ: UMA TERRITORIALIDADE INDÍGENA ÀS MARGENS DO RIO PARAÓPEBA

A aldeia indígena Naô Xohã se fixou às margens do Rio Paraopeba há cerca de dois anos, em 2017, muito provavelmente como resultado de migrações constantes do povo Pataxó e Pataxó Hã-hã-hãe. De acordo com o site do Instituto Socioambiental, a presença Pataxó no estado de Minas Gerais, advindos do estado da Bahia, pode ser explicada a partir de três episódios básicos: O Fogo de 51; a criação do Parque Nacional de Monte Pascoal; e o reconhecimento do povo Pataxó pela Fundação Nacional do Índio (Funai), em 1971, pois o órgão da Funai, à época existente em Minas Gerais, poderia melhor atendê-los assistencialmente.

Especificamente sobre a aldeia Naô Xohã, não foi encontrado nenhum estudo acadêmico, tendo em vista, inclusive, a sua história recente. A relação dessa comunidade indígena com a ocupação do espaço, a partir de 2017, às margens do Rio Paraopeba, se explica em função de experiências de contato vivenciadas pelo povo Pataxó há séculos. Não se trata, com certeza, de um território tradicional, em uma perspectiva histórica de presença imemorial com e no lugar. Pelo contrário, refere-se a um tipo de apropriação do espaço a partir de experiências de contato, certamente desestabilizadoras da vivência territorial original do grupo, levando-o à dispersão, já que “o contato é efetivamente uma experiência que acrescenta elementos à territorialidade, levando à criação de novas estratégias” (GALLOIS, 2004, p. 40).

Trabalha-se, nesta perspectiva, com o que se reconhece atualmente por territorialidades indígenas, ou seja, “pode-se dizer que o contato coloca um grupo indígena diante de lógicas espaciais diferentes da sua e que passam a ser expressas também em termos territoriais”.

Como já se viu, o contato é um contexto de confronto entre lógicas espaciais. Por este motivo, as diversas formas de regulamentar a questão territorial indígena implementadas pelos Estados Nacionais não podem ser vistas apenas do ângulo do reconhecimento do direito à “terra”, mas como tentativa de solução desse confronto. (GALLOIS, 2004, p. 43).

Nesse sentido, a aldeia Naô Xohã pode ser caracterizada como uma territorialidade indígena recente, já que o grupo se identifica com o lugar e espera estabelecer nele experiências similares às tradicionalmente praticadas por eles ou por seus ancestrais. Para situá-la historicamente, tivemos que recorrer a informações de alguns sites e bloggers, que fornecem algumas informações, ainda que desconstruídas e pouco seguras, sobre a comunidade. Contudo, são as únicas fontes de pesquisa encontradas. Em razão da ruptura da barragem de Brumadinho, inclusive, vários sites, de diferentes origens, divulgaram informações sobre a comunidade, em razão de ter sido uma das vítimas da tragédia.

No site Brasil de Fato, canal informativo do estado de Minas Gerais, em uma publicação de 30 de agosto de 2018, assinada por Wallace Oliveira, há informações exclusivas sobre a aldeia Naô Xohã. O grupo teria se formado a partir de um aglomerado de cerca de 30 pessoas, entre crianças, adultos e idosos, em São Joaquim de Bicas, região metropolitana de Belo Horizonte, por meio de uma ocupação consumada em 2017. Ainda segundo a notícia veiculada no site, se trataria de um aglomerado de pessoas pertencentes a diferentes etnias falantes de dialetos originários da língua indígena Patxohã, da qual se origina o nome da aldeia, que significa “espírito guerreiro”.

O objetivo do grupo seria o de trabalhar na terra a fim de recuperá-la, considerando o seu estado de degradação avançado, e alcançar melhores condições de vida, que na cidade (Belo Horizonte), onde moravam, não puderam gozar. Nesse ínterim, Wallace Oliveira apresenta ainda a fala da professora indígena Avelin Buniacá Kambiwá, da etnia Kambiwá, de Pernambuco, também pertencente à comunidade, segundo a qual a “terra está muito degradada, ainda não dá para viver dela. O rio está poluído e tem que ser salvo. Temos que estar lá para guardar o Rio Paraopebas, o resto de mata que ainda tem, e parar essa mineração” (OLIVEIRA, 2018).

Dessa fala, depreende-se que o Rio Paraopeba, antes mesmo do desastre de Brumadinho, já estava sofrendo com a poluição das águas, em decorrência do desmatamento e da mineração, mas que, sob a lógica indígena, poderia ser recuperado, já que a pesca e o uso da água ainda eram possíveis, o que propiciava as condições imediatas de sobrevivência do grupo.

Após o rompimento da barragem, a lama percorreu 7 km até alcançar o Rio Paraopeba, segundo notícia publicada no G1-Minas Gerais, no dia 27 de janeiro de 2019, impactando o território da aldeia Naô Xohã. O indígena Gervasio Ânkohay, de 93 anos, e um dos moradores da comunidade atingida, segundo Diego Toledo, afirmou, ainda sob forte impacto da tragédia:

Era um rio muito bonito, acabaram com a vida que tinha ali. Cercado por jornalistas brasileiros e estrangeiros e equipes de TV, um grupo de moradores seguiu até a margem do rio, tocando instrumentos indígenas e entoando uma canção que pedia respeito às regras da natureza. Desde sexta-feira, os índios dizem já ter removido mais de três sacos grandes de peixes mortos da beira do rio Paraopeba. (TOLEDO, 2019, UOL-Notícias).

Retomando a introdução deste artigo, a relação de profunda interdependência entre homem e natureza, mais especificamente entre o indígena e as águas, se confirma nesta fala da vice-cacique Célia Peixoto, da aldeia Naô Xohã, publicada no jornal Estado de Minas: “O povo pataxó surgiu de uma gota de água que caiu na terra, a nossa relação com a água é muito forte... O rio morto nos causa lamento”. Ainda na perspectiva do que podemos aprender com indígenas, a fala da líder indígena Hayô sintetiza a essência do que quisemos demonstrar aqui: “devemos respeitar a natureza e dizer não às mineradoras” (GREENME, on-line). Complementa outro morador da comunidade, o indígena Werymerry: “A Terra está vomitando. Ela está doente. Tudo o que destrói a Natureza se destrói”.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

UAté a ruptura da barragem de Brumadinho, a aldeia Naô Xohã permaneceu quase que desconhecida, passando à evidência, em nível regional, nacional e internacional, somente após essa tragédia que poderia ter sido evitada, caso houvesse maior fiscalização e punição para crimes humanos e ambientais no Brasil. O que se pode aprender com indígenas, nesta e em outras situações similares, é talvez a maior lição que se pode tirar, diante de uma realidade na qual fatores econômicos ainda se sobrepõem à vida: é preciso cuidar e respeitar a natureza se entendendo como parte dela. É isso que os indígenas nos ensinam todo o tempo.

Diante do fato de a tragédia ser algo muito recente, os seus impactos indiretos ainda não são plenamente conhecidos, logo, o cenário de impactos projetados para a região, tanto em nível econômico quanto ambiental, demanda maiores estudos, principalmente com metodologias interdisciplinares, que contemplem vários aspectos do conhecimento: econômico, social, cultural e ambiental. A própria característica da natureza, de resiliência, tem sido afetada pelos efeitos advindos da ocupação desordenada do homem e pelas recorrentes tragédias, como a de Brumadinho, que diminuem a capacidade do meio ambiente processar e dirimir as externalidades negativas desses eventos, seja pela magnitude, seja pela brevidade entre o evento e o tempo da natureza.

Mostrou-se, contudo, que o desastre ambiental e o impacto sobre a vida das pessoas atingidas, em especial, neste artigo, a comunidade indígena abordada, são de proporções colossais. O Rio Paraopeba era fonte de vida para os Naô Xohã, assim como era também para as tantas outras pessoas atingidas. O tempo da natureza costuma reestabelecer a vida, mas será que estas pessoas, indígenas e não indígenas, estarão ainda vivas para assistir a isso? Será que as pessoas envolvidas diretamente nessa tragédia serão efetivamente responsabilizadas e cumprirão os deveres de propiciar as condições para a recuperação ambiental da natureza atingida, assim como das pessoas que foram e ainda serão vítimas dessa tragédia?

Em síntese, é com mais perguntas que respostas que finalizamos, pois essa história necessita de tempo

para ser analisada com mais precisão, contudo, as ações no sentido de dirimir o mais rápido possível os impactos humanos e ambientais demandam urgência. Conforme apresentado, tais tragédias poderiam ser evitadas se as leis fossem observadas com seriedade e a preocupação maior abrangesse a vida humana e a preservação dos recursos naturais e ambientais. Todavia, o que temos é a preocupação com ganhos de capital e a redução com gastos na prevenção de impactos, o que destrói a natureza e as pessoas, especialmente aquelas que compõem a população mais vulnerável.

## NOTES

1. Algumas fontes de imprensa e sites da Internet se referiram à comunidade indígena atingida como pertencente ao povo Pataxó Hã-hã-hãe. Ao se observar os dados do site do Instituto Socioambiental (ISA), referentes aos povos Pataxó e Pataxó Hã-hã-hãe, verificou-se que são, na verdade, os Pataxós que se encontram em Minas Gerais, além da Bahia, enquanto os Pataxó Hã-hã-hãe estão localizados exclusivamente na Bahia. Contudo, segundo dados da Funai, publicados no site do jornal Estado de Minas, “mais de 80 indígenas Pataxó Hã-hã-hãe vivem na aldeia Naô Xohã, às margens do Rio Paraopeba. Fonte de sustento para a comunidade, o rio foi atingido pela lama e por dejetos minerais, ameaçando o abastecimento não só dos índios, mas também dos moradores de várias cidades cuja água para consumo vem do Paraopeba”. Desse modo, se considerará os habitantes da aldeia como sendo Pataxó Hã-hã-hãe, tendo em vista a possibilidade de migrações recentes de representantes deste povo para o estado de Minas Gerais. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna\\_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml)>. Acesso em: 25 mar. 2019.

2. Yanomami: habitante dos estados do Amazonas, Roraima e da Venezuela, segundo dados do ISA, são hoje 24.306 pessoas falantes da Família Linguística Yanomami. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Yanomami>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

3. Iny-Karajá: estão espalhados entre os estados de Goiás, Mato Grosso, Pará e Tocantins, e, segundo dados do ISA, são hoje 3.768 pessoas falantes da Família Linguística Karajá. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Karaj%C3%A1>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

4. Pataxó: habitam os estados da Bahia e Minas Gerais, e são hoje, segundo dados do ISA, 12.326 pessoas falantes da Família Linguística Pataxó. “Os Pataxós vivem em diversas aldeias do extremo sul do estado da Bahia e norte de Minas Gerais. Há evidências de que a aldeia de Barra Velha existe há quase dois séculos e meio, desde 1797 (veja histórico da ocupação). Em contato com os não índios desde o século XVI e muitas vezes obrigados a esconder seus costumes, os Pataxós hoje se esforçam para avivar sua língua Pataxohã e rituais ‘dos antigos’ como o Awê”. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

5. Pataxó Hã-hã-hãe: de acordo com dados do ISA, habitam o estado da Bahia, e são hoje 2.866 pessoas falantes da língua indígena da Família Linguística Pataxó Hã-hã-hãe. “Em sua totalidade, os índios conhecidos sob o etnônimo englobante Pataxó Hãhãhãe abarcam, hoje, as etnias Baenã, Pataxó Hãhãhãe, Kamakã, Tupinambá, Kariri-Sapuyá e Gueren. Habitantes da região sul da Bahia, o histórico do contato desses grupos com os não indígenas se caracterizou por expropriações, deslocamentos forçados, transmissão de doenças e assassinatos. A terra que lhes foi reservada pelo Estado em 1926 foi invadida e em grande parte convertida em fazendas particulares. Apenas a partir da década de 1980 teve início um lento e tortuoso processo de retomada dessas terras, cujo desfecho parece ainda longe, permanecendo a Reserva sub judice.” Disponível em: <[https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3\\_H%C3%A3-H%C3%A3-H%C3%A3e](https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3_H%C3%A3-H%C3%A3-H%C3%A3e)>. Acesso em: 23 mar. 2019.

6. O valor do salário mínimo de 2016 era de R\$ 880,00 e a média salarial do Brasil era de R\$ 2.124,00. (IBGE, 2019).

7. Kaxixó: habitantes do território de Minas Gerais e são hoje cerca de 301 pessoas. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Kaxix%C3%B3>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

8. Krenak: habitantes dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo, e são hoje cerca de 434 pessoas falantes da Família Linguística Krenák. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Krenak>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

9. Episódio relacionado ao processo de reconhecimento e demarcação do território indígena Pataxó, em torno do Monte Pascal, em Barra Velha, na Bahia. Após a medição do terreno, controvérsias surgiram entre indígenas, e os Pataxós teriam se manifestado contrários, como grupo prejudicado e detentores de direitos sobre o território. Segundo Maria Regina Lins Brandão Veas, “Em torno desse fato existe muita controvérsia, pois uns diziam que a medição era a mando do governo da Bahia enquanto que outros diziam que era a mando do próprio Getúlio Vargas. Mas o importante é que, ao narrar esse acontecimento, alguns fatos se clareiam, por exemplo, o de que a medição começou em Caraíva chegando até Barra Velha e o de que a demarcação foi realizada com ajuda dos indígenas. Estes perceberam que, de quando em quando, a medição excedia ao tamanho correto da área estipulada, o que gerou inquietação. Essa inquietação durou anos, até que os índios decidissem pedir o reconhecimento da terra. Assim, o cacique da aldeia Barra Velha foi em viagem ao Rio de Janeiro, dirigindo-se ao SPI e, não conseguindo informação, retornou à Bahia. Algum tempo depois chegou à aldeia Barra Velha um grupo de homens dizendo que resolveriam o problema das terras. Porém, narram os próprios pataxós que se tratava de uma emboscada, na qual a linha teleférica foi cortada e os índios mantidos como reféns na própria aldeia, até que se deram conta da trapaça. Logo surgiu uma invasão de policiais vindos de dois lados da aldeia que, desmedidamente, começaram a atirar contra as habitações. Invadiram a aldeia, destruindo as casas com fogo. Já não se sabia quem lutava contra quem, todavia, a culpa acabou recaindo sobre os índios, que acabaram sendo presos. Alguns indígenas fugiram e se esconderam na floresta por dias, outros saíram e se espalharam nas fazendas. Não tardou muito e um comunicado vindo de Salvador fez com que os verdadeiros culpados de toda a confusão fossem presos. Aqueles que se passaram por benfeitores, haviam aplicado o golpe. Conta-nos D. Maria, a índia mais velha da aldeia MuãMimatxi, que, na ocasião do “Fogo de 51”, muita gente fugiu, pois não era mais possível viver em Barra Velha. Na ocasião, D. Maria e outros índios correram para uma fazenda onde seu pai morava. Seu marido, que participara da emboscada, contaria mais tarde a ela o ocorrido”. (VEAS, 2017, p. 33-34).

10. Pataxó. Instituto Socioambiental. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3#Popula.C3.A7.C3.A3o>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

11. OLIVEIRA, Wallace. Indígenas retomam terra em São Joaquim de Bicas (MG). Aldeia Naô Xohã surgiu para recuperar terra degradada e proporcionar uma vida melhor para as famílias. Brasil de Fato. Belo Horizonte (MG), 30 de Agosto de 2018. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2018/08/30/indigenas-retomam-terra-em-sao-joaquim-de-bicas-mg/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

12. Tragédia em Brumadinho: o caminho da lama. G1-Minas Gerais. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/01/27/tragedia-em-brumadinho-o-caminho-da-lama.ghtml>. 27/01/2019>. Acesso em: 25 set. 2019.

## REFERÊNCIAS

ALVES, V. Disponível em: <[valdecyvalves.blogspot.com/2017/barragem-do-patu-barragem-da-morte.html](http://valdecyvalves.blogspot.com/2017/barragem-do-patu-barragem-da-morte.html)>.

ANGTHICHAY; ARARIBY; JASSANÃ; MANGUADÃ; KANÁTYO. O Povo Pataxó e sua História. Programa de Implantação das Escolas Indígenas em Minas Gerais. MEC, SEE, Funai, IEF. Minas Gerais: Parque Estadual do Rio Doce, 1997.

AUR, D. **Lama tóxica nas terras dos índios Pataxós**: uma tragédia da qual ninguém fala. GRENME. 07/02/2019. Disponível em: <<https://www.greenme.com.br/informar-se/povos-da-floresta/7570-lama-toxica-terras-indios-pataxos-brumadinho>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BELTRAMI A. C.; FREITAS, C. M.; MACHADO, J. H. M. Acidentes com produtos perigosos no Brasil, no período 2006-2009: análise dos dados dos sistemas de informações como subsídio às ações de vigilância em saúde ambiental. *Epidemiol. Serv. Saude. Brasília*, v. 3, n. 21, p. 439-48, 2012.

BICALHO, P. S. dos S. **Protagonismo Indígena no Brasil: movimento, cidadania e direitos (1970-2009)**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em História Social, Universidade de Brasília, Brasília, 2010. 468 f.

COSTA, A. L. B. M. Barragem de Sobradinho: o desencontro cultural entre camponeses e técnicos do Estado. In: **Hidrelétricas, ecologia e progresso: contribuições para um debate**. Rio de Janeiro: Cedi, 1990.

DOSSE, F. **A História à prova do tempo: da história em migalhas ao resgate do sentido**. São Paulo: Ed. Unesp, 2001.

ESTADO DE MINAS. **Funai dará apoio a índios que vivem perto da barragem rompida**. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna\\_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/01/28/interna_gerais,1025323/funai-dara-apoio-a-indios-que-vivem-perto-de-barragem-rompida.shtml)>. Acesso em: 25 mar. 2019.

FREITAS, C. M. de; SILVA, M. A. da; MENEZES, F. C. de. O desastre na barragem de mineração Samarco – fratura exposta dos limites do Brasil na redução de risco de desastres. **Revista Ciência e Cultura**. v. 68, n.3, São Paulo, jul/set. 2016.

GALLOIS, D. T. Terras ocupadas? Territórios? Territorialidades? In: RICARDO, F. (Org.) **Terras Indígenas e Unidades de Conservação da Natureza**. São Paulo: ISA – Instituto Socioambiental, 2004. p. 37-41 (PDF).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2019. Dados econômicos. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/brumadinho/panorama>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

JORNAL ESTADO DE MINAS. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/21/interna\\_gerais,1039797/numero-de-mortos-em-brumadinho-sobe-para-210-seguem-desaparecidos-99.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2019/03/21/interna_gerais,1039797/numero-de-mortos-em-brumadinho-sobe-para-210-seguem-desaparecidos-99.shtml)>. Acesso em: 21 mar. 2019.

KOPENAWA, D.; BRUCE, A. **A queda do Céu: palavras de um xamã yanomami**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

LACAZ, F. A. C.; PORTO, M. F. de S.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. São Paulo, v. 42, 2017.

MELLO, F. M. (Coord). **A história das Barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens**. Rio de Janeiro: CBDB, 2011. Disponível em: <[http://www.cbdb.org.br/documentos/A\\_Historia\\_das\\_Barragens\\_no\\_Brasil.pdf](http://www.cbdb.org.br/documentos/A_Historia_das_Barragens_no_Brasil.pdf)>.

MILANEZ, B.; LOSEKANN, C. (Org.) **Desastre no Vale do Rio Doce: antecedentes, impactos e ações sobre a destruição**. Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e imagem, 2016.

MINAYO, M. C. de S. (Org.) **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS. **Ação civil pública em defesa do meio ambiente**. Brumadinho, 13 mar. 2019, 120p.

NEVES, L. P. **Segurança de barragens: legislação federal brasileira em segurança de barragens comentada**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/e-book-livre-legislacao-federal-brasileira-em-seguranca-de-barragens-autor-luiz-paniago-neves>>. Acesso em: 21 mar. 2019.

NUNES, E. S. **Transformações Karajá: os “antigos” e o “pessoal de hoje” no mundo dos brancos**. (Tese de Doutorado) – Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Brasília: 2016.

OLIVEIRA, W. Indígenas retomam terra em São Joaquim de Bicas (MG). Aldeia Naô Xohã surgiu para recuperar terra degradada e proporcionar uma vida melhor para famílias. **Brasil de Fato**. Belo Horizonte (MG), 30 de Agosto de 2018. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2018/08/30/indigenas-retomam-terra-em-sao-joaquim-de-bicas-mg/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.



PATAXÓ. Instituto Socioambiental. Disponível em: <<https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Patax%C3%B3#Popula.C3.A7.C3.A3o>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

PORTO, M. F. S. A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafios para a saúde coletiva. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, n. 32, v. 2, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v32n2/0102-311X-csp-32-20102-311X00211015.pdf>>.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BRUMADINHO. **Prefeito negocia e Vale vai continuar pagando royalties por dois anos**. Disponível em: <<https://portal.brumadinho.mg.gov.br/prefeito-negocia-e-vale-vai-continuar-pagando-royalties-por-dois-anos/>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

SILVA, F. S. **Patrimônio Ferroviário em Minas Gerais**: bens imóveis. Brasília: Iphan, Ministério da Cultura. 2018. Disponível em: <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Patrimonio\\_Ferroviario\\_MG.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Patrimonio_Ferroviario_MG.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

THOMÉ, R.; PASSINI, M. L. Barragens de rejeitos de mineração: características do método de alteamento para montante que fundamentaram a suspensão da utilização em Minas Gerais. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**. Paraná, v. 18, n. 34, 2018.

TOLEDO, D. **Homem branco fez terra vomitar, diz líder de aldeia afetada em Brumadinho**. UOL Notícias. 31/01/2019. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2019/01/31/homem-branco-fez-terra-vomitar-diz-lider-de-aldeia-afetada-em-brumadinho.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

VALLE, C. Txopailtohá: mito fundador pataxó. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 1, p. 61-68, 2001.

VALE. Entenda as barragens da Vale. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/paginas/entenda-as-barragens-da-vale.aspx](http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/paginas/entenda-as-barragens-da-vale.aspx)>. Acesso em: 17 mar. 2019.

VALE. Disponível em: <[http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/Entenda-as-barragens-da-Vale.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/Entenda-as-barragens-da-Vale.aspx)>. Acesso em: 21 mar. 2019.

VEAS, M. R. L. B. **Histórias indígenas e suas potencialidades para a educação intercultural**: um estudo na aldeia MuãMimatxi. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação e Formação Humana. Universidade do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.

# Anthropic transformation in the Gurupi river basin, eastern Amazon

*Transformação antrópica na bacia hidrográfica do rio Gurupi, Amazônia oriental*

Fabiana da Silva Pereira<sup>a</sup>

Ima Célia Guimarães Vieira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Mestre em Ciências Ambientais, Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG, Belém, PA, Brasil.

E-mail: [ambiental.fabiana@hotmail.com](mailto:ambiental.fabiana@hotmail.com)

<sup>b</sup>Doutora em Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG, Belém, PA, Brasil.

E-mail: [ima@museu-goeldi.br](mailto:ima@museu-goeldi.br)

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23799

Received: 21/03/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE- DOSSIER

## ABSTRACT

The objective of this paper was to evaluate the degree of anthropic transformation of a river basin in the Amazon region. We used the digital data of the TerraClass Project to calculate the Anthropic Transformation Index - ATI. In order to verify spatial and temporal changes along a decade in the Gurupi river basin, we used the database of the years 2004 and 2014. The results showed an increase of anthropic changes in the basin over a decade, as a result of forest cover conversion into agricultural and pastures areas. Although the Gurupi river basin remains at a regular level of degradation after a decade, the intensification of land use and land cover change is a threat to the few rainforest remnants of the river basin, which can lead the region to the next level of degradation, if effective forest protection, conservation and restoration actions are not implemented in the region.

*Keywords: Land uses. Anthropic alteration. Degradation. Amazon.*

## RESUMO

*Este artigo tem como principal objetivo avaliar o grau de transformação antrópica de uma bacia hidrográfica amazônica. Para isso, foram utilizados dados do projeto TerraClass e aplicado o Índice de Transformação Antrópica - ITA para os anos de 2004 e 2014, a fim de verificar as mudanças espaciais ao longo de uma década. Os resultados mostraram que houve uma intensificação no nível de antropização da bacia do rio Gurupi ao longo dos dez anos avaliados, resultado da conversão de áreas de florestas para a expansão de atividades agropecuárias. Embora esta bacia possua um nível de degradação considerado*

*regular, as intensas mudanças no uso e cobertura do solo da bacia constitui-se em uma ameaça direta aos poucos remanescentes de floresta madura ainda existentes, o que elevaria a região a um próximo patamar de degradação, se não houver ações de proteção, conservação e restauração florestal.*

*Palavras-Chave: Usos da terra. Alteração antrópica. Degradação. Amazônia.*

## 1 INTRODUCTION

River basins are complex systems, understood as key management units for the planning and administration of water resources and land use. River basins are easy to recognize and characterize, and studies based on this type of spatial cutout allow an integrated approach to the environment (MOLLE, 2009). Despite their importance the lack of planning and management associated with the effects of unsuitable land use and indiscriminate use of water threaten the maintenance and sustainability of watersheds in Brazil.

The Amazon basin is the largest hydrographic basin on the world and the recent occupation of the region with the explicit objective of securing national borders and integrating the region's economy, has led to large-scale deforestation and land use changes, with negative consequences in terrestrial and aquatic ecosystems (VAL et al., 2010; FEARNSSIDE, 2005). In the eastern Brazilian Amazon the history of human colonization and the intense dynamics of land use and occupation since the nineteenth century, have contributed to the anthropization of the landscape, which has been accelerated over the last 50 years due to predatory selective logging and extensive cattle ranching, determinants for changes in the forest landscape of the region (ALMEIDA and VIEIRA, 2010; CELENTANO et al., 2018).

Despite the efforts to monitor deforestation in the Amazon (INPE, 2016), the most complete mapping of land use in deforested areas started to be produced by the TerraClass project (COUTINHO et al., 2013; ALMEIDA et al., 2016) based on high resolution images and remote sensing and geoprocessing techniques. TerraClass data combined with other tools that assess anthropogenic changes in the landscape, represent an important instrument to help managing and controlling the environmental degradation of watersheds. The Anthropic Transformation Index (ATI) has a good performance to assess the pressures of economic activities on landscape components, and thus quantifies its current degree of degradation (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; RODRIGUES et al., 2014; PERIM and COCCO, 2016; RIBEIRO, GALVANNIN and PAIVA, 2017; ORTEGA, 2017; ALMEIDA and VIEIRA, 2019).

The Gurupi river basin is particularly relevant to the regional environmental scenario due to its socio-environmental and political importance, as it corresponds to the border between the states of Pará and Maranhão, at the Amazon agricultural frontier. In the present study, we evaluated the degree and dynamics of anthropization in the Gurupi river basin over a decade (2004-2014), integrating efforts to support strategies for territorial protection of this basin.

## 2 MATERIALS AND METHODS

### 2.1 STUDY AREA

The Gurupi river basin has a length of about 35000 km<sup>2</sup> and is located between the states of Pará and Maranhão. Its main river, the Gurupi river, is a natural physical divider between the two states (FIGURE 1). With a length of approximately 700 km, this river springs in the Serra do Gurupi, in the municipality of Açailândia - Maranhão, and flows into the Atlantic Ocean (UEMA, 2016).

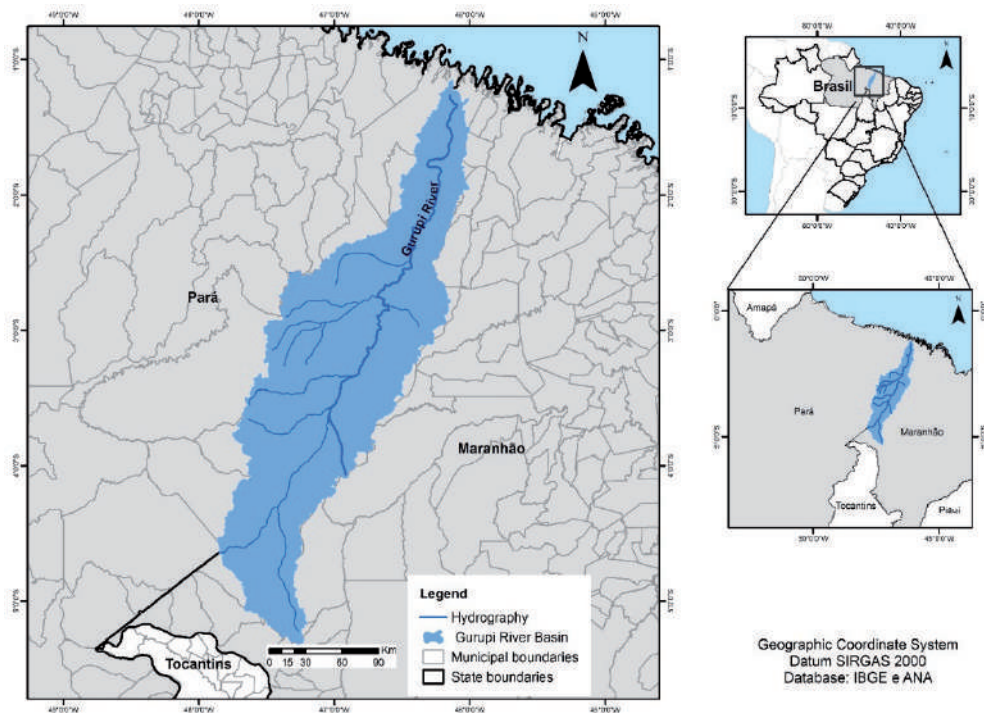


Figure 1 | The Gurupi river basin, Eastern Amazon.

Source: Cartographic database of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (In Portuguese: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) and the National Water Agency of Brazil (In Portuguese: Agência Nacional das Águas – ANA) (2019).

The Gurupi river basin is part of the Western Northeast Atlantic Hydrographic Region, which encompasses much of the state of Maranhão and a small portion of the state of Pará (ANA, 2015). The Gurupi river basin covers the whole territory of the Itinga do Maranhão and Boa Vista do Gurupi municipalities in the state of Maranhão, and parts of the territorial areas of 12 municipalities: Cachoeira do Piriá, Dom Eliseu, Nova Esperança do Piriá, Paragominas, Ulianópolis and Viseu, in the state of Pará, and also the municipalities of Açailândia, Carutapera, Centro Novo do Maranhão Junco do Maranhão, and São Francisco do Brejão. This region presents a population of 392.601 inhabitants, with 73% living in urban areas (IBGE, 2010; ANA, 2015). The demographic density of the basin is 10.94 inhab./km<sup>2</sup> (ANA, 2015). In the state of Pará, the density is 6.07 inhab./km<sup>2</sup> and in Maranhão, 19.81 inhab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

The border between Pará and Maranhão, in the eighteenth and nineteenth centuries, was composed of numerous farms from which black slaves constantly escaped into the forests, forming the ‘mocambos’ (village-sized communities mainly of runaway slaves in colonial Brazil, during Portuguese rule) on the banks of the rivers (GOMES, 2005). Thus, various ethnicities and interests were added to the Gurupi region. According to Gomes (2005), the region assumed diverse agricultural and commercial characteristics and these populations made of this region their own borders, marked by countless struggles, alliances and conflicts.

In terms of biogeographic regionalization, the Gurupi basin belongs to the Belém Endemism Area (SILVA et al., 2005), which corresponds to the first frontier of human occupation and agricultural production in the Amazon region and which over the years has led to the conversion of large forest areas into agricultural lands and human settlements (FEARNSIDE, 2005; RIVERO et al., 2009).

This Area of Endemism incorporates all forests and ecosystems east of the Tocantins river in Pará state and includes a greater portion in the state of Maranhão (known as “região da Amazônia Maranhense”). This area has the longest and highest levels of forest loss in Brazilian Amazon, retaining < 20% of its original primary forest cover and under some kind of protection (ALMEIDA and VIEIRA, 2010; BRAZ et al., 2016), about 10% are conservation units, and 6% are indigenous land (SILVA et al., 2005). It is an

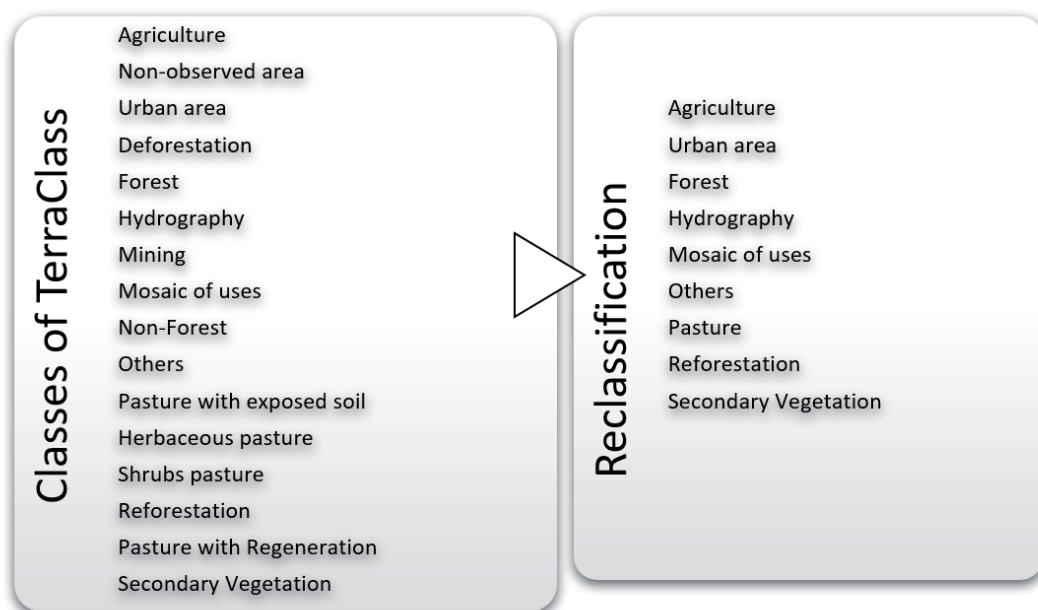
area with about two hundred years of human occupation, where land use changes have caused habitat loss and fragmentation increasing its vulnerability. The few Amazonian forest remnants in the region correspond mainly to indigenous lands and protected areas.

Currently, the Gurupi river basin faces demands for multiple uses, such as urban and rural water supply, industry, irrigation and livestock, and these uses have been under great pressure due to deforestation, exploitation of natural resources and land grabbing (MOURA et al., 2011; CELENTANO et al., 2017; CELENTANO et al., 2018). The basin also has low human development and water management indexes, especially in relation to sewage treatment, treated water supply, and efficient water use, with implications for the sustainability of the basin (PNUD, 2013; DIAS et al., 2018).

## 2.2 METHODS

Data from the TerraClass project of the Brazilian National Institute for Space Research (INPE) in partnership with the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) were used to identify changes in land use and land cover in the Gurupi river basin (ALMEIDA et al., 2016). The original methodology of the project presents up to 16 land use and land cover classes, implemented for 5 years: 2004, 2008, 2010, 2012 and 2014 (INPE, 2016). However, the years 2004 and 2014 were chosen for the analysis of the present study because they are the earliest and the most recent years of the TerraClass database, and therefore allow to analyze the changes after a decade of mapping.

The ArcGIS tool version 10.2.2 was used for data processing. Initially, a delimitation of the states of Pará and Maranhão was made in the image shape of the basin, and then the classes originally presented by TerraClass were reclassified into 9 classes (FIGURE 2), so as to consider the same classes in the two evaluated years. Four pasture classes were grouped into one, as they corresponded to the same land use, and classes such as mining, deforestation, non-forest and unobserved area were grouped into the “other” class. This was done in order to group the classes that were correlated or unrepresentative. After reclassification, the areas occupied with each class were calculated.



**Figure 2 |** Reclassification of land use and landcover classes of the TerraClass project.

Source: Adapted from TerraClass (2004, 2014).



The ATI was calculated for the years 2004 and 2014 from the percentage values corresponding to the area of each class of land use and land cover of the basin and their respective weights (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; RODRIGUES et al., 2014; LEANDRO and ROCHA, 2019):

$$ITA = \sum_{i=1}^n (r_i \cdot p_i) / 100$$

where:

$r_i$  = weight given to the different  $i$  classes of land use and land cover as a degree of anthropic transformation;

$p_i$  = area (%) of a given land use and land cover class in the basin;

$n$  = number of classes.

The adopted weights were defined based on consultations with specialists in the area, from the Botany and Earth Sciences coordination departments of the Emilio Goeldi Museum, Belém, Pará, according to the Delphi method, which assigns weights and grades based on the knowledge and multidisciplinary view of experts (NOGUEIRA et al., 2001; SCHWENK and CRUZ, 2008; ALMEIDA and VIEIRA, 2019). Weights were assigned according to the degree of modification that a particular class of use and cover exerts on the landscape. These weights vary within a scale from 1 to 10, from lowest to highest pressure, respectively (Table 1).

**Table 1 |** Land use and land cover classes and their assigned weights in relation to the degree of alteration used in the analysis of the Gurupi river basin, Eastern Amazon.

<i>Land Use/Cover Classes</i>	<i>Weights</i>
AGRICULTURE	9
PASTURE	9
URBAN AREA	10
MOSAIC OF USES	5
FOREST	1
HYDROGRAPHY	1
SECONDARY VEGETATION	2
OTHERS	1
REFORESTATION	5

Source: Authors (2019).

To qualify the basin in relation to its anthropization levels, the following classification was adopted: 0 - 2.5 (slightly degraded), 2.5 - 5 (regular), 5 - 7.5 (degraded), and 7.5 - 10 (very degraded) (CRUZ et al., 1998).

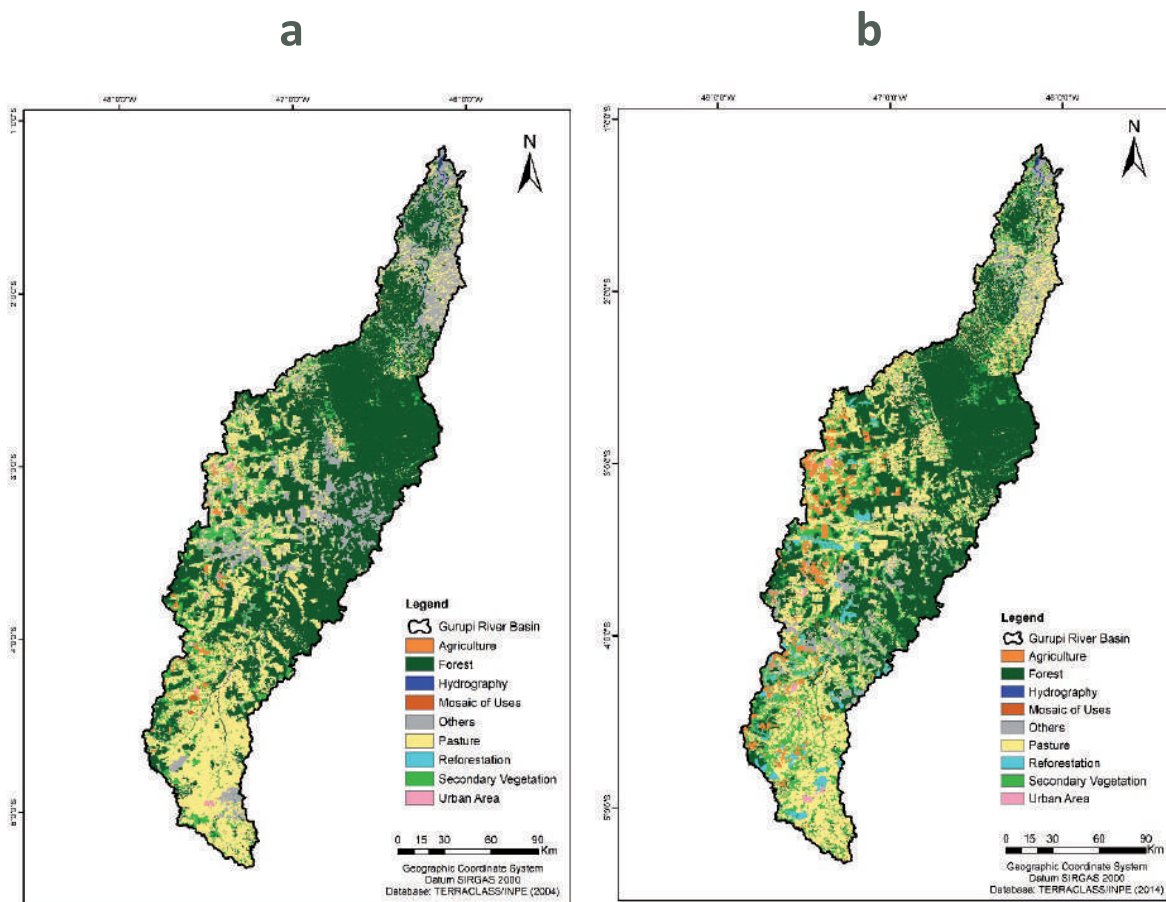
In order to make comparisons of the transformations in the river basin at spatial scale, we analysed the degree of anthropic transformation in the portion of each state, Pará and Maranhão in both periods,

as well as in the portion that corresponds to the protected areas of the basin (indigenous lands and conservation units).

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

The predominant class in the Gurupi basin was forest, both in 2004 and 2014, followed by pasture (FIGURE 3). However, there was a decrease in forest area and an increase in pasture area in the analyzed period.

The development model implemented in the Amazon for obtaining economic advantages only have resulted in intense land occupation associated with land use changes and high pressure on forests. Excessive demand for timber resources combined with an economic strategy that promoted the expansion of livestock and agricultural and agro-industrial commodities from the 1970s onwards has led to systematic deforestation of large forest areas in this region (FEARNSIDE, 2005; RIVERO et al., 2009; ALMEIDA and VIEIRA, 2010; VIEIRA; TOLEDO; HIGUCHI, 2018). Over ten years, forest areas in the Gurupi basin had a decrease of about 2638 km<sup>2</sup>, representing a loss of 16%. In turn, the pasture class had an increase of 959 km<sup>2</sup>, 9% higher compared to 2004 (TABLE 2).



**Figure 3 |** Map of land use and land cover in the Gurupi river basin, between the states of Pará and Maranhão, in 2004 (a) and 2014 (b).

*Source: Prepared by the authors based on TerraClass data (2019).*

**Table 2 |** Anthropic Transformation Index of the Gurupi River Basin in 2004 and 2014.

Land Use/Cover Classes	Area (Km <sup>2</sup> )		Area (%)		ATI	
	2004	2014	2004	2014	2004	2014
AGRICULTURE	271,33	1349,80	0,78	3,87	0,07	0,35
PASTURE	9610,07	10569,20	27,52	30,27	2,48	2,72
URBAN AREA	53,34	137,00	0,15	0,39	0,02	0,04
MOSAIC OF USES	134,19	221,59	0,38	0,63	0,02	0,03
FOREST	16933,00	14294,70	48,49	40,94	0,48	0,41
HYDROGRAPHY	61,30	61,30	0,18	0,18	0,00	0,00
SECONDARY VEGETATION	2516,00	4357,69	7,21	12,48	0,14	0,25
OTHERS	5339,77	3217,33	15,29	9,21	0,15	0,09
REFORESTATION	-	710,39	-	2,03	-	0,10
TOTAL					3,37	4,00

Source: Authors (2019).

The agriculture class represented a smaller portion of the basin compared to the pasture class and it had an increase of 1078 km<sup>2</sup> in 10 years, and occupied an area in 2014 about 5 times larger than in 2004 (TABLE 2). Also, the urban area had a significant increase in 10 years, although represented only 1% of the basin. There was also an increase of 87.4 km<sup>2</sup> and 1841.7 km<sup>2</sup> in the areas occupied by the mosaic of uses and secondary vegetation, respectively, from 2004 to 2014.

The application of the ATI to the Gurupi river basin showed an increase in the degree of anthropization of the region from 2004 to 2014 (TABLE 2), but the basin remained in the “regular” degradation category. The main factors leading to the increase in the degree of anthropization are related to the reduction of forest areas to boost agricultural and livestock activities. In fact, the Gurupi forest is rapidly disappearing due to illegal logging, deforestation and livestock (CELENTANO et al., 2018), and the negligence of the State and absence of effective regulatory and control mechanisms intensify land use conflicts and loss of forests in this region.

Although the Gurupi river basin remained with the same level of degradation in 2014 as in 2004 the highest rates of degradation occurred on the western side of the basin, in the state of Pará (TABLE 3). This result is mainly related to the growth of agricultural activities, which occurred with a little more intensity in the state of Pará, where the agricultural area increased from 263.58 km<sup>2</sup> in 2004 to 1187.34 km<sup>2</sup> in 2014, and the pasture area from 4833.41 km<sup>2</sup> to 5474.24 km<sup>2</sup> in the same period. Another important factor which contributed to the largest change in land use in the western side of the basin is that in the eastern part of the state of Maranhão, more than 1/3 of the territory consists of protected areas, which in some ways slow down the advance of the agricultural frontier. Despite constant threats, such as deforestation, illegal logging and fires, these protected areas conserve forest remnants and biodiversity, thereby ensuring essential ecosystem services (CELENTANO et al., 2018; PAIVA et al., 2019).

**Table 3** | Detailed anthropogenic transformation indexes by state and protected areas of the Gurupi river basin in 2004 and 2014.

Land Use/Cover Classes	GRB - MA		GRB - PA		PROTECTED AREAS	
	Area (%)	ATI	Area (%)	ATI	Area (%)	ATI
<i>2004</i>						
AGRICULTURE	0,05	0,00	1,38	0,12	0,00	0,00
PASTURE	30,25	2,72	25,27	2,27	2,28	0,20
URBAN AREA	0,14	0,01	0,17	0,02	0,00	0,00
MOSAIC OF USES	0,11	0,01	0,61	0,03	0,02	0,00
FOREST	49,56	0,50	47,61	0,48	89,58	0,90
HYDROGRAPHY	0,14	0,00	0,20	0,00	0,15	0,00
SECONDARY VEGETATION	4,30	0,09	9,60	0,19	1,44	0,03
OTHERS	15,45	0,15	15,16	0,15	6,55	0,07
REFORESTATION	-	0,00	-	0,00	-	0,00
TOTAL		3,48		3,27		1,20
<i>2014</i>						
AGRICULTURE	1,03	0,09	6,21	0,56	0,00	0,00
PASTURE	32,26	2,90	28,62	2,58	5,24	0,47
URBAN AREA	0,36	0,04	0,42	0,04	0,00	0,00
MOSAIC OF USES	0,48	0,02	0,76	0,04	0,22	0,01
FOREST	42,77	0,43	39,42	0,39	85,17	0,85
HYDROGRAPHY	0,14	0,00	0,20	0,00	0,15	0,00
SECONDARY VEGETATION	11,55	0,23	13,25	0,27	4,58	0,09
OTHERS	9,56	0,10	8,93	0,09	4,65	0,05
REFORESTATION	1,85	0,09	2,19	0,11	0,00	0,00
TOTAL		3,90		4,07		1,47

GRB - Gurupi River Basin. MA - Maranhão. PA - Pará.

Source: Authors (2019).

Protected areas represent almost 20% of the basin area. These areas are comprised of indigenous lands (Alto Guamá River, Alto Turiacu and Awa Indigenous Lands) and conservation units (Gurupi River Biological Reserve and a small portion of the Environmental Protection Area of Maranhão Reentrances), which also contain large areas of native vegetation. However, the present study showed that there was an increase in the degree of anthropization from 2004 to 2014 in these protected areas (TABLE 3). Over the last 10 years, forest areas in the protected areas have decreased by 5% (298 km<sup>2</sup>) due to pastures - which increased by about 200 km<sup>2</sup> -, mosaic of uses - which increased up to 14 times -, and secondary vegetation.

The largest areas of native forest are found in Indigenous Lands, but much of the remaining forests are highly fragmented and degraded due to recurrent fire and logging events, as well as hunting and exploitation of non-timber products. Some studies in the protected areas of this region corroborate these results, indicating changes in vegetation cover, mainly associated with illegal logging, agriculture, livestock, urban sprawl and infrastructure projects (SILVA et al., 2019; PAIVA et al., 2019). The Gurupi Biological Reserve, the only integral protection conservation unit in the basin, has been the scenario of intense conflicts, driven mainly by illegal wood extraction from the area, resulting in strong pressures on its ecosystems (MOURA et al., 2011).

The ATI results showed the growth of anthropogenic activities in the protected areas of the Gurupi basin (TABLE 3), despite the restrictions on land use established by the Brazilian current legislation (BRASIL, 1988; SNUC, 2000). Although their results may seem little significant, they are still worrying, since forest disturbances may potentiate the loss of biodiversity, decreasing the conservation value of these forest areas (BARLOW; LENNOX; GARDNER, 2016).

Creation of protected areas is one of the main strategies for biodiversity conservation. Despite the importance that these areas have to control deforestation and to the conservation of the amazonian biodiversity (FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIDA, 2005), strategies aimed only at maintaining forest cover may not reduce anthropogenic disturbances (BARLOW; LENNOX; GARDNER, 2016). Environmental management strategies need to include monitoring deforestation, environmental surveillance, strengthening local governance systems, and protecting forest productive arrangements around protected areas (CURRAN et al., 2004; SOARES FILHO et al., 2005).

Given the accelerated anthropism in the Gurupi basin, new integrated management strategies for this territory should be implemented in order to reinforce land use governance. One of these proposals is the creation of a mosaic of protected areas in the region (CELENTANO et al., 2018), which integrates efforts for territorial protection, forest restoration, and guarantee of the quality of life and rights of indigenous and traditional populations living in this territory.

### 3 CONCLUSIONS

The analysis of land use and land cover of the Gurupi river basin showed regular level of degradation over a decade. The increase in the pasture and agriculture classes and the decrease in forest area directly reflected in the degree of anthropic transformation index for the region. Although we found a regular level of degradation in the Gurupi river basin both in 2004 and 2014, anthropogenic transformations in the landscape have increased over the 10-year period analyzed. Extensive forest areas have been converted into pastures and agricultural areas and the high demand for land in this river basin is a threat to the forest remnants and biodiversity of the region

Significant proportion of forests in the basin are in protected areas. Nevertheless, the degradation of these forests increased between 2004 and 2014 and endanger not only the biodiversity but also the livelihoods of indigenous populations. Forest conservation and restoration strategies associated to public policies to guarantee traditional populations territories need to be implemented in the region since the creation of protected areas alone have not been able to hinder the growth of anthropogenic disturbances in the Gurupi river basin.

### REFERENCES

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras** – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015. 163 p.

ALMEIDA, C.A.; COUTINHO, A.C.; ESQUERDO, J.C.D.M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C.G.; DESSAY, N.; DURIEUX, L.; GOMES, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, v.46, n.3, p. 291-302, 2016.

ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G. Transformações antrópicas da paisagem agrícola com palma de óleo no Pará. **Novos Cadernos NAEA**, v. 22, n. 2, p. 9-26, maio-ago 2019.

ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G. Centro de endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários**, v.36, n.3, p. 95-111, 2010.



BARLOW, J.; LENNOX, G. D.; GARDNER, T. A, **Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation**. *Nature*, v. 535, p.144–147, Jul. 2016.

BRASIL. Constituição, 1988. **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006 / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA/SBF, 2011. 76 p.

BRAZ, C. L; PEREIRA, J. L. G.; FERREIRA, L. V.; THALÊS, M. C. A situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 45-62, 2016.

CELENTANO, D.; MIRANDA, M. V. C.; MENDONÇA, E. N.; ROUSSEAU, G. X.; MUNIZ, F. H.; LOCH, V. C.; VARGA, I. V. D.; FREITAS, L.; ARAÚJO, P.; NARVAES, I. S. ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J. C.; KAHWAGE, C.; PINHEIRO, M.; MARTINS, M. B. Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Gurupi” – A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos avançados**, v. 32, n. 92, p.315-p.339, 2018.

CELENTANO, D., ROUSSEAU, G.X., MUNIZ, F.H., VARGA, I. V. D.; MARTINEZ, C., CARNEIRO, M. S., MIRANDA, M. V. C.; BARROS, M. N.; FREITAS, L.; NARVAES, I. S. ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J.C.; MARTINS, M. B. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Land Use Policy**, v.68, p.692–698, 2017.

COUTINHO, A. C., C. ALMEIDA, A. VENTURIERI, J. C. D. M. ESQUERDO; M. SILVA. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal**: TerraClass 2008: 1-108. EMBRAPA, Brasília, 2013.

CRUZ, C. B. M. et al. **Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1998, Santos. *Anais....* Santos: 1998. p.99-109.

CURRAN, L. M.; TRIGG, S. N.; MCDONALD, A.K.; ASTIANI, D.; HARDIONO Y. M.; SIREGAR, P.; CANIAGO. I.; KASISCHKE, E. “**Lowland Forest Loss in Protected Areas of Indonesian Borneo**”. *Science*, n. 303, p.1000-1003, 2004.

DIAS, I. C. L.; FRANÇA, V. L; BEZERRA, D. S.; RABÊLO, J. M. M.; CASTRO, A. C. L. Spatial distribution of river basin sustainability indicators in transition region of Northeastern Brazil. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.16, n.4. p.3729-3754, 2018.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v.1, n.4, p.113-123, 2005.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p.157- 166, 2005.

GOMES, F. dos S. **A Hidra e os Pântanos**: mocambos, quilombos e comunidades de fugitivos no Brasil (séculos XVII-XVIII). São Paulo: Ed. UNESP/Ed. Polis. 2005.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S.M. A. S. Aplicação do Índice de Transformação Antrópica, na análise multitemporal da Bacia do Córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra – MT. **Revista Árvore**. v.37, n.6, p.1045-1054. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 28 de dez. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2014. Projeto TerraClass: mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira. INPE, Brasília. Disponível em: <[http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/dados\\_terraclass.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php)>. Acesso em: 30 janeiro 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2016. *Projeto PRODES*: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 5 fevereiro 2019.

LEANDRO, G. R. S.; ROCHA, P. C. Expansão agropecuária e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.31, p.1-21, 2019.

MATEO, J. **Geoecología de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografía. 1991.

MOLLE, F. **River-basin planning and management**: the social life of a concept. *Geoforum*, v.40, n.3, p.484-494, 2009.

MOURA, C.W.; FUKUDA, J.C.; LISBOA, E.A.; GOMES, B.N.; OLIVEIRA, S.L.; SANTOS, M.A.; CARVALHO, A.S. & MARTINS, M.B. **A Reserva Biológica do Gurupi como instrumento de conservação da natureza na Amazônia Oriental**. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (Org.) *Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG, 2011. p.24-31.

NOGUEIRA, C. R. et al. Classificação de bacias hidrográficas em tabuleiros costeiros através de indicadores provenientes de sensoriamento remoto – estudo de caso em Linhares e Sooretama, ES. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: 2001.p.955-958.

ORTEGA, D. J. P. **Identificação e avaliação da pressão antrópica no Reservatório Barragem Engenheiro Paulo de Paiva Castro**: repercussão sobre as águas superficiais da Bacia do Rio Juqueri, no Município de Mairiporã – SP. 229f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de Ciência e Tecnologia, Câmpus de Sorocaba, 2017.

PAIVA, P. F. P. R.; RUIVO, M. L. P.; SILVA JÚNIOR, O. M. S.; MACIEL, M. N. M.; BRAGA, T. G. M.; ANDRADE, M. M. N.; SANTOS JÚNIOR, P. C. ROCHA, E. S.; FREITAS, T. P. M.; LEITE, T. V. S.; GAMA, L. H. O. M.; SANTOS, L. S.; SILVA, M. G.; SILVA, E. R. R.; FERREIRA, B. M. Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, pp 1–20, 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL 2013. Disponível em:< [http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o\\_atlas/o\\_atlas/](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/o_atlas/)>. Acesso em 28 de nov. 2019.

PERIM, M. A.; COCCO, M. D. A. Efeito das transformações antrópicas às margens do rio Una, Taubaté, São Paulo, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, 2016.

RIBEIRO, H. V.; GALVANNIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. **Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso**. *Ciência e Natura*, v.39, n.2, p. 378 – 389, 2017.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. **Pecuária e desmatamento**: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, v.19, n.1, p..41-66, 2009.

RODRIGUES, L.C.; SILVA, S.M.A.; NEVES, R.J.; GALVANIN, E.A.S.; SILVA, S.J.V. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 32, p. 52-64, 2014.

SILVA, R. S.; BARBOSA, C. O.; MONTEIRO, F. G.; CORREA, D. L.; GOMES, A. S. Análise multitemporal de parte da Reserva do Alto Rio Guamá, Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, p. 1-10, 2019.

SILVA, J. M. C.; A. B. RYLANDS & G. A. B. FONSECA. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**, v.1 p.124-129, 2005.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; VOLL, E.; McGRATH, D. Cenários de desmatamento para Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, p.138-152, 2005.

SCHWENK, L. M.; CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômico ambientais relativos ao avanço do cultivo da soja em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 30, p.501-511. 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. UEMA. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. **Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão**. Universidade Estadual do Maranhão. - São Luís, 2016. 165 p.

VAL, A. L., ALMEIDA-VAL, V. M. F. DE, FEARNSIDE, P. M., SANTOS, G. M. DOS, PIEDADE, M. T. F., JUNK, W. NOVAWA, S. R., SILVA, S. T. DA, & DANTAS, F. A. DE C. (2010). Amazônia: Recursos hídricos e sustentabilidade. In: Tundisi, J. (ed.). **Recursos Hídricos**. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências e Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; HIGUCHI, H. A Amazônia no Antropoceno. **Ciência e Cultura**. v.70, n.1, Jan./Mar. 2018.

# Transformação antrópica na bacia hidrográfica do rio Gurupi, Amazônia oriental

*Anthropic transformation of Gurupi river basin, eastern  
Amazon*

Fabiana da Silva Pereira<sup>a</sup>

Ima Célia Guimarães Vieira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Mestre em Ciências Ambientais, Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG, Belém, PA, Brasil.  
End. Eletrônico: [ambiental.fabiana@hotmail.com](mailto:ambiental.fabiana@hotmail.com)

<sup>b</sup>Doutora em Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG, Belém, PA, Brasil.  
End. Eletrônico: [ima@museu-goeldi.br](mailto:ima@museu-goeldi.br)

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23799

Received: 21/03/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE - DOSSIER

## RESUMO

Este artigo tem como principal objetivo avaliar o grau de transformação antrópica de uma bacia hidrográfica amazônica. Para isso, foram utilizados dados do projeto TerraClass e aplicado o Índice de Transformação Antrópica - ITA para os anos de 2004 e 2014, a fim de verificar as mudanças espaciais ao longo de uma década. Os resultados mostraram que houve uma intensificação no nível de antropização da bacia do rio Gurupi ao longo dos dez anos avaliados, resultado da conversão de áreas de florestas para a expansão de atividades agropecuárias. Embora esta bacia possua um nível de degradação considerado regular, as intensas mudanças no uso e cobertura do solo da bacia constitui-se em uma ameaça direta aos poucos remanescentes de floresta madura ainda existentes, o que elevaria a região a um próximo patamar de degradação, se não houver ações de proteção, conservação e restauração florestal.

*Palavras-Chave:* Usos da terra. Alteração antrópica. Degradação. Amazônia.

## ABSTRACT

*The objective of this paper was to evaluate the degree of anthropic transformation of a river basin in the Amazon region. We used the digital data of the TerraClass Project to calculate the Anthropic Transformation Index - ATI. In order to verify spatial and temporal changes along a decade in the Gurupi river basin, we used the database of the years 2004 and 2014. The results showed an increase of anthropic changes in the basin over a decade, as a result of forest cover conversion into agricultural and pastures areas. Although the Gurupi river basin remains at a regular level of degradation after a*

*decade, the intensification of land use and land cover change is a threat to the few rainforest fragments still existing in the river basin, which can lead the region to the next level of degradation, if there are no forest protection, conservation and restoration actions.*

*Keywords: Land use. Anthropic modifications. Degradation. Amazon.*

## 1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são sistemas complexos, compreendidas como unidades de gestão fundamentais para o planejamento, gerenciamento dos recursos hídricos e gestão do território. As bacias são de fácil reconhecimento e caracterização, e estudos com base nesse tipo de recorte espacial permitem uma abordagem integrada do ambiente (MOLLE, 2009). Apesar de sua importância, a falta de planejamento e gestão, associada aos efeitos da ocupação e manejo indevidos do solo e uso indiscriminado da água, ameaçam a manutenção e sustentabilidade das bacias hidrográficas no Brasil.

Embora a região amazônica tenha como característica a mais extensa rede hidrográfica do mundo, a ocupação da região, orientada pela lógica de ocupação e controle de regiões consideradas vazias demográficas, levou ao desmatamento em larga escala e a mudanças de usos da terra, com reflexos negativos nos ecossistemas terrestres e aquáticos (VAL et al., 2010; FEARNside, 2005). No leste da Amazônia, o histórico de colonização e a intensa dinâmica de uso e ocupação das terras desde o século XIX, tem contribuído para a antropização da paisagem, que se acelerou nos últimos 50 anos a partir da extração predatória de madeira e da pecuária extensiva, determinantes para as mudanças na paisagem da região (ALMEIDA e VIEIRA, 2010; CELENTANO et al., 2018).

Após os esforços de monitoramento do desmatamento da Amazônia (INPE, 2016), o mapeamento mais completo do uso da terra nas áreas desmatadas passou a ser produzido pelo projeto TerraClass (COUTINHO et al., 2013; ALMEIDA et al., 2016), a partir do uso de técnicas de classificação e produtos de sensoriamento remoto. Dados como os do TerraClass, quando associados a outras ferramentas que avaliem as alterações antrópicas na paisagem, apresentam-se como um importante instrumento capaz de auxiliar na gestão e no controle da degradação ambiental de bacias hidrográficas. Neste sentido, destaca-se o Índice de Transformação Antrópica – ITA que permite avaliar as pressões derivadas de atividades econômicas nos componentes da paisagem, e assim quantificar o grau de degradação em que esta se encontra (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; RODRIGUES et al., 2014; PERIM e COCCO, 2016; RIBEIRO, GALVANNIN e PAIVA, 2017; ORTEGA, 2017; ALMEIDA e VIEIRA, 2019).

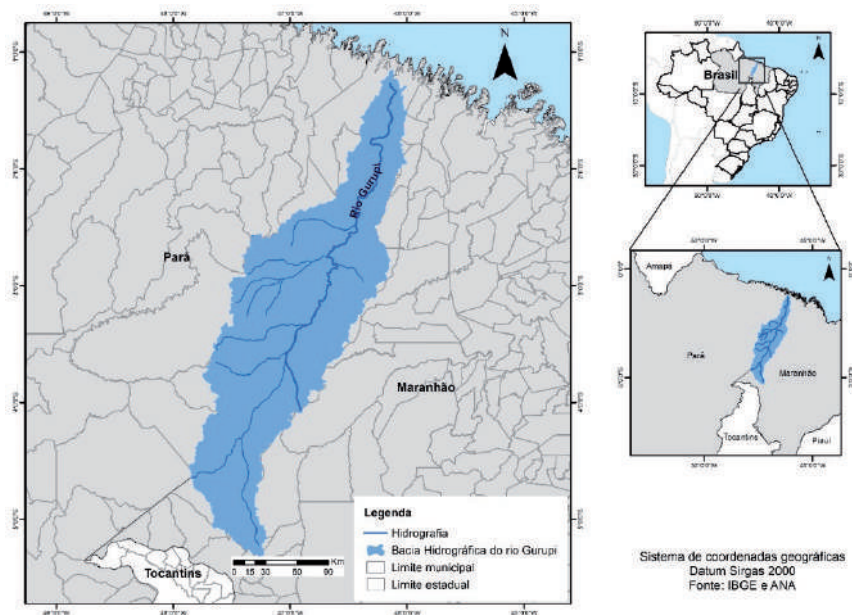
A bacia do rio Gurupi apresenta-se particularmente relevante para o cenário ambiental regional, por sua importância socioambiental e política, por corresponder à divisa entre os estados do Pará e Maranhão, em plena fronteira agrícola da Amazônia. Neste trabalho, avalia-se o grau e a dinâmica de antropização na bacia do rio Gurupi, ao longo de uma década, integrando esforços que possam auxiliar na proteção territorial da referida bacia.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Gurupi tem uma extensão de cerca de 35000 km<sup>2</sup> e está localizada entre os estados do Pará e Maranhão e o seu principal rio, o rio Gurupi, se constitui em um divisor natural entre os dois estados (FIGURA 1). Com uma extensão de aproximadamente 700 km, esse rio nasce na serra do Gurupi, no município de Açailândia – MA, e deságua no oceano Atlântico (UEMA, 2016).





**Figura 1 |** Localização da bacia hidrográfica do rio Gurupi, Amazônia Oriental.

Fonte: Bases cartográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e da Agência Nacional de Águas – ANA (2019).

A bacia do rio Gurupi faz parte da Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental, que engloba boa parte do estado do Maranhão e uma pequena parcela do estado do Pará (ANA, 2015). A bacia do rio Gurupi abrange a totalidade dos municípios Itinga do Maranhão e Boa Vista do Gurupi, no estado do Maranhão, e partes das áreas territoriais de 12 municípios: Cachoeira do Piriá, Dom Eliseu, Nova Esperança do Piriá, Paragominas, Ulianópolis e Viseu, no estado do Pará, e também os municípios maranhenses Açailândia, Carutapera, Centro Novo do Maranhão, Junco do Maranhão e São Francisco do Brejão. Abriga uma população de 392.601 habitantes, com 73,06% vivendo em áreas urbanas (IBGE, 2010; ANA, 2015). A densidade demográfica da bacia é de 10,94 hab./km<sup>2</sup> (ANA, 2015), enquanto que a do estado do Pará é de 6,07 hab./km<sup>2</sup> e a do Maranhão de 19,81 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Historicamente, a fronteira entre o Pará e o Maranhão, nos séculos XVIII e XIX, era composta por inúmeras fazendas e engenhos, das quais constantemente ocorriam fugas de negros escravos, que adentravam nas florestas, formando mocambos nas margens dos rios (GOMES, 2005). Assim, agregou-se na região do Gurupi diversas etnias e interesses. Segundo Gomes (2005), a região assumiu características agrícolas e comerciais diversificadas e esses sujeitos fizeram dessa região suas próprias fronteiras, marcadas por inúmeras experiências de lutas, alianças e conflitos.

Em termos de regionalização biogeográfica, a bacia do Gurupi pertence à Área de Endemismo Belém (SILVA et al., 2005), que corresponde à primeira fronteira de ocupação e de produção agropecuária da Amazônia e que ao longo dos anos ocasionou a conversão de extensas áreas de floresta em áreas de agricultura e assentamentos humanos (FEARNSIDE, 2005; RIVERO et al., 2009). Essa Área de Endemismo compreende todas as áreas de florestas e ecossistemas situados do leste do rio Tocantins à Amazônia Maranhense e chama a atenção por sua ampla e peculiar biodiversidade, ao mesmo tempo em que é uma das regiões mais ameaçadas da Amazônia, com cerca de 70% da sua cobertura vegetal convertida em outras formas de uso, como pastos e monoculturas de soja e eucalipto (ALMEIDA e VIEIRA, 2010; BRAZ et al. 2016). Trata-se de uma área com cerca de duzentos anos de colonização dirigida, onde usos da terra intensivos têm provocado a fragmentação da paisagem e a expansão das atividades agropecuárias, aumentando, assim, sua vulnerabilidade. As poucas áreas de floresta amazônica remanescentes na região correspondem, principalmente, às terras indígenas e unidades de conservação.

Atualmente a bacia apresenta demandas para usos múltiplos, como abastecimento urbano e rural, indústria, irrigação e pecuária e esses usos tem sofrido grandes pressões por conta do desmatamento,

exploração dos recursos naturais e grilagem de terras (MOURA et al., 2011; CELENTANO et al., 2017; CELENTANO et al., 2018). Apresenta ainda, baixos índices de desenvolvimento humano e de gerenciamento de recursos hídricos, especialmente em relação ao tratamento de esgoto, abastecimento de água tratada e uso eficiente da água, com implicações na sustentabilidade da bacia (PNUD, 2013; DIAS et al., 2018).

## 2.2 METODOLOGIA

Para identificar as mudanças no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Gurupi, foram utilizados os dados em *raster* do projeto TerraClass, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (ALMEIDA et al., 2016). Os dados do programa são resultados do mapeamento multitemporal do uso e cobertura da terra da Amazônia brasileira. A metodologia original do projeto apresenta até 16 classes de uso e cobertura da terra, realizados para 5 anos: 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014 (INPE, 2016). No entanto, para esse trabalho, os anos escolhidos para essa análise foram 2004 e 2014, por serem os anos mais antigo e mais recente, respectivamente, do banco de dados do TerraClass, permitindo assim analisar as mudanças após uma década de mapeamento.

Para o processamento dos dados foi utilizada a ferramenta ArcGIS, versão 10.2.2. Inicialmente foi feito o recorte, no formato da bacia, das imagens obtidas dos estados do Pará e Maranhão, e as classes originalmente apresentadas pelo TerraClass foram reclassificadas em 9 classes (FIGURA 2), de forma a termos as mesmas classes nos dois anos avaliados. As quatro classes referentes à pastagem foram agrupadas em apenas uma, por tratar-se do mesmo uso da terra, e as classes como mineração, desflorestamento, não floresta e área não observada foram agregadas na classe “outros”. Isso foi feito para agrupar as classes que estavam correlacionadas ou pouco representativas. Após a reclassificação as áreas ocupadas com cada classe foram calculadas.



**Figura 2** | Reclassificação das classes de uso e cobertura da terra do projeto TerraClass.

Fonte: Adaptado do TerraClass (2004, 2014).

O Índice de Transformação Antrópica foi calculado para os anos de 2004 e 2014, a partir dos valores percentuais correspondente a área de cada classe de uso e cobertura da bacia e seus respectivos pesos (GOUVEIA; GALVANIN; NEVES, 2013; RODRIGUES et al., 2014; LEANDRO e ROCHA, 2019):

$$ITA = \sum_{i=1}^n (r_i \cdot p_i) / 100$$

em que:

$r_i$  = peso dado às diferentes classes  $i$  de uso e cobertura da terra quanto ao grau de alteração antrópica;

$p_i$  = área (em %) de determinada classe de uso e cobertura da terra da bacia;

$n$  = número de classes.

Os pesos adotados foram definidos a partir de consultas a especialistas na área, das coordenações de Botânica e de Ciências da Terra do Museu Paraense Emílio Goeldi, conforme o método Delphi, que atribui pesos e notas a partir do conhecimento e visão multidisciplinar de especialistas (NOGUEIRA et al., 2001; SCHWENK e CRUZ, 2008; ALMEIDA e VIEIRA, 2019). Os pesos foram atribuídos de acordo com o grau de modificação que determinada classe de uso e cobertura exerce sobre a paisagem. Esses pesos variam dentro uma escala de 1 a 10, de menor à maior pressão, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1** | Classes de uso e cobertura da Terra e respectivos pesos em relação ao grau de transformação antrópica, utilizados na análise da bacia hidrográfica do rio Gurupi, Amazônia Oriental.

<i>Classes de Uso da Terra</i>	<i>Pesos</i>
AGRICULTURA	9
PASTAGEM	9
ÁREA URBANA	10
MOSAICO DE OCUPAÇÕES	5
FLORESTA	1
HIDROGRAFIA	1
VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA	2
OUTROS	1
REFLORESTAMENTO	5

Fonte: Autores (2019).

Para qualificar a bacia em relação ao seu estágio de antropização, seguiu-se a seguinte classificação, onde: 0 - 2,5 (pouco degradada), 2,5 - 5 (regular), 5 - 7,5 (degradada) e 7,5 - 10 (muito degradada) (CRUZ et al., 1998).

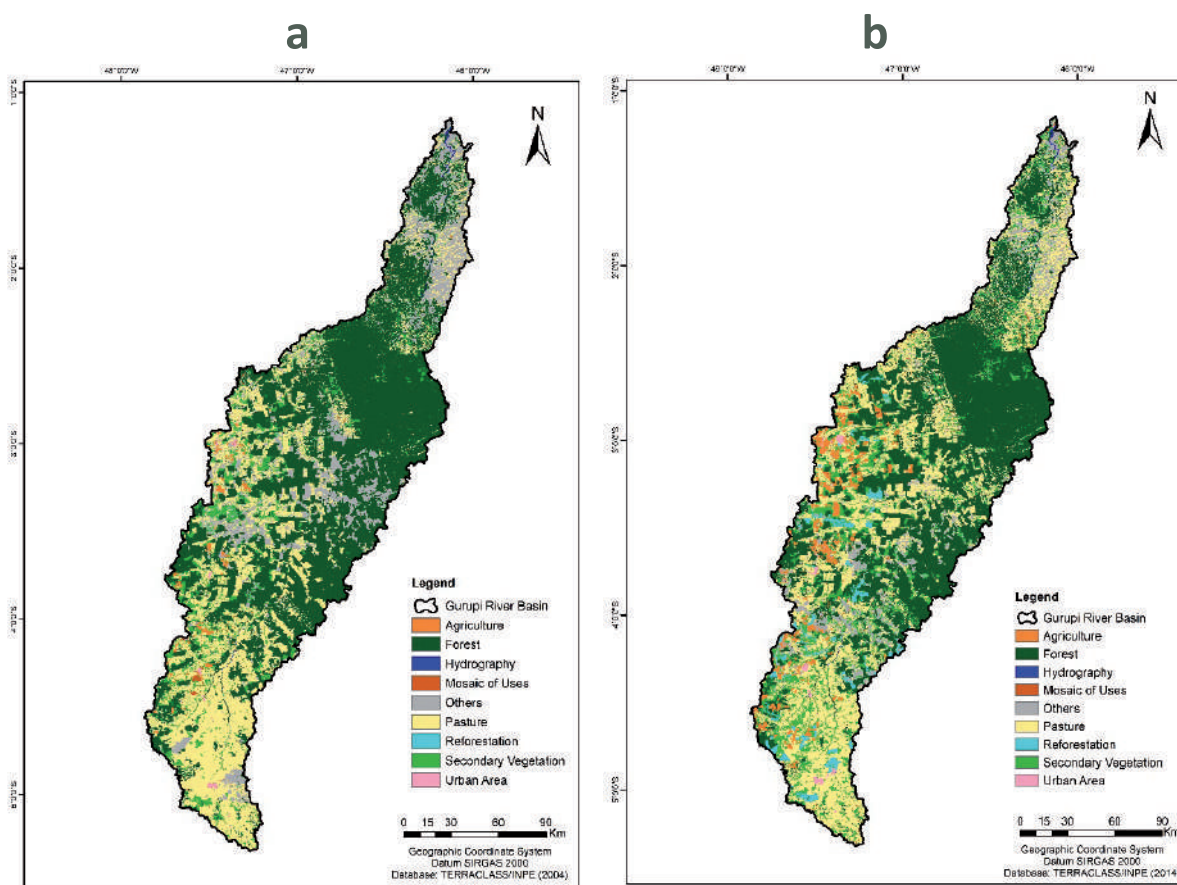
Para que fosse possível fazer comparações na escala espacial das transformações encontradas na bacia, foi avaliado também o grau de transformação antrópica correspondente à parcela de cada estado, Pará e Maranhão, em ambos os períodos analisados, assim como da parcela que corresponde às áreas protegidas da bacia, formada por terras indígenas e unidades de conservação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classe predominante na bacia do Gurupi é floresta, tanto em 2004 quanto em 2014, seguida pela classe pastagem (FIGURA 3), no entanto, nota-se uma diminuição da área florestal e um aumento das áreas de pastagem no período analisado.

As estratégias de desenvolvimento formuladas e implementadas para a Amazônia com o objetivo de obtenção de vantagens econômicas, resultaram em intensa mobilização dos produtores rurais na ocupação do território, associadas a mudanças de usos da terra e enormes pressões sobre as florestas. A demanda excessiva por recursos madeireiros, combinada com uma estratégia econômica que promoveu a expansão da pecuária e de commodities agrícolas e agroindustriais a partir dos anos 1970, levou ao desmatamento sistemático de grandes extensões florestais dessa região (FEARNSIDE, 2005; RIVERO et al., 2009; ALMEIDA e VIEIRA, 2010; VIEIRA; TOLEDO; HIGUCHI, 2018).

Na bacia do Gurupi, ao longo de dez anos, houve uma diminuição de cerca de 2638 km<sup>2</sup> de floresta, o que representa uma perda de 16%. Já a classe pastagem teve um aumento de 959 km<sup>2</sup>, 9% a mais em relação a 2004 (TABELA 2).



**Figura 3 |** Mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Gurupi, entre os estados do Pará e Maranhão, nos anos de 2004 (a) e 2014 (b).

*Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do TerraClass (2019)*

**Tabela 2** | Índices de Transformação Antrópica da bacia do rio Gurupi nos anos de 2004 e 2014.

Classes de Uso da Terra	Área (Km <sup>2</sup> )		Área (%)		ITA	
	2004	2014	2004	2014	2004	2014
AGRICULTURA	271,33	1349,80	0,78	3,87	0,07	0,35
PASTAGEM	9610,07	10569,20	27,52	30,27	2,48	2,72
ÁREA URBANA	53,34	137,00	0,15	0,39	0,02	0,04
MOSAICO DE OCUPAÇÕES	134,19	221,59	0,38	0,63	0,02	0,03
FLORESTA	16933,00	14294,70	48,49	40,94	0,48	0,41
HIDROGRAFIA	61,30	61,30	0,18	0,18	0,00	0,00
VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA	2516,00	4357,69	7,21	12,48	0,14	0,25
OUTROS	5339,77	3217,33	15,29	9,21	0,15	0,09
REFLORESTAMENTO	-	710,39	-	2,03	-	0,10
TOTAL					3,37	4,00

Fonte: Autores (2019).

Ainda que a classe agricultura represente uma porção menor da bacia, comparada à classe de pastagem, esta teve um aumento de 1078 km<sup>2</sup> em 10 anos, e ocupa uma área cerca de 5 vezes maior do que em 2004 (TABELA 2). A área urbana, teve um aumento expressivo em 10 anos, ainda que represente apenas 1% da bacia. Houve também aumento na área ocupada com as classes mosaico de ocupações e vegetação secundária, de 87,4 km<sup>2</sup> e 1841,7 km<sup>2</sup>, respectivamente, em relação a 2004.

A aplicação do ITA para a bacia do rio Gurupi mostrou elevação do grau de antropização da região no período de 2004 a 2014 (TABELA 2), mas esta manteve-se na categoria de estado “regular” de degradação. Os principais fatores do aumento do grau de antropização estão relacionados à diminuição de áreas de florestas para incremento das atividades agrícolas e da pecuária. De fato, a floresta do Gurupi está desaparecendo rapidamente devido à exploração ilegal de madeira, desmatamento e pecuária (CELENTANO et al 2018), e a ausência do Estado e de mecanismos efetivos de regulação e controle intensificam os conflitos de usos da terra e a perda de florestas nessa região.

Embora a bacia tenha permanecido, em 2014, com o mesmo nível de degradação regular de 2004, os mais altos índices de degradação ocorreram no lado oeste da bacia, no estado do Pará (TABELA 3). Esse resultado está ligado principalmente ao crescimento das atividades agropecuárias, que ocorreram com um pouco mais de intensidade no território paraense, onde a área agrícola passou de 263,58 km<sup>2</sup> em 2004 para 1187,34 km<sup>2</sup> em 2014 e a área de pastagem de 4833,41 km<sup>2</sup> para 5474,24 km<sup>2</sup>, no mesmo período. Outro fator importante, que contribuiu para a maior mudança de usos da terra no oeste da bacia, é que na parte leste, no estado do MA, mais de 1/3 do território é constituído de áreas protegidas, que de certa forma freia o avanço da fronteira agrícola. Apesar das ameaças constantes, como o desmatamento, extração ilegal de madeira e incêndios, essas áreas protegidas conservam remanescentes florestais e a biodiversidade, garantindo assim serviços ecossistêmicos essenciais (CELENTANO et al, 2018; PAIVA et al., 2019).



**Tabela 3** | Índices de Transformação Antrópica detalhados por estado e áreas protegidas da bacia do rio Gurupi nos anos de 2004 e 2014.

Classes de Uso da Terra	BHRG - MA		BHRG - PA		ÁREAS PROTEGIDAS	
	Área (%)	ITA	Área (%)	ITA	Área (%)	ITA
<i>2004</i>						
AGRICULTURA	0,05	0,00	1,38	0,12	0,00	0,00
PASTAGEM	30,25	2,72	25,27	2,27	2,28	0,20
ÁREA URBANA	0,14	0,01	0,17	0,02	0,00	0,00
MOSAICO DE OCUPAÇÕES	0,11	0,01	0,61	0,03	0,02	0,00
FLORESTA	49,56	0,50	47,61	0,48	89,58	0,90
HIDROGRAFIA	0,14	0,00	0,20	0,00	0,15	0,00
VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA	4,30	0,09	9,60	0,19	1,44	0,03
OUTROS	15,45	0,15	15,16	0,15	6,55	0,07
REFLORESTAMENTO	-	0,00	-	0,00	-	0,00
TOTAL		3,48		3,27		1,20
<i>2014</i>						
AGRICULTURA	1,03	0,09	6,21	0,56	0,00	0,00
PASTAGEM	32,26	2,90	28,62	2,58	5,24	0,47
ÁREA URBANA	0,36	0,04	0,42	0,04	0,00	0,00
MOSAICO DE OCUPAÇÕES	0,48	0,02	0,76	0,04	0,22	0,01
FLORESTA	42,77	0,43	39,42	0,39	85,17	0,85
HIDROGRAFIA	0,14	0,00	0,20	0,00	0,15	0,00
VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA	11,55	0,23	13,25	0,27	4,58	0,09
OUTROS	9,56	0,10	8,93	0,09	4,65	0,05
REFLORESTAMENTO	1,85	0,09	2,19	0,11	0,00	0,00
TOTAL		3,90		4,07		1,47

BHRG – Bacia Hidrográfica do Rio Gurupi. MA - Maranhão. PA - Pará.

Fonte: Autores (2019).

As áreas protegidas representam quase 20% da área da bacia. Essas áreas são compostas por terras indígenas (Terra Indígenas Alto Rio Guamá, Alto Turiçu e Awa) e unidades de conservação (Reserva Biológica do Rio Gurupi e uma pequena porção da Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses), que contêm ainda grandes áreas de vegetação nativa. Porém, este estudo evidenciou que houve um aumento do grau de antropização de 2004 a 2014 nessas áreas protegidas (TABELA 3). Nos últimos 10 anos, as áreas de floresta diminuíram 5% (298 km<sup>2</sup>), devido as pastagens, que tiveram um acréscimo de cerca de 200 km<sup>2</sup> em dez anos, de mosaico de ocupações (com acréscimo de 14 vezes em relação à 2014) e de vegetação secundária.

As maiores áreas de florestas nativas são encontradas em Terras Indígenas, mas grande parte das florestas remanescentes está altamente fragmentada e degradada devido a recorrentes eventos de fogo e exploração de madeira, além de caça e exploração de produtos não madeireiros. Alguns estudos feitos nas áreas protegidas dessa região corroboram com esses resultados, indicando alterações na cobertura vegetal, associadas principalmente às atividades de extração ilegal de madeira, agricultura, pecuária, expansão urbana e projetos de infraestrutura (SILVA et al., 2019; PAIVA et al., 2019). A Reserva Biológica do Gurupi, única unidade de conservação de proteção integral inserida na bacia, tem sido palco de intensos conflitos, motivados principalmente pela extração ilegal de madeira da área, resultando em fortes pressões sobre os seus ecossistemas (MOURA et al., 2011).

Os resultados do ITA mostram o crescimento de atividades antrópicas nas áreas protegidas da bacia do Gurupi (TABELA 3), apesar das restrições de uso da terra condicionadas pela legislação vigente (BRASIL, 1988; SNUC, 2000). Embora esse resultado possa parecer pouco expressivo, ainda assim são preocupantes, uma vez que distúrbios florestais podem potencializar a perda da biodiversidade, principalmente, de espécies que possuem alto valor funcional e de conservação, diminuindo o valor de conservação dessas áreas de floresta (BARLOW; LENNOX; GARDNER, 2016).

Ações como a criação de áreas protegidas são uma das principais estratégias para a conservação da biodiversidade. Apesar da importância que essas áreas representam no controle do desmatamento e conservação dos recursos naturais da Amazônia (FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIDA, 2005), estratégias que visam apenas a manutenção da cobertura florestal podem não reduzir os distúrbios antrópicos (BARLOW; LENNOX; GARDNER, 2016). É necessário que as estratégias de gestão ambiental incluam o monitoramento do desmatamento, a fiscalização ambiental, o fortalecimento de sistemas de governança locais e a proteção de arranjos produtivos florestais em torno das áreas protegidas (CURRAN et al., 2004; SOARES FILHO et al., 2005).

Diante do acelerado antropismo da bacia do Gurupi, novas estratégias de gestão integrada deste território devem ser traçadas, de modo que fortaleça ações de monitoramento, produção, conservação e restauração florestal. Uma dessas propostas é a criação de um mosaico de áreas protegidas na região (CELENTANO et al., 2018), que integra esforços para a proteção territorial, a restauração florestal e a garantia da qualidade de vida e dos direitos das populações indígenas e tradicionais que vivem nesse território.

### 3 CONCLUSÕES

A partir dos mapas de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Gurupi foi possível avaliar as principais classes de uso e as mudanças ao longo de uma década. Os resultados mostraram um aumento das classes de pastagem e agricultura, e diminuição da área florestada.

O aumento dessas classes, refletiram diretamente nos resultados do índice de transformação antrópica para a região. Embora mostrem que a bacia hidrográfica se encontra em um nível regular de degradação, as transformações antrópicas na paisagem aumentaram nos 10 anos analisados. Extensas áreas de florestas estão sendo convertidas em pastagens e áreas agrícolas, uma ameaça aos remanescentes de floresta e biodiversidade amazônica ainda presentes na região.

Uma boa parte das áreas florestais existentes na bacia, correspondem às áreas protegidas. Apesar disso, houve um aumento da degradação dessas áreas entre os anos de 2004 e 2014. O aumento das atividades antrópicas nessas áreas põe em risco além da preservação da biodiversidade, os meios de vida de populações indígenas.

É necessário criar estratégias de conservação para a região que possam ir além da criação de áreas protegidas, pois, apesar da importância que essas áreas representam em termos de conservação e controle do desmatamento, as restrições que são inerentes a elas não têm coibido o crescimento das perturbações antrópicas.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras** – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015. 163 p.

ALMEIDA, C.A.; COUTINHO, A.C.; ESQUERDO, J.C.D.M.; ADAMI, M.; VENTURIERI, A.; DINIZ, C.G.; DESSAY, N.;

DURIEUX, L.; GOMES, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, v.46, n.3, p. 291-302, 2016.

ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G. Transformações antrópicas da paisagem agrícola com palma de óleo no Pará. **Novos Cadernos NAEA**, v. 22, n. 2, p. 9-26, maio-ago 2019.

ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G. Centro de endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. **Revista de Estudos Universitários**, v.36, n.3, p. 95-111, 2010.

BARLOW, J.; LENNOX, G. D.; GARDNER, T. A. Anthropogenic disturbance in tropical forests can double biodiversity loss from deforestation. *Nature*, v. 535, p.144–147, Jul. 2016.

BRASIL. Constituição, 1988. Constituição: República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006 / Ministério do Meio Ambiente. – Brasília: MMA/SBF, 2011. 76 p.

BRAZ, C. L.; PEREIRA, J. L. G.; FERREIRA, L. V.; THALÊS, M. C. A situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 45-62, 2016.

CELENTANO, D.; MIRANDA, M. V. C.; MENDONÇA, E. N.; ROUSSEAU, G. X.; MUNIZ, F. H.; LOCH, V. C.; VARGA, I. V. D.; FREITAS, L.; ARAÚJO, P.; NARVAES, I. S. ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J. C.; KAHWAGE, C.; PINHEIRO, M.; MARTINS, M. B. Desmatamento, degradação e violência no “Mosaico Gurupi” – A região mais ameaçada da Amazônia. **Estudos avançados**, v. 32, n. 92, p.315-p.339, 2018.

CELENTANO, D., ROUSSEAU, G.X., MUNIZ, F.H., VARGA, I. V. D.; MARTINEZ, C., CARNEIRO, M. S., MIRANDA, M. V. C.; BARROS, M. N.; FREITAS, L.; NARVAES, I. S. ADAMI, M.; GOMES, A. R.; RODRIGUES, J.C.; MARTINS, M. B. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Land Use Policy**, v.68, p.692–698, 2017.

COUTINHO, A. C., C. ALMEIDA, A. VENTURIERI, J. C. D. M. ESQUERDO; M. SILVA. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal**: TerraClass 2008: 1-108. EMBRAPA, Brasília, 2013.

CRUZ, C. B. M. et al. Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1998, Santos. *Anais...* Santos: 1998. p.99-109.

CURRAN, L. M.; TRIGG, S. N.; MCDONALD, A.K.; ASTIANI, D.; HARDIONO Y. M.; SIREGAR, P.; CANIAGO, I.; KASISCHKE, E. “Lowland Forest Loss in Protected Areas of Indonesian Borneo”. *Science*, n. 303, p.1000-1003, 2004.

DIAS, I. C. L.; FRANÇA, V. L; BEZERRA, D. S.; RABÊLO, J. M. M.; CASTRO, A. C. L. Spatial distribution of river basin sustainability indicators in transition region of Northeastern Brazil. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.16, n.4. p.3729-3754, 2018.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: História, índices e conseqüências. **Megadiversidade**, v.1, n.4, p.113-123, 2005.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p.157- 166, 2005.

GOMES, F. dos S. A Hidra e os Pântanos: mocambos, quilombos e comunidades de fugitivos no Brasil (séculos XVII-XVIII). São Paulo: Ed. UNESP/Ed. Polis. 2005.

GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S.M. A. S. Aplicação do Índice de Transformação Antrópica, na análise multitemporal da Bacia do Córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra – MT. **Revista Árvore**. v.37, n.6, p.1045-1054. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em 28 de dez. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2014. Projeto TerraClass: mapeamento do uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Brasileira. INPE, Brasília. Disponível em: <[http://www.inpe.br/cra/projetos\\_pesquisas/dados\\_terraclass.php](http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php)>. Acesso em: 30 janeiro 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE), 2016. *Projeto PRODES: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite*. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 5 fevereiro 2019.

LEANDRO, G. R. S.; ROCHA, P. C. Expansão agropecuária e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - Alto Paraguai, Mato Grosso – Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.31, p.1-21, 2019.

MATEO, J. **Geoecologia de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografia. 1991.

MOLLE, F. River-basin planning and management: the social life of a concept. *Geoforum*, v.40, n.3, p.484-494, 2009.

MOURA, C.W.; FUKUDA, J.C.; LISBOA, E.A.; GOMES, B.N.; OLIVEIRA, S.L.; SANTOS, M.A.; CARVALHO, A.S. & MARTINS, M.B. **A Reserva Biológica do Gurupi como instrumento de conservação da natureza na Amazônia Oriental**. In: MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. (Org.) *Amazônia maranhense: diversidade e conservação*. Belém: MPEG, 2011. p.24-31.

NOGUEIRA, C. R. et al. Classificação de bacias hidrográficas em tabuleiros costeiros através de indicadores provenientes de sensoriamento remoto – estudo de caso em Linhares e Sooretama, ES. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: 2001.p.955-958.

ORTEGA, D. J. P. **Identificação e avaliação da pressão antrópica no Reservatório Barragem Engenheiro Paulo de Paiva Castro**: repercussão sobre as águas superficiais da Bacia do Rio Juqueri, no Município de Mairiporã – SP. 229f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Instituto de Ciência e Tecnologia, Câmpus de Sorocaba, 2017.

PAIVA, P. F. P. R.; RUIVO, M. L. P.; SILVA JÚNIOR, O. M. S.; MACIEL, M. N. M.; BRAGA, T. G. M.; ANDRADE, M. M. N.; SANTOS JÚNIOR, P. C. ROCHA, E. S.; FREITAS, T. P. M.; LEITE, T. V. S.; GAMA, L. H. O. M.; SANTOS, L. S.; SILVA, M. G.; SILVA, E. R. R.; FERREIRA, B. M. **Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity**. *Biodiversity and Conservation*, pp 1–20, 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL 2013. Disponível em:< [http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o\\_atlas/o\\_atlas/](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/o_atlas/)>. Acesso em 28 de nov. 2019.

PERIM, M. A.; COCCO, M. D. A. Efeito das transformações antrópicas às margens do rio Una, Taubaté, São Paulo, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 11, 2016.

RIBEIRO, H. V.; GALVANNIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. *Ciência e Natura*, v.39, n.2, p. 378 – 389, 2017.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, v.19, n.1, p..41-66, 2009.

RODRIGUES, L.C.; SILVA, S.M.A.; NEVES, R.J.; GALVANIN, E.A.S.; SILVA, S.J.V. Avaliação do grau de transformação antrópica da paisagem da bacia do rio Queima-Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 32, p. 52-64, 2014.

SILVA, R. S.; BARBOSA, C. O.; MONTEIRO, F. G.; CORREA, D. L.; GOMES, A. S. Análise multitemporal de parte da Reserva do Alto Rio Guamá, Paragominas, PA. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, p. 1-10, 2019.

SILVA, J. M. C.; A. B. RYLANDS & G. A. B. FONSECA. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**, v.1 p.124-129, 2005.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; VOLL, E.; McGRATH, D. Cenários de desmatamento para Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, p.138-152, 2005.

SCHWENK, L. M.; CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômico ambientais relativos ao avanço do cultivo da soja em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 30, p.501-511. 2008.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. UEMA. Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. *Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão*. Universidade Estadual do Maranhão. - São Luís, 2016. 165 p.

VAL, A. L., ALMEIDA-VAL, V. M. F. DE, FEARNSIDE, P. M., SANTOS, G. M. DOS, PIEDADE, M. T. F., JUNK, W. NOVAWA, S. R., SILVA, S. T. DA, & DANTAS, F. A. DE C. (2010). Amazônia: Recursos hídricos e sustentabilidade. In: Tundisi, J. (ed.). **Recursos Hídricos**. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências e Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo.

VIEIRA, I. C. G.; TOLEDO, P. M.; HIGUCHI, H. A Amazônia no Antropoceno. **Ciência e Cultura**. v.70, n.1, Jan./Mar. 2018.



# Fluvial environmental disasters: risk perception and evaluation of government responses by riverine populations in Cacau Pirêra, Iranduba/AM

*Desastres ambientais fluviais: percepção de risco e avaliação de respostas governamentais por populações ribeirinhas em Cacau Pirêra, Iranduba/AM*

David Franklin da Silva Guimarães<sup>a</sup>

Camila dos Santos Belmiro<sup>b</sup>

Mônica Alves de Vasconcelos<sup>c</sup>

Henriques dos Santos Pereira<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, AM, Brasil.  
E-mail: davidguimaraes@ufam.edu.br

<sup>b</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil  
E-mail: ca.belmiro15@gmail.com

<sup>c</sup>Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, AM, Brasil.  
E-mail: monica.engbio@gmail.com

<sup>d</sup>Doutor em Ecologia pela Pennsylvania State University, Professor titular do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, AM, Brasil.  
E-mail: hpereira@ufam.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23711

Received: 16/03/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE- DOSSIER

---

## ABSTRACT

This article unveils the perceptions of vulnerable populations of the Amazon regarding the risks of river disasters and highlights their assessment of the effectiveness of government responses. The record of

perceptions, assessments and identification of social vulnerabilities were obtained in interviews with focus groups formed by residents of Cacau Pirêra, in the Amazon. To characterize the environmental threats and vulnerabilities, fluviometric and altimetric data of the occupied areas were used. In that District, floods do not have to exceed normal limits to constitute environmental disasters and, in the perception of residents, pose more risks than ebb. Participants point to the low effectiveness of public policies as the main cause of the ineffectiveness of the government's response to water disasters. Natural disaster studies should consider the interactions between the environmental and social aspects of territories to reach an understanding of the complexity of the context in which they occur.

*Keyword: Socio-environmental vulnerability. Sociology of disasters. Extreme events. Socioecological systems. Flood. Resilience.*

## **RESUMO**

*Este artigo desvela as percepções de populações vulneráveis da Amazônia quanto aos riscos de desastres fluviais e evidencia a avaliação que fazem quanto à eficácia das respostas do poder público. O registro das percepções e avaliações e a identificação das vulnerabilidades sociais foram obtidos em entrevistas com grupos focais formados por moradores de Cacau Pirêra, no Amazonas. Para caracterização das ameaças e vulnerabilidades ambientais foram utilizados dados fluviométricos e altimétricos das áreas ocupadas. Naquele Distrito, as inundações não precisam ultrapassar os limites de normalidade para se configurarem como desastres ambientais e, na percepção dos moradores, representam mais riscos que as vazantes. Os participantes apontam a baixa efetividade das políticas públicas como principal causa da ineficácia da resposta do poder público aos desastres fluviais. Os estudos de desastres naturais devem considerar as interações entre os aspectos ambientais e sociais dos territórios para alcançarem um entendimento acerca da complexidade do contexto em que ocorrem.*

*Palavras-Chave: Vulnerabilidade socioambiental. Sociologia dos desastres. Eventos extremos. Sistemas socioecológicos. Inundação. Resiliência.*

## **1 INTRODUCTION**

Although the concept of disasters recognized as natural ones may still arouse debate in academia (MATTEDI, 2017), in Brazil, such disasters are considered by law as a result of adverse natural or man-made events on a vulnerable ecosystem causing human, material or environmental damage and consequent economic and social damages (BRAZIL, 2010). The inherent complexity of these disasters does not allow them to be defined as natural but rather as environmental disasters.

The occurrence of environmental disasters is not only linked to the natural hazards arising from hurricanes, earthquakes, volcanic eruptions, floods and ebb, since such disasters are intrinsically related to the vulnerability of affected populations (HUMMEL et al., 2016). Vulnerability, in the case of climate change, is the inability of populations to cope with the impacts caused by extreme events, because of their social situation and environmental condition (ROSA and MALUF, 2010).

In the sociology of disasters, human components are crucial for understanding the complexity of event-related factors. Thus, an important aspect to consider in disaster studies is the residents' perception of risk. Risk perception is related to disasters and is influenced by a group of interrelated factors that include past experiences, current attitudes toward the event, personality and values, along with future expectations (COÊLHO, 2007). Considering the risk perception of vulnerable communities and their determining factors, including the type of disaster itself, is essential for improving risk communications and designing effective mitigation policies (HO et al., 2008).

Still considering the human dimension of disasters, it is paramount for guidance to decision-making processes to take into account the understanding of the vulnerability of risk-prone populations. Vulnerability demonstrates the unsustainability of the development model that generates environmental injustices by forcing the population to live in risk areas. Areas of risk and environmental degradation are often areas of poverty (ALVES, 2006). Thus, disasters considered natural, in most situations, should be treated as environmental disasters, that is, whose causes are not only of “natural” causes and independent of anthropic actions.

The aggravation of environmental disasters has as its main causes: incorrect land occupation, ineffective response policy (municipal, state and / or federal), poor organization of civil defense services and the difficulty of work involving communities in prevention activities (FERREIRA et al., 2011). Thus, beyond the perception of risk, it is necessary to understand how the people affected by these disasters engage and evaluate the effectiveness of protection and civil defense actions.

In the Amazon, major environmental disasters are more often associated with the result of severe flood events (ANDRADE and SZLAFSZEIN, 2018) rather than as a result of extreme ebbs or droughts. This is partly due to the fact that “the biggest change in recent decades is a sharp increase in very severe flooding” (BARICHIVICH et al., 2018). In recent years, as consequence, the higher frequency of these types of extreme river events and changes in the seasonality of rivers have brought the increase in the occurrence of river environmental disasters in the state. These disasters cause numerous socio-environmental impacts, particularly severe for populations living in floodable areas.

Most studies that relate flood and ebb effects in the Amazon are focused on agricultural regions (Sternberg, 1998; Fraxe, 2000; Witkoski, 2011; Pereira, 2017; Guimaraes, 2017). However, the effects of these disasters are also felt in urban areas, as Amazonian populations have a strong relationship with water and build most of their urban centers near river banks.

Environmental disasters are the result of the use of development models that contribute to the increased social and environmental vulnerability of threats exposed to this risk. For a United Nations International Disaster Reduction Strategy (UNISDR), risk is a combination of the likelihood of an event occurring and its negative consequences and can be represented as follows (SAITO et al., 2015):

$$R = (H \times V) / Re$$

Where, R = risk; H = hazard; V = vulnerability; Re = response;

In the equation, the risk is inversely proportional to the responses, so the higher the response, the lower the risk. Still in this sense, even in the face of danger if there is no vulnerability, the risk will not exist. Thus, it is possible to define that the risk only exists upon the occurrence of an event with potential to harm a vulnerable community and is directly related to the responsiveness (SAITO et al., 2015).

As a way to contribute to this discussion, this article aims to unveil the perceptions of groups of residents in a precarious urbanization riverside area in the Amazon for the two types of river environmental disasters in the region: floods and extreme ebb. Perceptions were unveiled from their assessment of the dangers (hydrological factors); risks (likelihood of material and social damage); and the effectiveness of the civil protection and defense response of the public power.

## 2 METHODOLOGY

### 2.1 STUDY LOCATION CHARACTERIZATION

Cacaú Pirêra is an urban district of the municipality of Iranduba, in the Brazilian Amazonas state. It is located on the right bank of the Negro River, opposite the city of Manaus on the opposite bank. The

river port of the district is its historical landmark and allowed the beginning of settlement of the then *Vila do Cacau* (PINHEIRO, 2011). Since its inception, the district has been marked by the prevalence of rural versus urban characteristics.

As many families have stopped subsistence activities, money is the only way to obtain life-sustaining products. And to have access to money, residents engage in formal and informal labor market, whether in brick factories, whether as a street vendor, and other forms of work (PEREIRA and TORRES, 2012).

The municipality of Iranduba has been suffering huge socio-spatial transformations caused by urban expansion. This process was intensified after the creation of the Manaus Metropolitan Region, materialized by the construction of the bridge under Rio Negro, linking neighboring municipalities by road access to the capital Manaus (SOUZA, 2015). These changes were felt mainly in the district of Cacau Pirêra, where was previously located the main waterway port for the displacement of the municipalities of Iranduba, Manacapuru and Novo Airão to Manaus. Trade, especially of food, for people who waited considerable periods of time to make the crossing, was based on the local economy.

The weight of the economic and financial dynamics produced and reproduced as a result of the crossing from São Raimundo Port became more evident after its assignment, both for trade in the vicinity of this Manaus district and for the Cacau Pirêra district. The queues of cars and the large number of people waiting to go on the road stimulated street trading and snacking, especially on weekends, when the number of vehicles and passengers increased considerably. (SOUSA, 2013 p. 89).

The construction of the bridge under the Negro River brought to the Cacau Pirêra district the devaluation from the materialization of the fragmentation process, making this district a space with little circulation. The construction of the Rio Negro Bridge, currently called Journalist Phelippe Daou, was the main landmark of socio-spatial transformation in Cacau Pirêra. For Souza (2013), the creation of the Manaus Metropolitan Region, realized from the construction of the bridge under Rio Negro, perpetuates the logic of space production present for years in Amazonas state: concentration in Manaus, accelerated urbanization and modernization of the territory without regional development production.

The Municipal Human Development Index (MHDI) for the district of Cacau Pirêra, as well as for the whole municipality of Iranduba, is 0.613, classified as medium development (UNDP, 2013). This evaluation should take as a unit of analysis the census tracts of the municipality and their distinctions, because in the field visits it was possible to observe the different social problems existing in the neighborhoods of the district of Cacau Pirêra, however, in the data of UNDP (2013) all census tracts of the district have the same HDI value as all other sectors of the municipality of Iranduba.

Pereira (2006) points out that at the time of the research most of the district had no electricity, asphalt and running water. In the data collection of this research it was observed that more than 10 years later the population continues with similar problems, but aggravated by the increase of population density, as well as the expansion of the territory into the rivers (Figure 2).

To collect primary data on the perception of affected people, interviews were conducted through focus groups of residents of communities affected by flood and ebb events in the Cacau Pirêra district, Iranduba / Amazonas. The communities chosen for this research were: Cidade Nova, São José and Nova Veneza (Figure 1). These communities are most severely affected by seasonal variations in the Rio Negro level of the urban area of the Cacau Pirêra District.

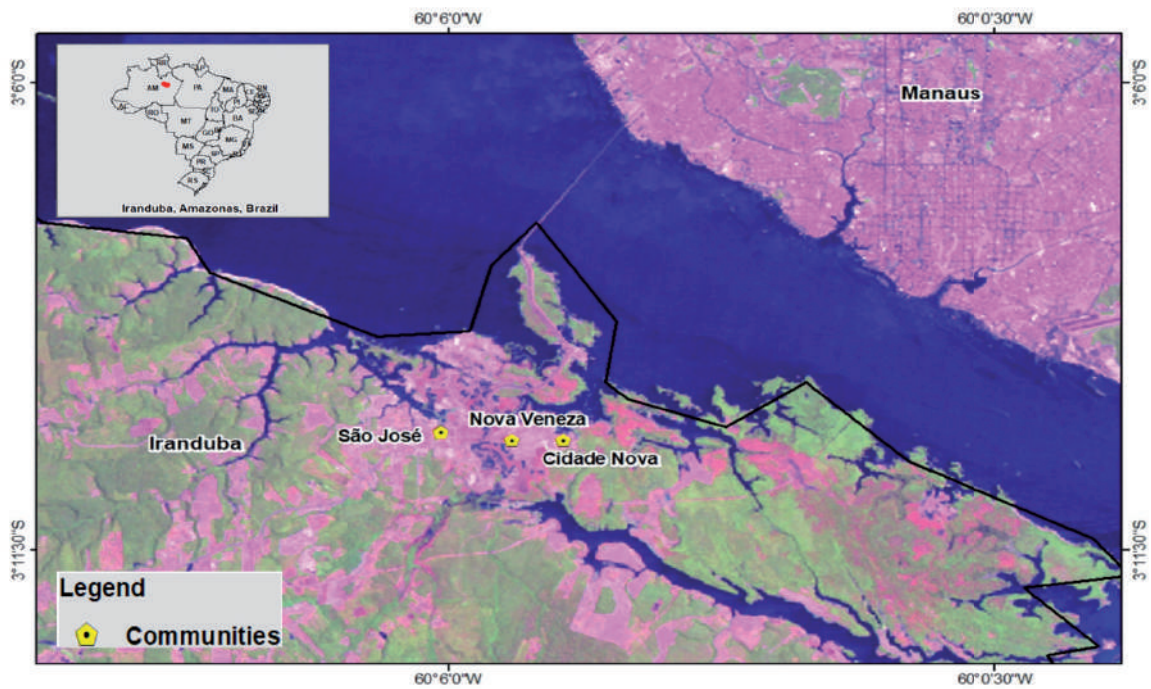


Figure 1 | Location of the Cacau Pirêra Urban Communities selected for the study.

Source: Authors.

## 2.2 RISK PERCEPTION AND RESPONSE ASSESSMENT

In this research, the dynamic interviews with focus groups aimed to elucidate the perceptions of socio environmental risks and the evaluation of protection and civil defense actions, as well as governmental and community adaptation actions against river disasters. In each community, a focus group was conducted (VAUGHN et al., 1996). Each group had a minimum of 6 and a maximum of 12 people.

During the interview, the written records of the contributions (reactions, opinions) of the focus group participants were set in a panel for viewing of all participants. The focus group was led by three researchers, one with the role of mediating the discussion and two to record the participants' contributions to tags. The focus group discussion took place in three stages. At the end of each focus group, the answers set on the panel were validated by the discussion participants.

To promote the participation of people from the affected communities, meetings were held with the board of the Cacau Pirêra Community Association, which facilitated contact and invitation to the research participants. The interviewees voluntarily participated in the research and were properly informed about its objectives. The residents signed the informed consent form. Being a research with human beings, the entire methodological procedure was forwarded to the Ethics and Research Committee of the Federal University of Amazonas - CEP / UFAM, where it was approved under the CAAE No. 73568017.4.0000.5020, of opinion No. 2,321,933.

The analysis and interpretation of the information were performed using the content analysis technique, in order to ensure greater objectivity, surpassing the superficial levels of the text (ROCHA and DEUSDARÁ, 2005). Data were organized and processed in digital spreadsheets.

The impacts caused by floods and ebb reported by focus group participants were coded and grouped according to content similarity and tabulated to record presence or absence in the response list of each focus group, thus forming a presence and absence matrix (1 and 0). Thus, each implication could total a maximum of six (6) if it were perceived by all focus groups in both types of events. Direct field observations were made during on-site visits to the study area to complement and ascertain the information gathered from the desk research and interviews with the groups.



## 2.3 SOCIAL AND ENVIRONMENTAL VULNERABILITY AND DISASTER HAZARD

To measure the socio environmental vulnerability, a literature review was carried out, which included the search for information in journals, books and other forms of scientific communication that addressed the socio environmental vulnerability of the Cacau Pirêra District, as well as the urbanization process that took place in this place.

For the establishment of extreme thresholds in the Cacau Pirêra District, information was collected from the flood and ebb flow quotas of the Rio Negro station located at the Manaus Waterway, obtained from the National Water Agency's HydroWeb database.

The thresholds for determining the extreme river events were calculated from the following equation (NAGHETTINI and MAURO, 2007):

$$X = \frac{(\sum r)}{Nr} \pm \sigma_f$$

**Where:**

$\sum r$  is the sum of the records of the entire historical series of the subregion;

$Nr$  is the number of records

$\sigma_f$  is the standard deviation

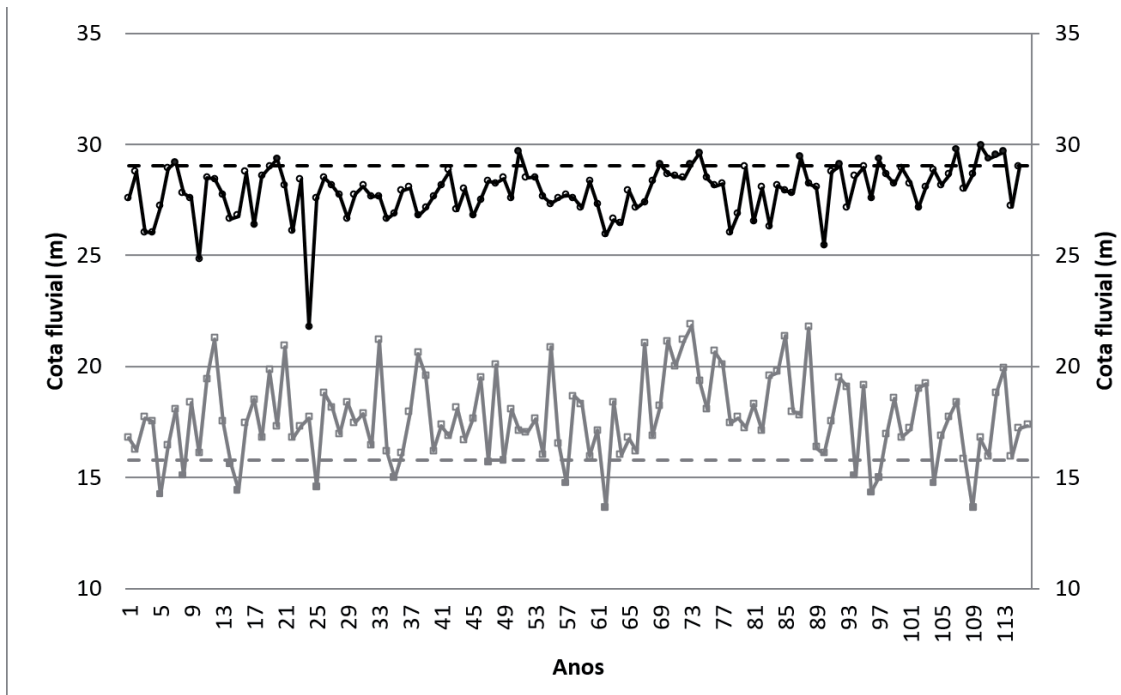
The sum was calculated in order to identify flood event thresholds and the subtraction to identify ebb extreme events. The data obtained were processed in spreadsheets to obtain descriptive statistics and the establishment of the maximum and minimum extreme thresholds. In order to compare the occurrence of extreme events with the natural disasters recognized by the Civil Protection and Defense System, data from the disaster declarations from the municipality of Iranduba were obtained from 2015 to 2017.

The altimetric map was drawn from data from the Amazon Protection System (SIPAM). The processing took place in the software QGIS 2.18., Where a heat map was consolidated to identify the different altitudes present in the land of the communities of the study area.

## 3 RESULTS

### 3.1 RIVER ENVIRONMENTAL DISASTERS AS A HAZARD IN CACAU PIRÊRA DISTRICT

The perception of environmental disasters should incorporate the physical aspects related to the occurrence of disasters. Therefore, understanding the Rio Negro river dynamics and the physical aspects of the communities is important when assessing the perceptions of the residents of riverside communities. The nearest river station to the district of Cacau Pirêra is the port of Manaus. The analysis of this station's time series allows us to identify the occurrence of extreme events (Figure 2).



**Figure 2 |** Quotagram of fluvimetric station of the Port of Manaus. Source: Port of Manaus (2019).  
Source: Authors.

The extreme flood threshold for this station was 29.03m above sea level and for ebb 15.8m. Thus, in this station, fourteen (14) extreme river flood events and fifteen (15) ebb events were identified. From 2005 to 2017, when these events began to be classified as environmental disasters, 5 extreme river flood events and 2 flood events were accounted for.

Extreme weather events do not occur in isolation, they are part of a larger pattern, having connections with other places and on a global scale (DA SILVA DIAS, 2014). According to the IPCC (2007), climate change cannot be related to extreme events that occur in isolation, as extremes occur naturally, but the persistence of a weather pattern of these events can be attributed to climate change. of the weather.

In the Rio Negro region near Manaus, the extreme ebb events, especially those occurring in the years 2005 and 2010 (MARENGO et al., 2008; LIBERATO, 2014), caused the isolation of several riverside communities that with the shortage of their usual source of protein, especially from fishing, faced severe food and nutritional insecurity. At the opposite extreme, the region was also severely hit with extreme flood events that occurred in 2009, 2012, 2013, 2014 and 2015 (MARENGO and ESPINOZA, 2015; ESPINOZA et al., 2014) that generated major losses in several municipalities of the region.

By comparing these data with the federal recognition of the Iranduba municipal emergency or state disaster decrees, it is clear that all these extreme events identified from 2005 to 2017 were considered as disasters by the Civil Protection and Defense System. However, the 2017 flood that reached the 29m quota, not exceeding this station's normal threshold, was also classified as an environmental disaster by the system. Thus, river events, even within normal limits, can be considered disasters due to the greater socio-environmental vulnerability of a given segment of the exposed population. Thus, river environmental disasters are already considered a constant hazard to the riverine communities in the Cacau Pirêra District, due to the vulnerable conditions to which these populations are already exposed.

### 3.2 SOCIAL AND ENVIRONMENTAL VULNERABILITY IN CACAU PIRÊRA DISTRICT

For Souza (2013), the district of Cacau Pirêra goes through a process of urbanization under the domain of waters that is strongly influenced by the hydrological regime of rivers. Much of the area of the district of Cacau Pirêra, given the great extent of its river border, is located in permanent preservation areas (PPA) which considered the width of the Negro River should correspond to five hundred (500) meters from the regular bed (BRASIL, 2012).

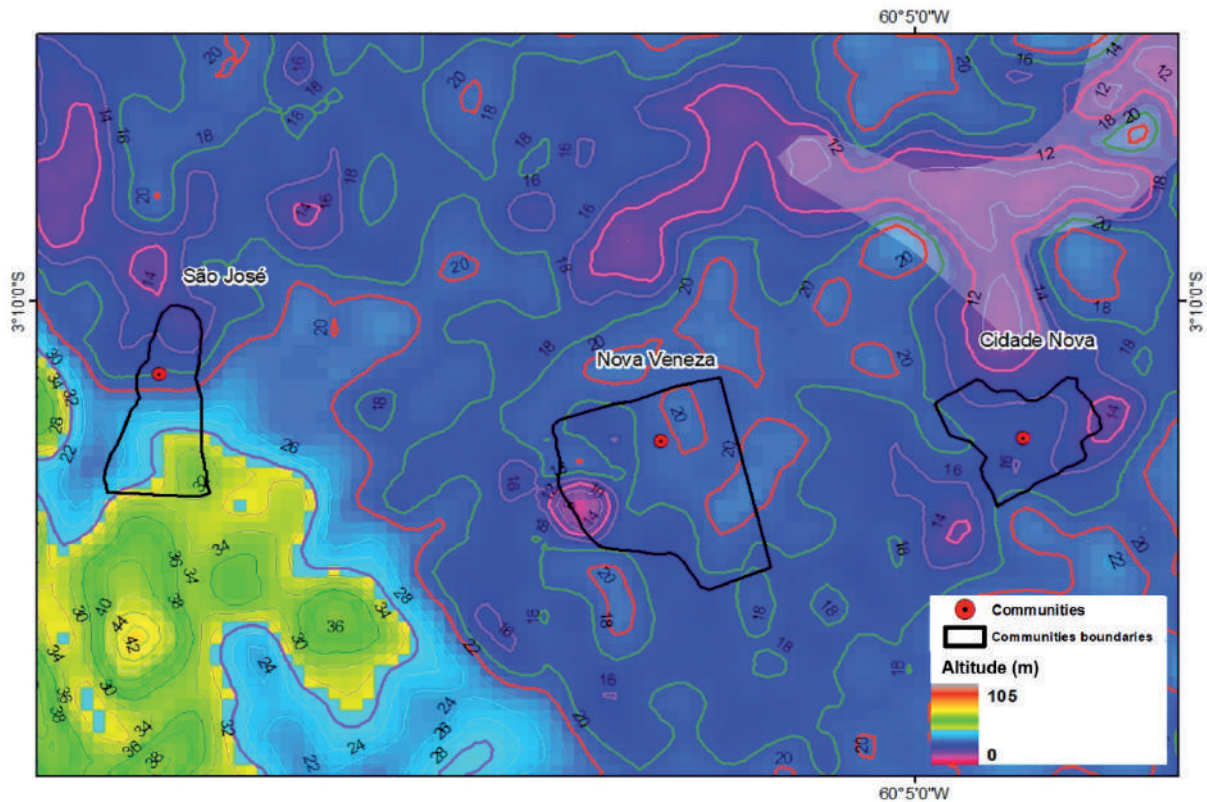
Thus, being areas protected by forest law (Federal Law No. 12,651 / 2012), the occupation of these areas occurs irregularly. In addition to preserving resources, these areas have as one of their functions: ensuring the well-being of human populations (idem). This is because these areas are considered as sites of environmental risks, mainly related to floods and ebb. In this sense, effective management of land and environmental resources can reduce social and environmental risks (UNISDR, 2009).



**Image 1** | Overview of Cidade Nova Neighborhood in the Cacau District Pirêra. Date: June 14, 2017;  
*Author: Guimarães (2017).*

Among the factors contributing to the increased vulnerability is the altitude of the terrain where these communities are established. The Cidade Nova community occupies land with the lowest quotas in this study. This factor added to the proximity to the main riverbed generates a greater environmental vulnerability of this area. The community of Nova Veneza has the largest area of the studied communities, with the eastern part having dimensions below 16m. By its turn, the community of San Jose has the highest quotas among the communities analyzed, however, the expansion of the community into the river already puts part of the population prone to the risk of flooding. Thus, all the locations selected for this study have floodable areas, especially Cidade Nova and Nova Veneza, which have most of their territory in these risk areas (Figure 3).





**Image 3 |** Altitude map of the communities studied in the district of Cacau Pirêra.

Source: Authors

In the district of Cacau Pirêra, it was found that it is not necessary that the event reaches the magnitude of extreme river hydrological event for it to be considered an environmental disaster. This is due to the very topographic characteristics of the district of Cacau Pirêra, which has a large portion of its territory made up of low altitude land.

By characterizing the district, Pereira (2006) reports a brief history of the neighborhoods studied in this research:

The Cidade Nova district is one of the oldest and closest to the left side of the harbor, just after the fair and the floating area. Part of this neighborhood is located in floodplain land, which floods partially during the flood season. The other neighborhoods are located in higher lands. Just after the New City we find the Nova Veneza subdivision. Nova Veneza is a recent area that still has no asphalt, no electricity, no running water. The neighborhoods of São José (Mutirãozinho) and Alto Nazaré (Mutirão) are located at km 2 of Estrada Manoel Urbano, being further from the Cacau Port Pirêra (PEREIRA, 2006, p. 110-111).

In Nova Veneza, as in São José, the occupation process began on higher-level land, but today a significant portion of its residents occupy similar levels to those in Cidade Nova.

Irregular occupation of PPAs results in unplanned urban growth, which accentuates processes of social exclusion, increased violence and environmental degradation, resulting in environmental disasters and other situations that cause material damage and endanger lives. (Ribeiro et al., 2011). Sometimes environmental risk areas are the only areas accessible to the lower income population, as they are very undervalued in the land market, due to risk characteristics and lack of infrastructure, a fact that overlaps risks and amplifies their effects (TORRES, 2000; ALVES, 2006).

Irregular or illegal occupations, siltation and pollution of streams, growing violence, the demand for more services and infrastructure - such as water supply, electricity, construction of schools and health posts, among other needs. Urban equipment - These are very common situations in most Brazilian capitals. These conditions can also be observed in the small towns of the region, such as Iranduba and Manacapuru, especially because they are located closer to the great metropolis, Manaus, also end up experiencing rapid urban growth (SOUZA, 2013, p. 47).

Given its origin, vulnerability should be studied from its environmental and social constraints. Thus considered, in its double face, arises the category of social and environmental vulnerability. This new category promotes the interaction between risk situations and environmental degradation (environmental vulnerability) and situations of poverty and social deprivation (social vulnerability) (ALVES, 2006).

### 3.3 THE EVALUATION OF THE PROTECTION AND CIVIL DEFENSE SYSTEM IN VIEW OF AFFECTED BY FLOOD ENVIRONMENTAL DISASTERS

Participant assessments were categorized and grouped for quantification (Figure 4). Most of the answers are linked to the ineffectiveness of government actions in the face of natural river disasters.

In the evaluation of the participants of the three focus groups, all protection and civil defense actions employed in Cacao Pirêra are flood responses. Flood disasters are perceived by residents as having the greatest implications for the district's populations.

In the face of flood and drought disasters, the government provides assistance to affected populations through the Civil Protection and Protection System (SIPDEC). This system is present in the three spheres of government (municipal, state and federal). During the occurrences, the initial response actions are the responsibility of the municipality, which when confirmed as a situation of emergency (SE) or state of public calamity (ECP), will share the responsibility with the State and / or Federal Government (AMAZONAS, 2013).



**Figure 4** - Assessment of protection and civil defense actions and reactions of those affected in the face of disasters.

Source: Authors.

The ineffectiveness of protection and civil defense actions carried out in the district of Cacao Pirêra is unveiled by participants through responses such as:



The civil defense performs the registration before the flood, but does not appear to deliver the kits to the community. Civil Defense assistance comes with the delivery of wood kits, cleaning, toilet, medicine, mattress and ranch, when it arrives in the community (Cidade Nova);

The bridges that are built do not solve the community problem and are of poor quality. The distribution of the kits in 2015 occurred after the flood occurred" (São José);

There is no delivery of kits by the civil defense in the Nova Veneza community.

In all focus groups, participants reported Civil Defense registrations in partnership with the State of Amazonas Government to relocate Cacau Pirêra communities most affected by flood disasters to other locations. However, this proposal did not materialize for most affected:

"In 2009 and 2012 [years of flood disasters] there was a promise to move to a safer place";

"[According to the people who came to make the house markings] the community cannot make house renovations after registration" (Cidade Nova);

"Accredited the houses and photographed" (Nova Veneza);

"Few residents of risk areas have been awarded My Home, My Life" (São José).

The promise of relocation of people affected by flood disasters in the district of Cacau Pirêra was also present in the participants' assessment. In all communities there were reports of housing accreditation in the Cacau District for relocation in other communities. Some participants reported that some families did not make house renovations so as not to lose the benefit. In the community of São José, participants reported that families were informed that they would receive houses in the Maria Zeneide Housing Complex, which is part of the Federal Program "Minha Casa, Minha Vida", located at UEA University City Avenue in Iranduba. However, few residents were contemplated with these residences.

Another fact linked to the ineffectiveness of Civil Defense actions is related to the types of actions taken by the agency. Residents underscore the poor quality of bridges built in flood disasters. In addition, from the participants' responses, it was possible to verify that the actions taken by the municipal protection and civil defense agency are exclusively linked to emergency responses to disasters. Thus, the action of the municipal agency continues to perpetuate a reactive view of disasters rather than planning to reduce population vulnerability. In this aspect, the major concern of the different entities of the system is predominantly related to the execution of standard procedures in the response phase linked to the coordination of the scenario and the fulfillment of bureaucratic requirements (VALENCIO, 2010).

One action taken by the community is the elevation of homes that are directly related to adaptive measures. New Venice participants reported that the estimated costs for these actions amount to \$ 15,000. The "marombas" themselves, as they are called the higher provisional floors built to house furniture and appliances above the waterline, are also made from their own resources. Another perceived mobilization in the community is changing the school calendar in flood environmental disasters as school buildings also become flooded. These changes were also identified in the Newfoundland District in Careiro da Várzea (GUIMARÃES et al., 2017).

Given the ineffectiveness of protection and civil defense actions in Cacau Pirêra, the residents themselves developed a series of emergency actions of their own community in the face of flood disasters, that is, they adopted a response that can be considered autonomous adaptations (GRÜNEIS et al. 2016). situations of greater hydrological risk.

In the emergency triggered by disasters, local populations and their organizations mobilize to respond and try to reduce the risks of these events themselves. With the lack of river ambulances at the district health post, community members themselves organize to take residents to emergency medical care in floods. Some local organizations mobilize to provide humanitarian aid to these populations, such as the Catholic Church, through the Sant'Ana Community. Another type of action carried out by community members is the adaptation of homes to the higher frequency of flooding (Image 2). In order to resist flood events, residents tend to raise the floor height of their homes.

While participants acknowledge the omission and lack of community involvement in rights enforcement actions, they report the resilience of local populations against the violation of the rights of people affected by disasters. Participants in New Venice reported that “few community members make charges,” in Cidade Nova participants also reported that “there is no community engagement”. The poor adherence of the community to the movements and claims may have to do with the fact that they no longer believe in the transformations of their realities in the face of all the mismatches of the public power with the community.

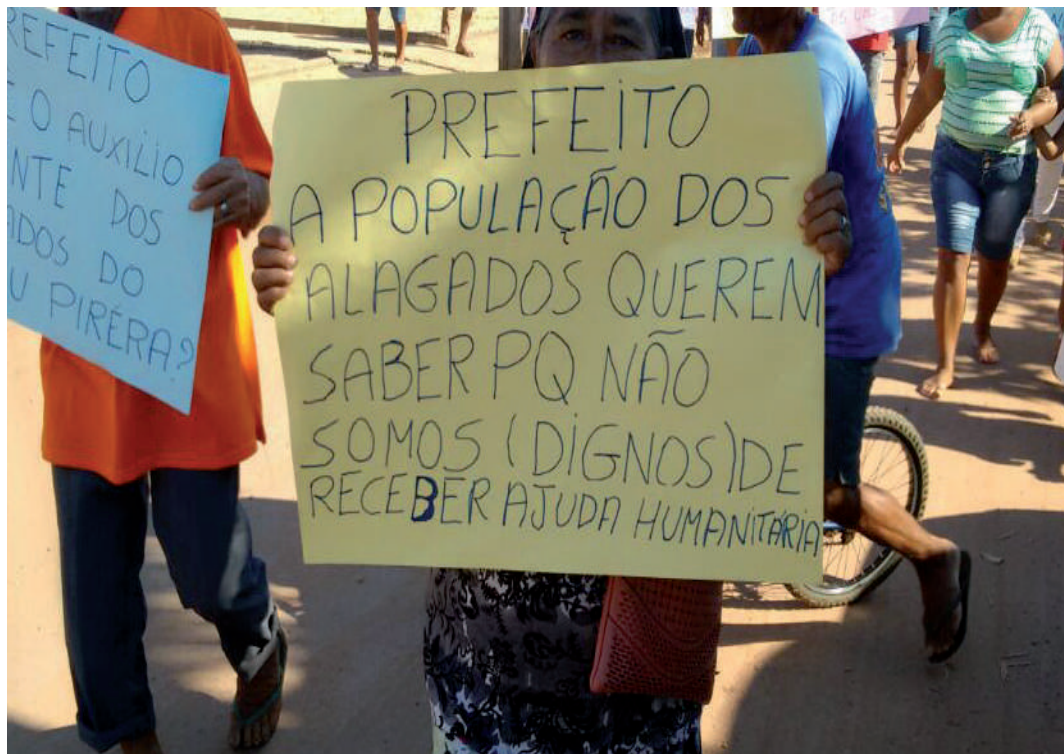


**Image 2** | Stilt house in the Cidade Nova community. Date: October 16, 2017.

*Author: Guimarães (2017).*

However, at the same time, the affected residents present several initiatives that arise in their own community to address the various violations of rights, elucidated in some lines: “There is the claim of residents for the guarantee of rights” and “the community conducts demonstrations”. The work of local organizations such as the Pirêra Cacao Community Association, Jasmin Women’s Association and the Cacao Pirêra Political Emancipation Movement reveal that the struggle for the guarantee of collective rights in this district are clear signs of resistance and mobilization for environmental justice (ACSELRAD, 2015). These movements have already mobilized the district to hold demonstrations and settle other formal political spaces, such as public hearings, rights and public policy councils, and other social projects for communities.

One of these events took place in 2017, which, among its guidelines, brought the lack of actions by the municipal government in the face of flood environmental disasters (Image 3).



**Image 3** | Demonstration in those of Cacau Pirêra district, Iranduba / Amazonas. Date: June 23, 2017; Author: Guimarães (2017). (text in the image reads: “Mayor / The population of the flooded areas want to know why we are not (worthy) of receive humanitarian aid”).

The indignation of the population with the ineffectiveness of public agencies is also explained in their perception of the lack of popular participation in risk management in the municipality of Iranduba. This assessment is due, according to the participants, to the lack of communication with the Civil Defense that does not have spaces of direct communication with the community or their integration in the risk management processes.

The lack of communication spaces and the low participation of residents in risk management in the Cacau Pirêra District reveal a still reactive and technical activity of public agencies in disaster management. When a civil defense action is guided by the technical approach, civil defense agents are related to the occurrence of disasters with ignorance of affected people, basing their work on the logic that the population should be informed about local risks, disregarding social and environmental inequalities, founding factors of this process (VALENCIO, 2010). Thus, a technical approach:

“[...] reinforces the process of vulnerability, that is, the sociopolitical relationship of violence that undermines the rights of the other and, in the midst of which, the welfare project on the part of the nation is nourished by the discomfort caused to the remaining” (VALÊNCIO, 2014).

The practice of blaming those affected by the occurrence of environmental disasters is a defensive and misleading discourse that reflects the neglect of public power organizations and society in addressing the social and environmental degradation to which affected populations are subjected. To blame them for the situation of vulnerability because of their sociocultural characteristics that involve their permanence in these areas is to reproduce the notion that social inequality, as well as flooding, is a “natural” fact and not produced by society.



The ineffectiveness of public action also results from the low responsiveness of the local system aggravated by the weakening of Iranduba's Municipal Coordination of Protection and Civil Defense physical and human structure. It has only five employees on its staff to serve the entire municipality of Iranduba. The municipal executive has not yet understood the importance of strengthening efforts to reduce the environmental risks of the population through protection and civil defense actions.

Thus, a precautionary approach to managing these river disasters requires effective action that reduces the socio-environmental vulnerabilities of at-risk populations in the Cacaú Pirêra District.

There is a need for changes in socioecological systems that lead people to a new standard of quality of life, with the provision of public services and urban infrastructure appropriate to the conditions of greatest hydrological risk. The guarantee of increased resilience of these populations emerges as one of the means to achieve sustainability (VEIGA, 2014).

To this end, governments should invest more in cross-cutting adaptation strategies to minimize the impacts of flood and drought natural disasters. Still, public investments for the adaptation of human communities in the Amazon are still practically nil, even recognizing the importance of protecting this biome (MAY and VINHA, 2012), as well as the intensification of extremes of the Amazon river flow caused by climate change. (IPCC, 2014).

For Pinheiro (2011), the district of Cacaú Pirêra represents in many ways a reality of extreme social inequality that lives the various Amazonian interiors. Addressing socio-environmental vulnerabilities would result from governance strategies with effective and active participation of vulnerable populations in formal political spaces (PORTO, 2011).

### 3.4 RISK PERCEPTION TO RIVER ENVIRONMENTAL DISASTERS

In addition to the vulnerability determined by physical factors, it is necessary to understand the socio-environmental implications to which populations are exposed as a result of river disasters. In this sense, participants perceive a series of socio-environmental implications inherent in flooding.

The main difficulties evidenced by the participants were the difficulty of mobility, increased school dropout, lack of civil defense responses and increased animal attack. These difficulties were perceived by participants in the three focus groups for both flood and extreme ebb disasters.

In flood disasters, population mobility is compromised, and people often have to travel within the river or ask for help from neighbors who have canoes to make their mobility. In the focus group of the Cidade Nova community, the following report highlights this situation:

When the flood is very big and we have to go to work, we take our clothes in a bag, get in the water and change clothes as soon as we arrive on dry land in a public toilet or in someone's house. known.

Extreme hydrological river events of ebb and flow generate disturbances for the displacement of students from schools in riverside communities in the Amazon region (GLÓRIA, 2012, p.33; GUIMARÃES et al., 2017). In the urban district of Cacaú Pirêra, the increase in school dropout seems to be linked only to the occurrence of flooding periods. In floods, due to lack of resources and as a way to prevent accidents, such as drowning children, also perceived by participants, many parents do not allow younger children to attend classes. Another danger perceived by participants was the attack of venomous and dangerous animals such as snakes and scorpions, and even alligators, reported by participants as common during this period.

Participants report the non-responsiveness of the Iranduba Municipal Coordination of Protection and

Civil Defense against flood disasters in the Cacau Pirêra District. They report that each year, although records of people living in flooded areas are recurring, humanitarian aid kits are not delivered to affected populations in the district on a recurring basis.

In two communities, participants reported more intense flooding in recent years where disasters occurred. In the Cidade Nova community, closer to the main riverbed, the damage caused by floods in flood disasters has been reported. Damage to the structure of homes and to furniture and appliances hit by the flood were cited.

In the community of Nova Veneza, participants reported difficulties in fishing due to flooding. In two communities, New Town and New Venice, increased theft has been reported. These crimes occur in floods, because some community members rent or go to family homes to avoid suffering the major impacts of these disasters and end up having their homes violated and stolen. The increased violence in the District may be associated with the process of conurbation that has intensified in recent years, with the construction of the bridge under the Rio Negro that connects Manaus, the state capital, to the municipalities of Iranduba and Manacapuru (SOUZA, 2013, p. 180).

Even though a significant part of the implications perceived by participants is not exclusively linked to flood disasters, the absence of state basic services tends to potentiate the effects of river environmental disasters, generating more social suffering for populations living in risk areas. This fact reveals the process of environmental injustice that these populations live. Therefore, in addition to being vulnerable, these social groups are vulnerable by the denial of their basic rights (ACSELRAD, 2015).

For Porto (2011), people in vulnerable situations already experience a “daily disaster” amidst precarious living conditions, which can be intensified in the occurrence of environmental disasters.

Drinking water supply in the district of Cacau Pirêra is poorly functioning and worsens in the presence of flooding events, as the pipeline is submerged, causing the population to use the water from the river itself, which is contaminated by sanitary sewage from homes. Health problems resulting from contamination of water by urban waste and vectors exult in the high rate of waterborne diseases such as leptospirosis, viral hepatitis, diarrheal diseases, etc. (BRAZIL, 2012b; BARCELLOS et al., 2009).

The unique dangers of extreme ebb disasters are poorly understood by participants. The main social and environmental implications perceived in the research in the communities of São José and Cidade Nova were the burning. Smoke pollution may result in the development of respiratory diseases, as reported in São José. In the Cidade Nova community, participants pointed to the increased risk of river trips during the ebb due to the formation of sandbanks in the river courses.

The implications related to ebb may not be so perceived by the participants by their non-exclusive dependence on surface waters. Being a district with markedly urban characteristics, residents do not have as their main activities hunting, fishing and not even use the rivers as the main way of moving to other places.

Some implications are linked to both flood and ebb events. In both flood and ebb disasters, the most cited socio-environmental implications were the absence of actions by the public authorities regarding the access and quality of public environmental sanitation and public transport services, mainly.

Another important implication mentioned in the groups was the presence of waterborne diseases, especially in flood disasters. These diseases are directly related to other responses provided by participants, such as lack of sanitation, inadequate disposal of solid waste and other sources of pollution, which were perceived as inherent implications of flooding by all groups, as well as lack of water. drinking According to the participants, these diseases mainly affect children who have symptoms of vomiting and diarrhea.



The difficulty of river transport was also remembered by the participants. In all groups this implication was remembered as linked to flooding. Only the community of Nova Veneza related the difficulty of transportation also with the ebb events. Despite the existence of a bridge over the Negro river, the population of the district often uses the fast boat river transportation carried out by a transport cooperative. The presence of strong ebbs prevents vessels from reaching the port, and it is necessary to move the embarkation and disembarkation to other locations and charter a minibus to transfer passengers from Cacaú port to this provisional location.

When comparing the amount of socio environmental implications per community, in Nova Veneza participants presented a greater number of socio environmental problems, twenty-two (22), most of them sixteen (16), related to flooding. However, the community that most perceived the socio-environmental implications of the ebb disasters was Cidade Nova with the perception of eight (8) socio-environmental implications in these events.

Analyzing the amount of implications related to both types of disasters, it is clear that participants feel more strongly those related to floods, thirty-nine (39) indications, than those of ebb, 18 (18). Thus, floods are perceived as the most dangerous river environmental disasters in Cacaú Pirêra.

#### 4 FINAL CONSIDERATIONS

The effects of global warming are already beginning to be felt by riverine populations, through the higher frequency of extreme river events and other events close to the normal thresholds that end up generating river environmental disasters.

In the Cacaú Pirêra District, already weakened by fragmentation processes and marked by the ineffectiveness of government actions, river environmental disasters end up potentiating the socio-environmental vulnerabilities existing in this territory. Flood disasters have more socio environmental implications for communities in the district than for floods.

In the midst of existing vulnerabilities in the District, resistance from communities as a means of addressing local social and environmental problems is an important aspect of gaining rights with and for these populations. Public authorities should consider the participation of representatives of Cacaú Pirêra organizations and elsewhere in participatory governance processes in risk management.

Due to climate change, an increase in the frequency and intensity of floods and extreme ebbs in the Amazon is expected, resulting in a future scenario of increased risk of river disasters. In this context, the planning and implementation of public policy adaptation actions for both rural and urban riverine populations, as a matter of urgency, respecting their specificities and understanding the complexity of factors that make them vulnerable, become urgent.

Given the high socio environmental vulnerability that the population of the Cacaú Pirêra District has, potentiated by the danger of drought and flood river environmental disasters in the region and added by the absence or ineffectiveness of the public power responses we can conclude that there is a high social and environmental risk existing in this location. Therefore, there is a need to think about structural and structuring strategies for disaster risk management in this district and other riverside communities exposed to the same conditions.

When studying the river environmental disasters in the Amazon region, it is not possible to analyze the process of occupation and vulnerability of the riverside communities in isolation. It is necessary to understand that river environmental disasters raise issues that encompass the environmental and social dimensions, ie the whole socio-ecological system. The pursuit of the objectives of sustainable development in the Amazon requires adaptation to climate change, which requires interdisciplinary knowledge from dialogues between

the earth and atmosphere, bio-ecological, social, political and economic sciences, and that these goals are present in local political agendas. and regional. Therefore, broader studies are crucial to think about structural and structural adaptive strategies for the riverside populations of these vulnerable areas.

## REFERENCES

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana. **O Social em Questão-Ano XVIII**, n. 33, 2015.

ALVES, H. P. da F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana. **Revista brasileira de estudos populacionais**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun., 2006.

AMAZONAS (DEFESA CIVIL). **Riscos e Desastres Naturais em Manaus**. 2013. 33 f.

ANDRADE, M. M. N., SZLAFSZTEIN, C. F. Vulnerability assessment including tangible and intangible components in the index composition: An Amazon case study of flooding and flash flooding. **Science of The Total Environment**, v. 630, p. 903-912, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.271>.

BARCELLOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.

BARICHIVICH, Jonathan et al. Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. **Science advances**, v. 4, n. 9, p. eaat8785, 2018.

BRASIL. Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010. Regulamenta a Medida Provisória nº 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências. **Congresso Nacional**: Brasília. 2010.

BRASIL. Lei 12.652, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Congresso Nacional**: Brasília. 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012** / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012b.

COÊLHO, A. E. L. Percepção de risco no contexto da seca: um estudo exploratório. **Psicologia para América Latina**, n. 10, 2007.

DA SILVA DIAS, M. Assunção Faus. **Eventos climáticos extremos**. Revista USP, n. 103, p. 33-40, 2014.

Espinoza JC, Marengo JA, Ronchail J, Molina J, Noriega L, Guyot JL. **The extreme 2014 flood in South-Western Amazon basin: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient**. Environ. Res. Lett. 9: 124007, doi: 10.1088/1748-9326/9/12/124007. 2014.

FERREIRA, D., ALBINO, L. FREITAS, M. J. C. C. Participação popular na prevenção e enfrentamento de desastres ambientais: resultado de um estudo piloto em Santa Catarina, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, 2(47E):1-17. 2011.

FRAXE, T.J.P. **Homens anfíbios**: etnografia de um campesinato das águas. São Paulo Annablume; Fortaleza: Secretaria de Desporto do Governo do Estado do Ceará. 192p. 2000.

GLÓRIA, S. A. **Estudos hidrológicos como subsídio para a melhoria do acesso dos alunos do ensino fundamental às escolas ribeirinhas na bacia do Tarumã-mirim, Manaus/AM**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas. 2012.

GUIMARÃES, D. F. S.; PEREIRA, H. P.; VASCONCELOS, M. A.; SILVA, S. C. P.; NASCIMENTO, A. C. L.; SILVA, M. A. P. **Os impactos dos eventos extremos na assiduidade dos alunos no distrito de Terra Nova, Careiro da Várzea/AM**. In: *ENANPPAS 2017 - VIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade*. Natal, RN. 2017. Disponível: <http://icongresso.anppas.itarget.com.br/anais/index/resultado/index/index/cc/2>. Acessado em: 25 jan. 2018.

HO, M., SHAW, D., LIN, S., CHIU, Y. **How Do Disaster Characteristics Influence Risk Perception?**. *Risk Analysis*, 28 (3): 635-643. 2008. doi:10.1111/j.1539-6924.2008.01040.x

HUMMELL, B. M.L., CUTTER, S. L., EMRICH, C.T. **Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil**. *Int J Disaster Risk Sci*, 7 (2) : 111. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0090-9>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2014**: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change, 2007**: the physical science basis (summary for policymakers). Gênova: IPCC Secretariat, 2007. 18p.

International Strategy for Disaster Risk Reduction – UNISDR. **UNISDR terminology on disaster risk reduction**. Geneva. 2009. Acesso em: 12 de jan. 2017. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html>>.

LIBERATO, A. M. **Estudo de Eventos Climáticos Extremos na Amazônia Ocidental e seus Impactos na Hidrovia Rio Madeira**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina grande. Campina Grande, 2014. Disponível em:

[http://dca.ufcg.edu.br/posgrad\\_met/teses/AiltonMarculinoLiberato\\_2014.pdf](http://dca.ufcg.edu.br/posgrad_met/teses/AiltonMarculinoLiberato_2014.pdf). Acessado em: 05 jan. 2018.

MARENGO J.A., Nobre C.A., Tomasella J., Cardoso M.F., Oyama M.D. **Hydro-Climatic and Ecological Behaviour of the Drought of Amazonia** in 2005. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 363:1773-1778. 2008.

MARENGO, José Antonio; ESPINOZA, J. C. **Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia**: causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, v. 36, n. 3, p. 1033-1050, 2016.

MATTEDI, M. **Dilemas e perspectivas da abordagem sociológica dos desastres naturais**. *Tempo Social*, vol. 29 (3), 2017. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/111685>. Acessado em: 11 mar. 2019.

MAY, P. H. VINHA, V. da. Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: o papel do investimento privado. **Estudos Avançados**, vol. 26 (74), 2012.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. **Hidrologia estatística**. CPRM, 2007.

PEREIRA, H. A. **Fronteiras da vida**: o tradicional e o moderno no Cacau Pirêra/Iranduba - Manaus: UFAM, 2006. 201 f.; il.

PEREIRA, H.; TORRES, I. C. A imagem da cidade: cotidiano, sonhos e utopias dos moradores do Cacau Pirêra-Iranduba (AM). **Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. p. 25-42, jun. 2012. ISSN 2316-4123. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/somanlu/article/view/317>>. Acesso em: 27 fev. 2018. doi: <https://doi.org/10.17563/somanlu.v8i1.317>.

PEREIRA, H. P.; VASCONCELOS, M. A.; GUIMARÃES, D. F. S.; SILVA, S. C. P.; NASCIMENTO, A. C. L.; SILVA, M. A. P. Mortandade de espécies arbóreas causadas por eventos climáticos extremos em áreas inundáveis da Amazônia Central. In: **ENANPPAS 2017** - VIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Natal, RN. 2017. Disponível: <http://icongresso.anppas.itarget.com.br/anais/index/resultado/index/index/cc/2>. Acessado em: 25 de jan. 2018.

PINHEIRO, H. A. POLÍTICAS PÚBLICAS, URBANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NA AMAZÔNIA. In: **V Jornada Internacional de Políticas Públicas**. 23 a 26 de agosto de 2011. São Luís. 2011. Disponível em: [http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2011/CdVjornada/JORNADA\\_EIXO\\_2011/QUESTAO\\_AMBIENTAL\\_DESENVOLVIMENTO\\_E\\_POLITICAS\\_PUBLICAS/POLITICAS\\_PUBLICAS\\_URBANIZACAO\\_E\\_DESENVOLVIMENTO\\_NA\\_AMAZONIA.pdf](http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2011/CdVjornada/JORNADA_EIXO_2011/QUESTAO_AMBIENTAL_DESENVOLVIMENTO_E_POLITICAS_PUBLICAS/POLITICAS_PUBLICAS_URBANIZACAO_E_DESENVOLVIMENTO_NA_AMAZONIA.pdf). Acessado em: 02 jan. 2018.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. ATLAS Brasil. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/IDH/undp-br-ranking-idhm-2010.pdf>. Acesso: 30 jan. de 2018.

PORTO DE MANAUS. **Níveis Máximo e mínimo**. <https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>. 2019.

PORTO, M. F. de S. Complexidade, processos de vulnerabilização e justiça ambiental: um ensaio de epistemologia política. **Revista crítica de ciências sociais**, n. 93, p. 31-58, 2011.

RIBEIRO, A. S., do AMARAL, F. O. M., SILVA, J. M., Jr, COSTA, L. A., & OLIVEIRA, V. F. M. In A. S. Ribeiro (Coord.), **Cidade Sustentável, bem-estar para todos: uso e ocupação do solo e seus impactos ambientais** (p. 25). Palmas: Ministério Público do Estado do Tocantins. 2011. Disponível em: <<https://athenas.mpto.mp.br//athenas/CMS/download/2014/01/20/cartilha-cidade-sustentavel/>>. Acessado em: 18 de jan. 2017.

ROCHA, D.; DEUSDARÁ, B. Análise de Conteúdo e Análise do discurso: aproximações e afastamentos na (re) construção de uma trajetória. **Revista ALEA**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 305-322, 2005.

ROSA, T. S. MALUF, R. Populações vulnerabilizadas e o enfrentamento de eventos climáticos extremos: estratégias de adaptação e de mitigação. **Boletim da sociedade de economia ecológica**. Edição especial, nº 23/24. Jan-Ago, 2010.

SAITO, S. M.; SORIANO, E.; LONDE, L. de R. Desastres naturais. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento Remoto para desastres. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

SOUSA, Isaque dos Santos. **A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações no espaço urbano-regional à reprodução do capital**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, I. S. Estado e capital na reestruturação da borda sul da Região Metropolitana de Manaus. In: Schor, Tatiana e Santana, Paola Verri. (Org.). **Dinâmica Urbana na Amazônia Brasileira**. 1ed. Manaus: Valer, CNPq, Fapeam, 2015, v. II, p. 39-58.

STERNBERG, H. O. R. **A Água e o Homem na Várzea do Careiro**. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 1998.

TORRES, H.G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H.G. e COSTA, H. (Org.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Senac, 2000. p. 53-73.

VALÊNCIO, N. F. L. da S. Disasters: technicism and social suffering. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3631-3644, 2014.

VALÊNCIO, Norma. **Desastres, ordem social e planejamento em defesa civil**: o contexto brasileiro. *Saúde e Sociedade*, v. 19, n. 4, p. 748-762, 2010.

VAUGHN, S.; SCHUMM, J. S.; SINAGUB, J. **Focus group interviews in education and psychology**. California: Sage Publications. 1996. 174 p.

VEIGA, J. E. O âmago da sustentabilidade. In: **Estudos Avançados**, v. 28 (82), p. 7-23, 2014.

WITKOSKI, A. C. **Terras, florestas e águas de trabalho**: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais. São Paulo: Annablume, 2010.



# Desastres ambientais fluviais: percepção de risco e avaliação de respostas governamentais por populações ribeirinhas em Cacao Pirêra, Iranduba/AM

*Fluvial environmental disasters: risk perception and evaluation of government responses by riverine populations in Cacao Pirêra, Iranduba/AM*

David Franklin da Silva Guimarães<sup>a</sup>

Camila dos Santos Belmiro<sup>b</sup>

Mônica Alves de Vasconcelos<sup>c</sup>

Henriques dos Santos Pereira<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, AM, Brasil.  
End. Eletrônico: davidguimaraes@ufam.edu.br

<sup>b</sup>Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil  
End. Eletrônico: ca.belmiro15@gmail.com

<sup>c</sup>Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, AM, Brasil.  
End. Eletrônico: monica.engbio@gmail.com

<sup>d</sup>Doutor em Ecologia pela Pennsylvania State University, Professor titular do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, AM, Brasil.  
End. Eletrônico: hpereira@ufam.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.23711

Received: 16/03/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

Este artigo desvela as percepções de populações vulneráveis da Amazônia quanto aos riscos de desastres fluviais e evidencia a avaliação que fazem quanto à eficácia das respostas do poder público. O registro das percepções e avaliações e a identificação das vulnerabilidades sociais foram obtidos em entrevistas com grupos focais formados por moradores de Cacao Pirêra, no Amazonas. Para caracterização das

ameaças e vulnerabilidades ambientais foram utilizados dados fluviométricos e altimétricos das áreas ocupadas. Naquele Distrito, as inundações não precisam ultrapassar os limites de normalidade para se configurarem como desastres ambientais e, na percepção dos moradores, representam mais riscos que as vazantes. Os participantes apontam a baixa efetividade das políticas públicas como principal causa da ineficácia da resposta do poder público aos desastres fluviais. Os estudos de desastres naturais devem considerar as interações entre os aspectos ambientais e sociais dos territórios para alcançarem um entendimento acerca da complexidade do contexto em que ocorrem.

*Palavras-Chave: Vulnerabilidade socioambiental. Sociologia dos desastres. Eventos extremos. Sistemas socioecológicos. Inundação. Resiliência.*

## ABSTRACT

*This article unveils the perceptions of vulnerable populations of the Amazon regarding the risks of river disasters and highlights their assessment of the effectiveness of government responses. The record of perceptions, assessments and identification of social vulnerabilities were obtained in interviews with focus groups formed by residents of Cacau Pirêra, in the Amazon. To characterize the environmental threats and vulnerabilities, fluviometric and altimetric data of the occupied areas were used. In that District, floods do not have to exceed normal limits to constitute environmental disasters and, in the perception of residents, pose more risks than ebb. Participants point to the low effectiveness of public policies as the main cause of the ineffectiveness of the government's response to water disasters. Natural disaster studies should consider the interactions between the environmental and social aspects of territories to reach an understanding of the complexity of the context in which they occur.*

*Keyword: Socio-environmental vulnerability. Sociology of disasters. Extreme events. Socioecological systems. Flood. Resilience.*

## 1 INTRODUÇÃO

Embora o conceito de desastres reconhecidos como naturais possa ainda suscitar o debate do meio acadêmico (MATTEDI, 2017), no Brasil, são considerados pela legislação como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais (BRASIL, 2010). A complexidade inerente a esses desastres não permite a sua definição apenas como naturais, mas sim como desastres ambientais.

A ocorrência dos desastres ambientais não está apenas ligada aos perigos naturais oriundos de furacões, terremotos, erupções vulcânicas, inundações e vazantes, uma vez que tais desastres guardam uma intrínseca relação com a vulnerabilidade das populações atingidas (HUMMEL et al., 2016). A vulnerabilidade, no caso das mudanças climáticas, é a incapacidade de populações em enfrentar os impactos causados pelos eventos extremos, tanto por conta da sua situação social como da sua condição ambiental (ROSA e MALUF, 2010).

Na sociologia dos desastres, os componentes humanos são cruciais para o entendimento da complexidade de fatores relacionados aos eventos. Assim, um importante aspecto a ser considerado nos estudos sobre desastres é a percepção de risco dos moradores. A percepção de risco está relacionada aos desastres e é influenciada por um grupo dos fatores inter-relacionados que incluem experiências passadas, atitudes atuais em relação ao evento, personalidade e valores, juntos com as expectativas futuras (COÊLHO, 2007). Considerar a percepção de risco das comunidades vulneráveis e seus fatores determinantes, dentre estes o próprio tipo de desastre, é essencial para melhorar as comunicações de risco e projetar políticas eficazes de mitigação (HO et al., 2008).

Ainda considerando-se a dimensão humana dos desastres, é primordial para as orientações aos processos de tomada de decisão levar em conta o entendimento da vulnerabilidade das populações propensas ao risco. A vulnerabilidade demonstra a insustentabilidade do modelo de desenvolvimento que gera injustiças ambientais, ao forçar a população a residir em áreas de risco. As áreas de risco e de degradação ambiental são, muitas vezes, áreas de pobreza (ALVES, 2006). Desse modo, desastres considerados naturais, na maioria das situações, deveriam ser tratados como desastres ambientais, ou seja, cuja as causas não são apenas da “natureza” e independentes das ações antrópicas.

O agravamento dos desastres ambientais tem como principais causas: a ocupação incorreta do solo, a ineficácia da política de resposta (municipal, estadual e/ou federal), a fraca organização dos serviços de defesa civil e a dificuldade de trabalhos que envolvam as comunidades em atividades de prevenção (FERREIRA et al., 2011). Dessa forma, para além da percepção de risco é necessário entender como as pessoas afetadas por esses desastres se engajam e avaliam a eficácia das ações de proteção e defesa civil.

Na Amazônia, os principais desastres ambientais são mais frequentemente associados ao resultado de fortes eventos de inundação (ANDRADE e SZLAFSZTEIN, 2018) do que como resultantes de vazantes ou estiagem extremas. Isso se deve, em parte, ao fato de “a maior mudança nas últimas décadas ser um aumento acentuado em inundações muito severas” (BARICHIVICH et al., 2018). Nos últimos anos, a maior frequência desses tipos de eventos extremos fluviais e as transformações na sazonalidade dos rios vêm trazendo como consequência o aumento na ocorrência dos desastres ambientais fluviais no estado. Esses desastres provocam inúmeros impactos socioambientais, particularmente mais severos para as populações que residem em áreas inundáveis.

A maioria dos estudos que relatam os efeitos das inundações e vazantes no Amazonas é focada nas regiões rurais de várzea (STERNBERG, 1998; FRAXE, 2000; WITKOSKI, 2011; PEREIRA, 2017; GUIMARÃES, 2017). Entretanto, os efeitos desses desastres são sentidos também nas áreas urbanas, visto que as populações do Amazonas têm uma forte relação com as águas e construíram a maior parte de seus centros urbanos próximos às margens dos rios.

Os desastres ambientais são resultados da utilização de modelos de desenvolvimento insustentáveis que contribuem para o aumento da vulnerabilidade socioambiental das populações expostas a este risco. Para a Estratégia Internacional para a redução de desastres das Nações Unidas (UNISDR), risco é a combinação da probabilidade da ocorrência de um evento e suas consequências negativas e pode ser representada da seguinte forma (SAITO et al., 2015):

$$R = (P \times V) / Re$$

**Onde,** R = risco; P = perigo; V = vulnerabilidade; Re = resposta;

Na equação, o risco é inversamente proporcional às respostas, logo quanto maior for à resposta menor será o risco. Ainda neste sentido, mesmo diante do perigo se não houver vulnerabilidade, o risco não existirá. Assim, é possível definir que o risco só existe mediante a ocorrência de um evento com potencial de gerar danos a uma comunidade vulnerável e tem relação direta com a capacidade de resposta (SAITO et al., 2015).

Como forma de contribuir com essa discussão, este artigo tem como objetivo desvelar as percepções de grupos de moradores em uma área ribeirinha de urbanização precária no Amazonas para os dois tipos de desastres ambientais fluviais na região: cheias e vazantes extremas. Sendo as percepções desveladas a partir da avaliação que esses moradores fazem acerca dos perigos (fatores hidrológicos); dos riscos (probabilidade de danos materiais e sociais); e, da eficácia da resposta de proteção e defesa civil do poder público.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Cacau Pirêra é um distrito urbano do município de Iranduba, no Amazonas. Está localizado à margem direita do rio Negro, em frente à cidade de Manaus na margem oposta. O porto fluvial do distrito é seu marco histórico e possibilitou o início do povoamento da então Vila do Cacau (PINHEIRO, 2011). Desde sua criação, o distrito é marcado pela prevalência de características rurais perante as urbanas.

Como muitas famílias deixaram de praticar as atividades de subsistência, o dinheiro é a única forma de viabilizar os produtos necessários à manutenção da vida. E para se ter acesso ao dinheiro, os moradores adentram no mercado formal e informal de trabalho, seja nas fábricas de tijolos, seja como vendedor ambulante, entre outras formas de trabalho (PEREIRA e TORRES, 2012).

O município de Iranduba vem sofrendo enormes transformações socioespaciais causadas pela expansão urbana. Esse processo foi intensificado após a criação da Região Metropolitana de Manaus, concretizada pela construção da ponte sob Rio Negro, ligando os municípios vizinhos por acesso rodoviário à capital Manaus (SOUZA, 2015). Essas mudanças foram sentidas, principalmente, no Distrito de Cacau Pirêra, onde anteriormente ficava localizado o principal porto hidroviário para o deslocamento fluvial dos municípios de Iranduba, Manacapuru e Novo Airão até Manaus. O comércio, principalmente de alimentos, para as pessoas que esperavam consideráveis períodos de tempo para realizar a travessia, era à base da economia local.

O peso da dinâmica econômica e financeira produzida e reproduzida em função da travessia, que partia do Porto de São Raimundo, ficou mais evidente depois de sua cessão, tanto para o comércio nas imediações desse bairro de Manaus quanto para o distrito de Cacau Pirêra. As filas dos carros e a grande movimentação de pessoas à espera para seguir viagem estimulavam o comércio ambulante e a venda de lanches, especialmente nos fins de semana, quando o número de veículos e passageiros aumentava consideravelmente (SOUZA, 2013 p. 89).

A construção da ponte sob o Rio Negro trouxe para o distrito de Cacau Pirêra a desvalorização a partir da materialização do processo de fragmentação, tornando esse distrito um espaço com pouca circulação. A construção da Ponte Rio Negro, atualmente denominada Jornalista Phelippe Daou, foi o principal marco de transformação socioespacial em Cacau Pirêra. Para Souza (2013), a criação da Região Metropolitana de Manaus, concretizada a partir da construção da ponte sob Rio Negro, perpetua a lógica de produção do espaço presente há anos no Amazonas: concentração em Manaus, urbanização acelerada e modernização do território sem a produção de desenvolvimento regional.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) para o distrito de Cacau Pirêra, assim como para todo o município de Iranduba, é de 0,613, classificado com de médio desenvolvimento (PNUD, 2013). Essa avaliação deveria ocorrer tendo como unidade de análise os setores censitários do município e suas distinções, pois nas visitas de campo foi possível observar as diferentes mazelas sociais existentes nos bairros do distrito de Cacau Pirêra, entretanto, nos dados do PNUD (2013) todos os setores censitários do distrito possuem o mesmo valor de IDHM que todos os outros setores dos municípios de Iranduba.

Pereira (2006) destaca em que na época de sua pesquisa a maior parte do distrito não possuía energia elétrica, asfalto e água encanada. Na coleta de dados desta pesquisa foi possível observar que mais de 10 anos depois a população continua com problemas semelhantes, mas agravados pelo aumento da densidade populacional, bem como expansão do território para dentro dos rios (Figura 2).

Para a coleta de dados primários sobre a percepção das pessoas afetadas, foram realizadas entrevistas por meio de grupos focais formados por moradores de comunidades atingidas pelos eventos de



inundação e vazante no distrito de Cacau Pirêra, Iranduba/Amazonas. As comunidades escolhidas para essa pesquisa foram: Cidade Nova, São José e Nova Veneza (Figura 1). Essas comunidades são as mais severamente afetadas pelas variações sazonais do nível do rio Negro da área urbana do Distrito de Cacau Pirêra.

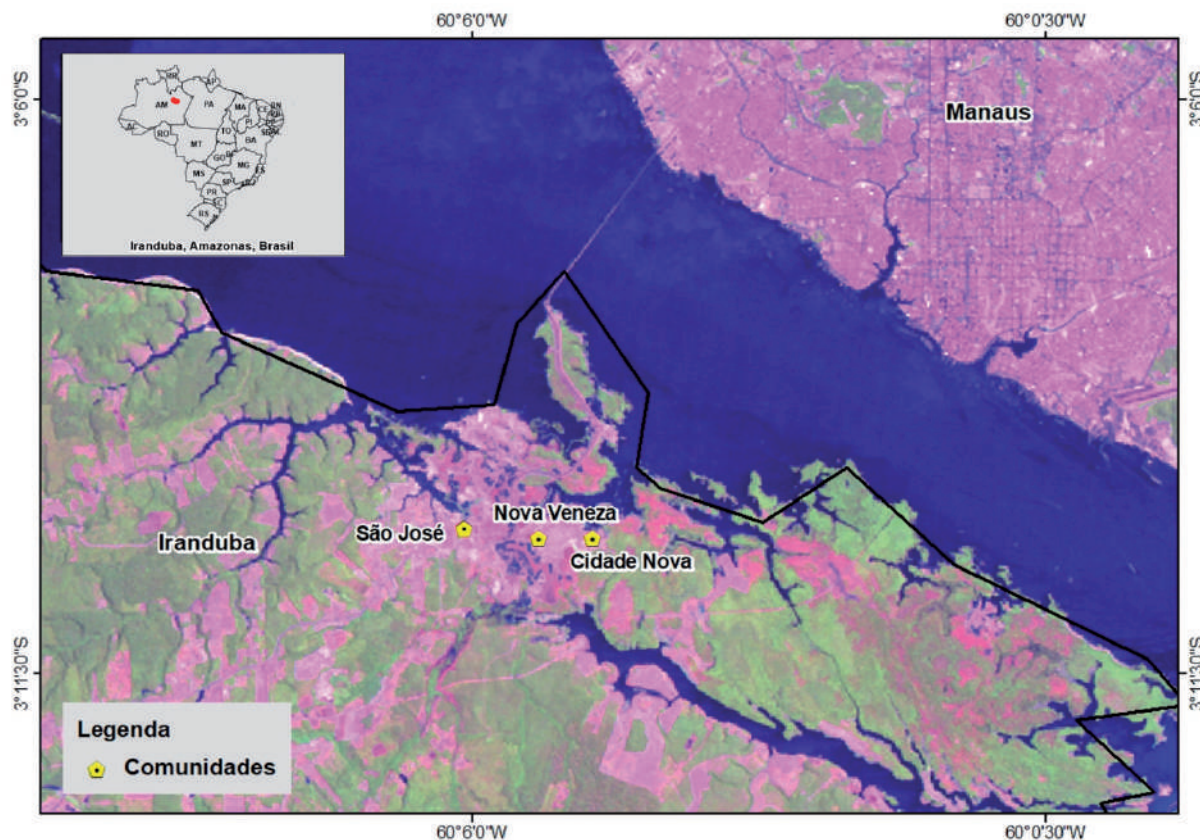


Figura 1 | Localização das Comunidades urbanas do Distrito de Cacau Pirêra selecionadas para o estudo

Fonte: Autores.

## 2.2 PERCEPÇÃO DE RISCO E AVALIAÇÃO DE RESPOSTAS

Nessa pesquisa, as entrevistas dinâmicas com grupos focais tiveram por objetivo elucidar as percepções dos riscos socioambientais e a avaliação das ações de proteção e defesa civil, bem como as ações de adaptação governamentais e da própria comunidade frente aos desastres fluviais. Em cada comunidade, foi realizado um grupo focal (VAUGHN et al., 1996). Cada grupo contou com no mínimo 6 e no máximo 12 pessoas.

Durante a entrevista, os registros escritos das contribuições (reações, opiniões) dos participantes do grupo focal foram fixados em um painel para visualização de todos os participantes. O grupo focal foi conduzido por três pesquisadores, um com o papel de mediar a discussão e dois para registrar as contribuições dos participantes em tarjetas. A discussão do grupo focal ocorreu em três etapas. No final de cada grupo focal, as respostas fixadas no painel foram validadas pelos participantes da discussão.

Para promover a participação de pessoas das comunidades afetadas foram realizadas reuniões com a diretoria da Associação Comunitária do Cacau Pirêra que facilitou o contato e convite aos participantes da pesquisa. Os entrevistados participaram de forma voluntária da pesquisa e foram devidamente esclarecidos sobre os objetivos da mesma. Os moradores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Por ser uma pesquisa com seres humanos, todo o procedimento metodológico foi



encaminhado ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/UFAM, onde foi aprovado sob o CAAE de Nº 73568017.4.0000.5020, de parecer Nº 2.321.933.

A análise e a interpretação das informações foram realizadas a partir da técnica de análise de conteúdo, com o intuito de garantir maior objetividade, ultrapassando os níveis superficiais do texto (ROCHA e DEUSDARÁ, 2005). Os dados foram tabulados e processados em planilhas eletrônicas.

Os impactos causados pelas inundações e vazantes relatados pelos participantes dos grupos focais foram codificados e agrupados conforme semelhança de conteúdo e tabulados para registro de presença ou ausência na listagem de respostas de cada grupo focal, formando assim uma matriz de presença e ausência (1 e 0). Logo, cada implicação poderia totalizar no máximo seis (6), se fosse percebida por todos os grupos focais nos dois tipos de evento. Observações diretas em campo foram realizadas durante visitas in loco na área de estudo para complementação e averiguação das informações levantadas na pesquisa documental e nas entrevistas com os grupos.

### 2.3 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E PERIGO DE DESASTRES

Para dimensionar a vulnerabilidade socioambiental foi realizada uma revisão bibliográfica que abrangeu a busca de informações em periódicos, livros e outras formas de comunicação científica que abordassem sobre a vulnerabilidade socioambiental do Distrito de Cacau Pirêra, bem como acerca do processo de urbanização ocorrido neste local.

Para o estabelecimento dos limiares extremos no Distrito de Cacau Pirêra foram coletadas informações das cotas fluviométricas do período de inundação e vazante da estação do Rio Negro localizada no Porto Hidroviário de Manaus, obtidas da base de dados do *HidroWeb* da Agência Nacional de Águas.

Os limiares para determinar os eventos extremos fluviais foram calculados a partir da seguinte equação (NAGHETTINI e MAURO, 2007):

$$X = \frac{(\sum r)}{Nr} \pm \sigma_f$$

**Onde:**

é a soma dos registros de toda a série histórica da sub-região;

Nr é o número de registros;

é o desvio padrão

A adição foi empregada para identificação de limiares dos eventos de inundação e a subtração aos de vazante. Os dados obtidos foram processados em planilhas eletrônicas para obtenção de estatística descritiva e o estabelecimento dos limiares extremos máximos e mínimos. Com o objetivo de comparar a ocorrência de eventos extremos com os desastres naturais reconhecidos pelo Sistema de Proteção e Defesa Civil foram obtidos dados dos reconhecimentos de desastres no município de Iranduba no período de 2015 a 2017.

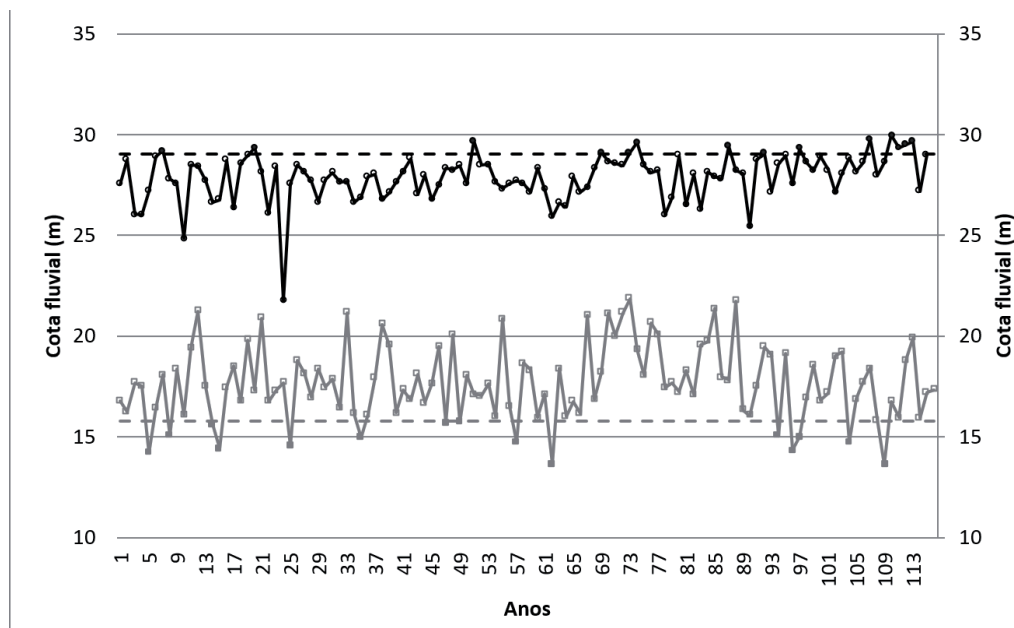
O mapa altimétrico foi elaborado a partir de dados do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM). O processamento ocorreu no software *QGIS 2.18.*, onde se foi consolidado um mapa de calor para identificação das diferentes altimetrias presentes nos terrenos das comunidades da área de estudo.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 OS DESASTRES AMBIENTAIS FLUVIAIS COMO PERIGO NO DISTRITO DE CACAU PIRÊRA

A percepção dos desastres ambientais deve incorporar os aspectos físicos relacionados à ocorrência de desastres. Logo, entender as dinâmicas fluviais do Rio Negro e os aspectos físicos das comunidades é importante ao avaliar as percepções dos moradores de comunidades ribeirinhas.

A estação fluviométrica mais próxima ao distrito de Cacau Pirêra é a do Porto de Manaus. A análise da série temporal das cotas dessa estação permite identificar a ocorrência dos eventos extremos (Figura 2).



**Figura 2** | Cotograma da estação fluviométrica do Porto de Manaus. Fonte: Porto de Manaus (2019).

Fonte: Autores.

A cota limiar de inundação extrema para essa estação foi de 29,03m e para vazante 15,8m. Dessa forma, nessa estação foram identificados quatorze (14) eventos extremos fluviais de inundação e quinze (15) de vazante. No período de 2005 a 2017, quando esses eventos começaram a ser classificados como desastres ambientais, foram contabilizados 5 eventos extremos fluviais de inundação e 2 de vazante.

Os eventos extremos climáticos não ocorrem de forma isolada, eles fazem parte de um padrão maior, tendo conexões com outros lugares e em escala global (DA SILVA DIAS, 2014). De acordo com o IPCC (2007), a mudança climática não pode ser relacionada aos eventos extremos que ocorrem de forma isolada, visto que os extremos ocorrem naturalmente, mas, a persistência de um padrão de tempo da ocorrência desses eventos pode ser atribuída às alterações do clima.

Na região do Rio Negro próximo a Manaus, os eventos extremos de vazante, principalmente os ocorridos nos anos de 2005 e de 2010 (MARENGO et al., 2008; LIBERATO, 2014), causaram o isolamento de várias comunidades ribeirinhas que com a escassez de sua fonte usual de proteínas, principalmente da pesca, enfrentaram grave situação de insegurança alimentar e nutricional. No extremo oposto, a região também foi severamente atingida com eventos extremos de inundação ocorridos nos anos de 2009, 2012, 2013, 2014 e 2015 (MARENGO e ESPINOZA, 2015; ESPINOZA et al., 2014) que geraram grandes prejuízos em diversos municípios da região.

Ao comparar esses dados com o reconhecimento federal dos decretos municipais de situação de emergência ou estado de calamidade pública de Iranduba, se percebe que todos esses eventos extremos identificados no período de 2005 a 2017 foram considerados como desastres pelo Sistema de Proteção e Defesa Civil. Entretanto, a inundação de 2017 que obteve a cota de 29m, não ultrapassando o limiar de normalidade dessa estação, também foi classificada como desastre ambiental pelo sistema. Logo, os eventos fluviais, mesmo dentro da normalidade, podem ser considerados desastres, devido a maior vulnerabilidade socioambiental de determinado segmento da população exposta. Dessa forma, os desastres ambientais fluviais já são considerados um perigo constante para as comunidades ribeirinhas no Distrito de Cacao Pirêra, devido às condições de vulnerabilidade das quais estas populações já estão expostas.

### 3.2 VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO DISTRITO DE CACAU PIRÊRA

Para Souza (2013), o distrito do Cacao Pirêra passa por um processo de urbanização sob o domínio das águas que sofre forte influência do regime hidrológico dos rios. Grande parte da área do distrito de Cacao Pirêra, dada a grande extensão de sua orla fluvial, está localizada em áreas de preservação permanente (APP) que considerada a largura do rio Negro deve corresponder a quinhentos (500) metros a contar do leito regular (BRASIL, 2012).

Dessa forma, sendo áreas protegidas pela legislação florestal (Lei Federal Nº.12.651/2012), a ocupação dessas áreas ocorre de forma irregular. Além da preservação dos recursos, essas áreas têm como uma de suas funções: assegurar o bem-estar das populações humanas (idem). Isso ocorre devido essas áreas serem consideradas como locais de riscos ambientais, principalmente relacionados às inundações e vazantes. Nesse sentido, a gestão efetiva da terra e dos recursos ambientais podem reduzir os riscos socioambientais (UNISDR, 2009).



**Imagem 1** | Visão do Bairro Cidade Nova no Distrito de Cacao Pirêra. Data: 14 de junho de 2017;  
Autor: Guimarães (2017).

Entre os fatores que contribuem para o aumento de vulnerabilidade está a altitude do terreno que essas comunidades estão estabelecidas. A comunidade da Cidade Nova ocupa terrenos com as menores cotas nesse estudo. Esse fator somado à proximidade com o leito principal do rio gera uma maior vulnerabilidade ambiental dessa área. A comunidade de Nova Veneza possui a maior área das comunidades estudadas, com a parte leste possuindo cotas inferiores a 16m. Já a comunidade de São José possui as cotas mais elevadas entre as comunidades analisadas, entretanto, a expansão da comunidade para dentro do rio já coloca parte da população propensa ao risco de inundações. Logo, todas as localidades selecionadas para esse estudo possuem áreas inundáveis com destaque para Cidade Nova e Nova Veneza que possuem a maior parte do seu território nessas áreas de risco (Figura 3).

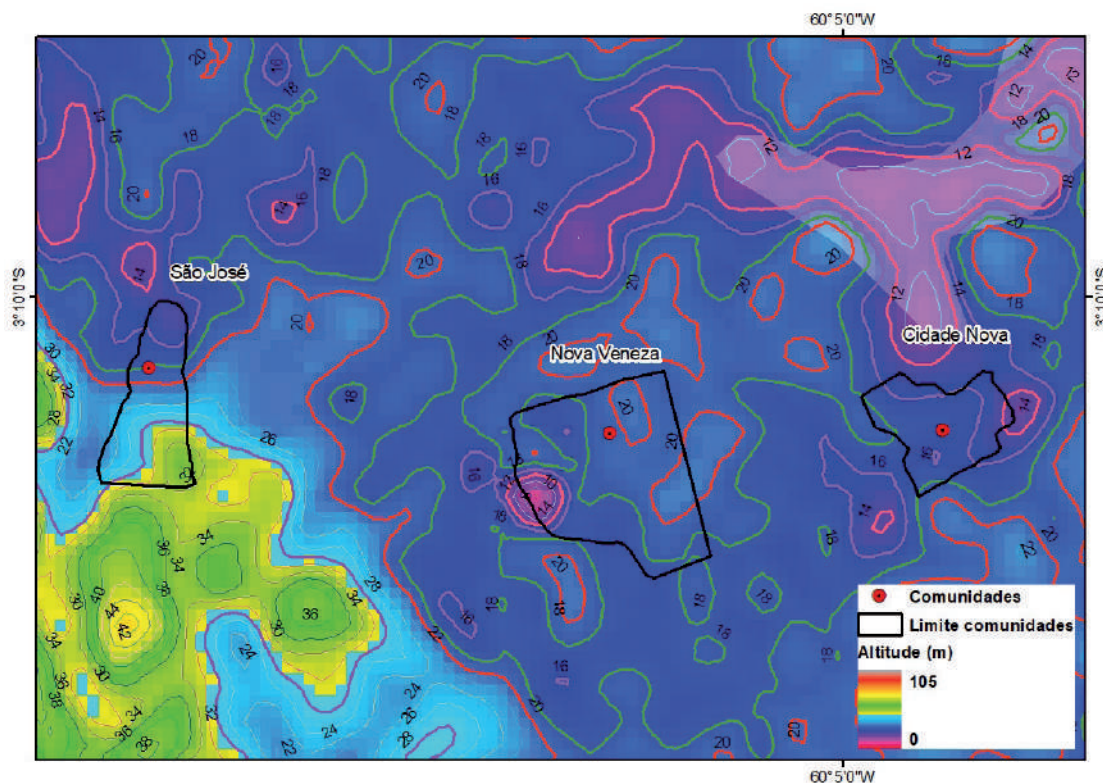


Figura 3 | Mapa de altimetria das comunidades estudadas no Distrito de Cacau Pirêra.

Fonte: Autores

No distrito de Cacau Pirêra, constatou-se que não é necessário que evento atinja a magnitude de evento extremo hidrológico fluvial para que o mesmo seja considerado um desastre ambiental. Esse fato ocorre pelas próprias características topográficas do distrito de Cacau Pirêra que tem uma grande quantidade do seu território constituído de terrenos com baixa altitude.

Ao caracterizar o distrito, Pereira (2006) relata um breve histórico dos bairros estudados nesta pesquisa:

O bairro Cidade Nova é um dos mais antigos e fica mais próximo e ao lado esquerdo do porto, logo após a feira e a área dos flutuantes. Uma parte desse bairro está localizada em terra de várzea, que alaga parcialmente na época da cheia. Os demais bairros estão localizados em terras mais altas. Logo após a Cidade Nova encontramos o loteamento Nova Veneza. O Nova Veneza é uma área recente, que ainda não tem asfalto, energia elétrica e nem água encanada. Já os bairros de São José (Mutirãozinho) e alto Nazaré (Mutirão) estão localizados no km 2 da Estrada Manoel Urbano, estando mais afastados do Porto do Cacau Pirêra (PEREIRA, 2006, p. 110-111).

Em Nova Veneza, assim como em São José, o processo de ocupação teve início em terrenos de cotas mais elevadas, entretanto atualmente parte significativa de seus moradores ocupa cotas semelhantes às da Cidade Nova.

A ocupação irregular de APPs resulta em crescimento urbano não planejado, o que acaba por acentuar os processos de exclusão social, aumentar a violência e a degradação do ambiente, trazendo como consequência desastres ambientais e outras situações que geram prejuízos materiais e que colocam em risco vidas (RIBEIRO et al., 2011). Por vezes, as áreas de risco ambiental são as únicas acessíveis à população de mais baixa renda, por serem muito desvalorizadas no mercado de terras, devido às características de risco e falta de infraestrutura, fato que sobrepõe os riscos e amplifica seus efeitos (TORRES, 2000; ALVES, 2006).

As ocupações irregulares ou ilegais, o assoreamento e poluição dos igarapés, o crescimento da violência, a demanda por mais serviços e infraestrutura – como redes de abastecimento



de água, rede de energia elétrica, construção de escolas e postos de saúde, dentre outras necessidades por equipamentos urbanos – são situações bem comuns na maioria das capitais brasileiras. Essas condições também podem ser observadas nas pequenas cidades da região, como Iranduba e Manacapuru, sobretudo por estarem situadas mais próximas da grande Metrópole, Manaus, acabam também experimentando um crescimento urbano em ritmo acelerado (SOUZA, 2013, p. 47).

Dada sua origem, a vulnerabilidade deve ser estudada a partir de suas condicionantes ambientais e sociais. Assim considerada, em sua dupla face, surge à categoria de vulnerabilidade socioambiental. Essa nova categoria promove a interação entre situações de risco e degradação ambiental (vulnerabilidade ambiental) e situações de pobreza e privação social (vulnerabilidade social) (ALVES, 2006).

### 3.3 A AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL NA ÓTICA DOS AFETADOS POR DESASTRES AMBIENTAIS DE INUNDAÇÃO

As avaliações dos participantes foram categorizadas e agrupadas para a quantificação (Figura 4). A maioria das respostas está ligada a ineficácia das ações do poder público frente aos desastres naturais fluviais.

Na avaliação dos participantes dos três grupos focais, todas as ações de proteção e defesa civil empregadas no Cacau são respostas diante de inundações. Os desastres de inundação são percebidos pelos moradores como os que mais geram implicações às populações do distrito.

Em face aos desastres de inundação e seca, o poder público presta assistência às populações atingidas por meio do Sistema de Proteção e Defesa Civil (SIPDEC). Este sistema está presente nas três esferas de governo (municipal, estadual e federal). Durante as ocorrências, as ações de respostas iniciais são de responsabilidade do município, que quando é confirmada a situação de emergência (SE) ou estado de calamidade pública (ECP), compartilhará a responsabilidade com o Governo Estadual e/ou Federal (AMAZONAS, 2013).

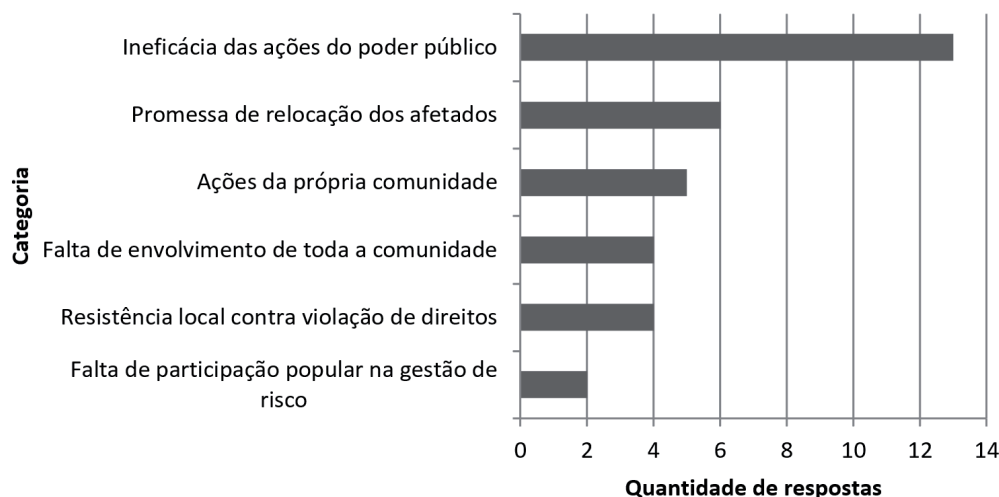


Figura 4 - Avaliação sobre as ações de proteção e defesa civil e reações dos afetados diante dos desastres.

Fonte: Autores

A ineficácia das ações de proteção e defesa civil realizadas no distrito de Cacau Pirêra é desvelada pelos participantes através de respostas, como:

A defesa civil realiza o cadastro antes da cheia, mas não aparece para entregar os kits para a comunidade. A ajuda da Defesa Civil ocorre com a entrega de kits madeira, limpeza, higiênico, remédios, colchão e rancho, quando chega na comunidade (Cidade Nova);



As pontes que são construídas não resolvem o problema da comunidade e possuem péssima qualidade e a distribuição dos kits em 2015 ocorreu após a ocorrência da cheia” (São José);

Não há a entrega de kits pela defesa civil na comunidade Nova Veneza).

Em todos os grupos focais, os participantes relataram os cadastros realizados pela Defesa Civil em parceria com o Governo do Estado do Amazonas para a relocação das comunidades de Cacau Pirêra mais afetadas pelos desastres de inundação para outros locais. Entretanto, essa proposta não se concretizou para a maioria dos afetados:

“Em 2009 e 2012 [anos que ocorreram desastres de inundação] houve a promessa de mudança para outro local mais seguro”; “[Segundo as pessoas que vieram realizar as marcações nas casas] a comunidade não pode fazer reforma nas casas após o cadastro” (Cidade Nova);

“Fizeram o credenciamento das casas e fotografaram” (Nova Veneza);

“Poucos moradores das áreas de risco foram contemplados com o Minha casa, minha vida” (São José).

A promessa de realocação das pessoas afetadas por desastres de inundação no distrito de Cacau Pirêra também foi presente na avaliação dos participantes. Em todas as comunidades houve relatos sobre a existência do credenciamento de residências no Distrito de Cacau para a realocação em outras comunidades. Alguns participantes relataram que algumas famílias não fizeram reformas nas casas para não perder o benefício. Na comunidade de São José, os participantes relataram que as famílias foram informadas de que receberiam casas no Conjunto Habitacional Maria Zeneide que faz parte do Programa Federal “Minha Casa, Minha Vida”, localizado na Avenida da Cidade Universitária da UEA em Iranduba. Entretanto, poucos moradores foram contemplados com essas residências.

Outro fato ligado a ineficácia das ações da Defesa Civil está relacionado aos tipos de ações realizadas pelo órgão. Os moradores ressaltam a má qualidade das pontes construídas nos desastres de inundação. Além disso, a partir das respostas dos participantes foi possível verificar que as ações realizadas pelo órgão municipal de proteção e defesa civil são ligadas exclusivamente a respostas emergenciais frente aos desastres. Logo, a atuação do órgão municipal continua a perpetuar uma visão reativa dos desastres e não de planejamento para a redução da vulnerabilidade da população. Nesse aspecto, a maior preocupação dos diferentes entes do sistema está ligada, predominantemente, na execução de procedimentos padrões na fase de resposta ligados à coordenação do cenário e preenchimento de requerimentos burocráticos (VALÊNCIO, 2010).

Uma ação realizada pelos comunitários é a elevação das residências que têm relação direta com medidas adaptativas. Os participantes de Nova Veneza relataram que os custos estimados para essas ações chegam a R\$ 15.000,00. As próprias “marombas”, como são denominados os assoalhos provisórios mais elevados construídos para abrigar móveis e eletrodomésticos acima da linha d’água, também são realizados a partir de recursos próprios. Outra mobilização percebida na comunidade é a mudança do calendário escolar em desastres ambientais de inundação, já que os prédios das escolas também ficam inundadas. Essas mudanças também foram identificadas no Distrito de Terra Nova em Careiro da Várzea (GUIMARÃES et al., 2017).

Diante da ineficácia das ações de proteção e defesa civil em Cacau Pirêra, os próprios moradores desenvolveram uma série de ações emergenciais da própria comunidade diante dos desastres de inundação, ou seja, adotaram resposta que podem ser consideradas adaptações autônomas (GRÜNEIS et al. 2016) às situações de maior risco hidrológico.

Na emergência deflagrada pela ocorrência dos desastres, as populações locais e suas organizações se mobilizam para responder e tentar reduzir os riscos desses eventos, elas mesmas. Com a falta de

ambulâncias fluviais no posto de saúde do distrito, os próprios comunitários se organizam para levar os moradores para atendimentos médicos de urgência nas inundações. Algumas organizações locais se mobilizam para prestar ajuda humanitária a essas populações, como é caso da Igreja Católica, por meio da Comunidade de Sant'Ana. Outro tipo de ação realizada pelos comunitários é a adaptação das residências frente a maior frequência das inundações (Imagem 2). Como forma de resistir aos eventos de inundação, os moradores tendem a elevar a altura do assoalho das casas.

Ao mesmo tempo em que os participantes reconhecem a omissão e a falta de envolvimento da comunidade em ações para a garantia de direitos, eles relatam a resistência das populações locais contra a violação de direitos das pessoas afetadas pelos desastres. Os participantes em Nova Veneza relataram que “poucos comunitários fazem as cobranças”, na Cidade Nova os participantes também informaram que “não há engajamento da comunidade”. A fraca adesão dos comunitários aos movimentos e ações reivindicatórias pode ter relação com o fato de que não acreditarem mais nas transformações de suas realidades diante de todos os descasos do poder público com a comunidade.



**Imagem 2** | Palafita na comunidade Cidade Nova. Data: 16 de outubro de 2017.

*Autor: Guimarães (2017).*

Entretanto, ao mesmo tempo, os moradores afetados apresentam diversas iniciativas que surgem na própria comunidade para o enfrentamento das diversas violações de direitos, elucidadas em algumas falas: “Há a reivindicação dos moradores para a garantia de direitos” e “a comunidade realiza manifestações”. A atuação de organizações locais como a Associação Comunitária de Cacau Pirêra, Associação de Mulheres Jasmin e o Movimento para a Emancipação Política de Cacau Pirêra revelam que a luta pela garantia dos direitos coletivos neste distrito são sinais claros de haver resistência e mobilização por justiça ambiental (ACSELRAD, 2015). Esses movimentos já mobilizaram o distrito para realizar manifestações e pautam outros espaços políticos formais, como: audiências públicas, conselhos de direitos e políticas públicas e outros projetos sociais destinados às comunidades.

Uma dessas manifestações ocorreu no ano de 2017 que, entre suas pautas, trouxe a falta de ações do poder público municipal diante dos desastres ambientais de inundação (Figura 3).



**Imagem 3 |** Manifestação nas do distrito de Cacau Pirêra, Iranduba/Amazonas. Data: 23 de junho de 2017.

*Autor: Guimarães (2017).*

A indignação da população com a inoperância das agências públicas é explicitada também na percepção dos mesmos sobre a falta de participação popular na gestão de riscos no município de Iranduba. Essa avaliação é decorrente, de acordo com os participantes, com a falta de comunicação com a Defesa Civil que não possui espaços de comunicação direta com a comunidade ou integração dos mesmos nos processos de gestão de risco.

A ausência de espaços de comunicação e a baixa participação dos moradores na gestão de riscos do Distrito de Cacau Pirêra revelam a atuação ainda reativa e tecnicista das agências públicas no gerenciamento dos desastres. Quando a atuação da defesa civil é pautada pela abordagem tecnicista, os agentes da defesa civil tendem relacionar a ocorrência de desastres com a ignorância das pessoas afetadas, pautando seus trabalhos na lógica que a população deve ser esclarecida sobre os riscos do local, desconsiderando as desigualdades socioambientais, fatores fundantes deste processo (VALÊNCIO, 2010). Desse modo, a abordagem tecnicista:

“[...] reforça o processo de vulnerabilização, isto é, a relação sociopolítica de violência que esgarça o direito do outro e, no bojo da qual, o projeto de bem-estar de parte da nação nutre-se do mal-estar provocado à parte restante” (VALÊNCIO, 2014).

A prática em culpar os próprios atingidos pela ocorrência dos desastres ambientais é um discurso defensivo e falseado, que reflete a negligência das organizações do poder público e da sociedade no enfrentamento da degradação socioambiental a que as populações afetadas estão sujeitas. Culpá-las pela situação de vulnerabilidade em razão de suas características socioculturais que envolvem sua permanência nessas áreas é reproduzir a noção de que a desigualdade social, assim como as inundações, são fatos “naturais” e não produzidos pela sociedade.

A ineficácia da atuação pública também resulta da baixa capacidade de resposta do sistema local agravada pela fragilização de estrutura física e humana da COMPDEC de Iranduba. A mesma possui apenas cinco funcionários em seu quadro de servidores para o atendimento de todo o município de Iranduba. O executivo municipal não conseguiu compreender ainda a importância de fortalecer esforços para a redução dos riscos ambientais das populações, por meio de ações de proteção e defesa civil.

Dessa forma, a uma abordagem preventiva no gerenciamento desses desastres fluviais requer uma ação efetiva que reduza as vulnerabilidades socioambientais das populações em risco do Distrito de Cacau Pirêra.

Há necessidade de modificações nos sistemas socioecológicos que conduza as populações a um novo padrão de qualidade de vida, com a oferta de serviços públicos e infraestruturas urbanas apropriadas às condições de maior risco hidrológico. A garantia do aumento da resiliência dessas populações surge como um dos meios para se atingir a sustentabilidade (VEIGA, 2014).

Para tanto, os governos devem investir mais esforços em estratégias transversais de adaptação como forma de minimizar os impactos dos desastres naturais de cheia e seca. Ainda assim, os investimentos públicos para a adaptação das comunidades humanas na Amazônia ainda são praticamente nulos, mesmo reconhecendo a importância da proteção deste bioma (MAY e VINHA, 2012), bem como a intensificação de extremos do fluxo de rio Amazonas provocada pela mudança climática (IPCC, 2014).

Para Pinheiro (2011), o distrito de Cacau Pirêra representa de diversas formas uma realidade de extrema desigualdade social que vive os diversos interiores amazônicos. O enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais decorreria de estratégias de governança com participação efetiva e ativa das populações vulneráveis em espaços políticos formais (PORTO, 2011).

### 3.4 PERCEPÇÃO DE RISCO AOS DESASTRES AMBIENTAIS FLUVIAIS

Para além da vulnerabilidade determinada pelos fatores físicos, é necessário o entendimento das implicações socioambientais às quais as populações estão expostas em decorrência de desastres fluviais. Nesse sentido, os participantes percebem uma série de implicações socioambientais inerentes às inundações.

As principais dificuldades evidenciadas pelos participantes foram a dificuldade de mobilidade, o aumento da evasão escolar, a falta de respostas da defesa civil e aumento do ataque por animais. Essas dificuldades foram percebidas pelos participantes dos três grupos focais tanto para os desastres de inundação como de vazantes extremas.

Nos desastres de inundação, a mobilidade da população fica comprometida e, muitas vezes, as pessoas têm que se deslocar por dentro do rio ou pedir ajuda de vizinhos que possuem canoas para realizar sua mobilidade. No grupo focal da comunidade da Cidade Nova, o seguinte relato evidencia essa situação:

“Quando a cheia [inundação] é muito grande e a gente tem que ir para o trabalho, levamos a nossa roupa dentro de uma sacola, entramos na água e trocamos de roupa assim que chegamos na terra firme em um banheiro público ou na casa de algum conhecido”.

Os eventos extremos hidrológicos fluviais de vazante e cheia geram transtornos para o deslocamento dos alunos das escolas nas comunidades ribeirinhas na região amazônica (GLÓRIA, 2012, p.33; GUIMARÃES et al., 2017). No distrito urbano de Cacau Pirêra, o aumento da evasão escolar parece estar ligada somente à ocorrência de períodos de inundação. Nas inundações, por falta de recursos e como forma de prevenir acidentes, como afogamento de crianças, também percebido pelos participantes, muitos pais não permitem que os filhos menores frequentem as aulas. Outro perigo percebido pelos participantes foi o ataque de animais peçonhentos e perigosos, como cobras e escorpiões, e até mesmo de jacarés, relatados pelos os participantes como comuns nesse período.

Os participantes relatam a não responsividade da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Iranduba frente aos desastres de inundação no Distrito de Cacau Pirêra. Informaram que a cada ano, embora sejam realizados cadastros das pessoas que residem em áreas inundáveis, de forma recorrente, os kits de ajuda humanitária não são entregues às populações afetadas do distrito.



Em duas comunidades, os participantes relataram a existência de cheias mais intensas nos últimos anos, onde ocorreram desastres. Na comunidade da Cidade Nova, mais próxima do leito principal do rio, foram relatados os prejuízos gerados pelas correntezas nos desastres de inundação. Foram citados os danos à estrutura das residências e aos móveis e eletrodomésticos atingidos pela inundação.

Na comunidade de Nova Veneza, os participantes relataram dificuldades na pesca decorrente da inundação. Em duas comunidades, Cidade Nova e Nova Veneza, foi relatado o aumento de furtos. Esses crimes ocorrem nas inundações, porque alguns comunitários alugam ou vão para casas de familiares para não sofrerem os principais impactos desses desastres e acabam tendo suas residências violadas e furtadas. O aumento da violência no Distrito pode estar associado ao processo de conurbação que se intensificou nos últimos anos, com construção da ponte sob o Rio Negro que liga Manaus, a capital do estado, aos municípios de Iranduba e Manacapuru (SOUZA, 2013, p. 180).

Mesmo que significativa parte das implicações percebidas pelos participantes não possua uma ligação exclusiva com os desastres de inundação, a ausência dos serviços básicos do Estado tende a potencializar os efeitos dos desastres ambientais fluviais, gerando mais sofrimento social às populações que vivem em áreas de risco. Esse fato revela o processo de injustiça ambiental que essas populações vivem. Logo, para além de vulneráveis esses grupos sociais são vulnerabilizados pela negação de seus direitos básicos (ACSELRAD, 2015).

Para Porto (2011), as pessoas em situação de vulnerabilidade já vivenciam um “desastre cotidiano” em meio às condições precárias de vida, o que pode ser intensificado na ocorrência de desastres ambientais.

O abastecimento de água potável no distrito de Cacau Pirêra funciona de forma precária e se agrava na presença de eventos de inundação, visto que a encanação fica submersa, levando a população a utilizar a água do próprio rio que acaba sendo contaminada pelo esgotamento sanitário das residências. Os problemas de saúde decorrentes de contaminações da água por resíduos urbanos e vetores exultam na alta taxa de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarreicas, etc. (BRASIL, 2012b; BARCELLOS et al., 2009).

Os perigos exclusivos dos desastres de vazantes extremas são pouco percebidos pelos participantes. A principal implicação socioambiental percebida na pesquisa nas comunidades de São José e Cidade Nova foram as queimadas. A poluição causada pela fumaça pode ter como consequência o desenvolvimento de doenças respiratórias, como relatado em São José. Na comunidade da Cidade Nova, os participantes apontaram o aumento do risco das viagens fluviais durante o período de vazante decorrente da formação de bancos de areias nos cursos dos rios.

As implicações relacionadas às vazantes podem não ser tão percebidas pelos participantes pela não dependência exclusiva deles das águas de superfície. Por ser um distrito com características marcadamente urbanas, os moradores não têm como principais atividades a caça, a pesca e nem mesmo utilizam os rios como principal forma de deslocamento para outros locais.

Algumas implicações estão ligadas tanto aos eventos de inundação quanto aos de vazante. Tanto nos desastres de inundação como de vazante as implicações socioambientais mais citadas foram a ausência de ações do poder público quanto ao acesso e à qualidade dos serviços públicos de saneamento ambiental e transporte público, principalmente.

Outra importante implicação citada nos grupos foi à presença de doenças de veiculação hídrica, principalmente nos desastres de inundação. Essas doenças têm relação direta com outras respostas conferidas pelos participantes, como a ausência de saneamento básico, a disposição inadequada de resíduos sólidos e outras fontes de poluição, que foram percebidos como implicações inerentes às inundações por todos os grupos, bem como a falta de água potável. De acordo com os participantes, essas doenças atingem principalmente as crianças que apresentam sintomas de vômitos e diarreias.



A dificuldade de transporte fluvial também foi lembrada pelos participantes. Em todos os grupos, essa implicação foi lembrada como ligada às inundações. Somente a comunidade de Nova Veneza relacionou a dificuldade dos transportes também com os eventos de vazante. Apesar da existência da ponte sobre o rio Negro, a população do distrito utiliza com muita frequência o transporte fluvial por barcos rápidos realizado por uma cooperativa de transporte. A presença de fortes vazantes impede que as embarcações cheguem até o porto, sendo necessário deslocar o embarque e desembarque para outros locais e fretar um micro-ônibus para fazer o traslado dos passageiros, do porto do Cacaú até esse local provisório.

Quando comparada a quantidade de implicações socioambientais por comunidade, em Nova Veneza os participantes apresentaram um maior número de problemas socioambientais, vinte e dois (22), sendo que a maior parte deles, dezesseis (16), ligados à inundações. Entretanto, a comunidade que mais percebeu as implicações socioambientais dos desastres de vazante foi a Cidade Nova com a percepção de oito (8) implicações socioambientais nesses eventos.

Ao analisar a quantidade de implicações relacionadas aos dois tipos de desastres percebe-se que os participantes sentem com maior intensidade as ligadas às inundações, trinta e nove (39) indicações, do que as de vazantes, dezoito (18). Dessa forma, as inundações são percebidas como os desastres ambientais fluviais que possuem maior risco no Cacaú Pirêra.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos do aquecimento global já começam a ser sentidos pelas populações ribeirinhas, por meio da maior frequência de eventos extremos fluviais e outros eventos próximos aos limiares de normalidade que acabam gerando desastres ambientais fluviais.

No Distrito de Cacaú Pirêra, já fragilizado por processos de fragmentação e marcado pela ineficácia das ações do poder público, os desastres ambientais fluviais acabam por potencializar as vulnerabilidades socioambientais existentes nesse território. Os desastres de inundações produzem mais implicações socioambientais às comunidades do distrito se comparados às vazantes.

Em meio às vulnerabilidades existentes no Distrito, a resistência das comunidades como forma de enfrentamento aos problemas socioambientais locais é um importante aspecto para a conquista de direitos com e para essas populações. O poder público deve considerar a participação de representantes das organizações de Cacaú Pirêra, e de outros locais, em processos de governança participativa na gestão de riscos.

Em razão das mudanças climáticas, é esperado um aumento na frequência e na intensidade de inundações e vazantes extremas na Amazônia, o que resultará em um cenário futuro de maior risco de desastres fluviais. Diante desse contexto, tornar-se urgente o planejamento e a implementação de ações de políticas públicas de adaptação para as populações ribeirinhas tanto rurais quanto urbanas, respeitando suas especificidades e entendendo a complexidade de fatores que as tornam vulneráveis.

Diante da alta vulnerabilidade socioambiental que a população do Distrito de Cacaú Pirêra possui, potencializada pelo perigo dos desastres ambientais fluviais de seca e inundações na região e acrescida pela ausência ou ineficácia das respostas do poder público podemos concluir que é alto o risco socioambiental existente nesse local. Logo, há a necessidade de se pensar em estratégias estruturais e estruturantes para a gestão dos riscos de desastres nesse distrito e em outras comunidades ribeirinhas expostas às mesmas condições.

Ao se estudar os desastres ambientais fluviais na região não se pode analisar o processo de ocupação e vulnerabilidade das comunidades ribeirinhas de forma isolada. É necessário compreender que os

desastres ambientais fluviais suscitam questões que abrangem as dimensões ambientais e sociais, ou seja, todo o sistema socioecológico. A busca pelos objetivos do desenvolvimento sustentável na Amazônia passa pela adaptação às mudanças climáticas o que requer conhecimentos interdisciplinares oriundos de diálogos entre as ciências da terra e atmosfera, bio ecológicas, sociais, políticas e econômicas, e que tais objetivos estejam presentes nas agendas políticas locais e regionais. Logo, estudos mais abrangentes são cruciais para se pensar estratégias adaptativas estruturais e estruturantes para as populações ribeirinhas dessas áreas vulneráveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana. **O Social em Questão-Ano XVIII**, n. 33, 2015.

ALVES, H. P. da F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana. *Revista brasileira de estudos populacionais*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun., 2006.

AMAZONAS (DEFESA CIVIL). **Riscos e Desastres Naturais em Manaus**. 2013. 33 f.

ANDRADE, M. M. N., SZLAFSZTEIN, C. F. Vulnerability assessment including tangible and intangible components in the index composition: An Amazon case study of flooding and flash flooding. **Science of The Total Environment**, v. 630, p. 903-912, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.271>.

BARCELLOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.

BARICHIVICH, Jonathan et al. Recent intensification of Amazon flooding extremes driven by strengthened Walker circulation. **Science advances**, v. 4, n. 9, p. eaat8785, 2018.

BRASIL. Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010. Regulamenta a Medida Provisória nº 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências. **Congresso Nacional**: Brasília. 2010.

BRASIL. Lei 12.652, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Congresso Nacional**: Brasília. 2012.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012** / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2012b.

COÊLHO, A. E. L. Percepção de risco no contexto da seca: um estudo exploratório. **Psicologia para América Latina**, n. 10, 2007.

DA SILVA DIAS, M. Assunção Faus. **Eventos climáticos extremos**. Revista USP, n. 103, p. 33-40, 2014.

ESPINOZA, J.C.; MARENGO, J.A.; RONCHAIL, J.; MOLINA, J.; NORIEGA, L.; GUYOT, J.L. **The extreme 2014 flood in South-Western Amazon basin**: the role of tropical-subtropical South Atlantic SST gradient. *Environ. Res. Lett.* 9: 124007, doi: 10.1088/1748-9326/9/12/124007. 2014.

FERREIRA, D., ALBINO, L. FREITAS, M. J. C. C. Participação popular na prevenção e enfrentamento de desastres ambientais: resultado de um estudo piloto em Santa Catarina, Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, 2(47E):1-17. 2011.

FRAXE, T.J.P. **Homens anfíbios**: etnografia de um campesinato das águas. São Paulo Annablume; Fortaleza: Secretaria de Desporto do Governo do Estado do Ceará. 192p. 2000.

GLÓRIA, S. A. **Estudos hidrológicos como subsídio para a melhoria do acesso dos alunos do ensino fundamental às escolas ribeirinhas na bacia do Tarumã-mirim, Manaus/AM**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas. 2012.

GUIMARÃES, D. F. S.; PEREIRA, H. P.; VASCONCELOS, M. A.; SILVA, S. C. P.; NASCIMENTO, A. C. L.; SILVA, M. A. P. **Os impactos dos eventos extremos na assiduidade dos alunos no distrito de Terra Nova, Careiro da Várzea/AM**. In: *ENANPPAS 2017 - VIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade*. Natal, RN. 2017. Disponível: <http://icongresso.anppas.itarget.com.br/anais/index/resultado/index/index/cc/2>. Acessado em: 25 jan. 2018.

HO, M., SHAW, D., LIN, S., CHIU, Y. **How Do Disaster Characteristics Influence Risk Perception?**. *Risk Analysis*, 28 (3): 635-643. 2008. doi:10.1111/j.1539-6924.2008.01040.x

HUMMELL, B. M.L., CUTTER, S. L., EMRICH, C.T. Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. *Int J Disaster Risk Sci*, 7 (2) : 111. 2016. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0090-9>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2014.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change, 2007: the physical science basis (summary for policymakers)**. Gênova: IPCC Secretariat, 2007. 18p.

International Strategy for Disaster Risk Reduction – UNISDR. **UNISDR terminology on disaster risk reduction**. Geneva. 2009. Acesso em: 12 de jan. 2017. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/eng/terminology/terminology-2009-eng.html>>.

LIBERATO, A. M. **Estudo de Eventos Climáticos Extremos na Amazônia Ocidental e seus Impactos na Hidrovia Rio Madeira**. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina grande. Campina Grande, 2014. Disponível em: [http://dca.ufcg.edu.br/posgrad\\_met/teses/AiltonMarculinoLiberato\\_2014.pdf](http://dca.ufcg.edu.br/posgrad_met/teses/AiltonMarculinoLiberato_2014.pdf). Acessado em: 05 jan. 2018.

MARENGO J.A., Nobre C.A., Tomasella J., Cardoso M.F., Oyama M.D. **Hydro-Climatic and Ecological Behaviour of the Drought of Amazonia in 2005**. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 363:1773-1778. 2008.

MARENGO, José Antonio; ESPINOZA, J. C. **Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts**. *International Journal of Climatology*, v. 36, n. 3, p. 1033-1050, 2016.

MATTEDI, M. **Dilemas e perspectivas da abordagem sociológica dos desastres naturais**. *Tempo Social*, vol. 29 (3), 2017. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/111685>. Acesso em: 11 mar. 2019.

MAY, P. H. VINHA, V. da. Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: o papel do investimento privado. **Estudos Avançados**, vol. 26 (74), 2012.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. **Hidrologia estatística**. CPRM, 2007.

PEREIRA, H. A. **Fronteiras da vida: o tradicional e o moderno no Cacau Pirêra/Iranduba** - Manaus: UFAM, 2006. 201 f.; il.

PEREIRA, H.; TORRES, I. C. A imagem da cidade: cotidiano, sonhos e utopias dos moradores do Cacau Pirêra-Iranduba (AM). **Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos**, [S.l.], v. 8, n. 1, p. 25-42, jun. 2012. ISSN 2316-4123. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/somanlu/article/view/317>>. Acesso em: 27 fev. 2018. doi: <https://doi.org/10.17563/somanlu.v8i1.317>.

PEREIRA, H. P.; VASCONCELOS, M. A.; GUIMARÃES, D. F. S.; SILVA, S. C. P.; NASCIMENTO, A. C. L.; SILVA, M. A. P. Mortandade de espécies arbóreas causadas por eventos climáticos extremos em áreas inundáveis da Amazônia Central. In: **ENANPPAS 2017** - VIII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Natal, RN. 2017. Disponível: <http://icongresso.anppas.itarget.com.br/anais/index/resultado/index/index/cc/2>. Acessado em: 25 de jan. 2018.

PINHEIRO, H. A. POLÍTICAS PÚBLICAS, URBANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NA AMAZÔNIA. In: **V Jornada Internacional de Políticas Públicas**. 23 a 26 de agosto de 2011. São Luís. 2011. Disponível em: [http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2011/CdVjornada/JORNADA\\_EIXO\\_2011/QUESTAO\\_AMBIENTAL\\_DESENVOLVIMENTO\\_E\\_POLITICAS\\_PUBLICAS/POLITICAS\\_PUBLICAS\\_URBANIZACAO\\_E\\_DESENVOLVIMENTO\\_NA\\_AMAZONIA.pdf](http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2011/CdVjornada/JORNADA_EIXO_2011/QUESTAO_AMBIENTAL_DESENVOLVIMENTO_E_POLITICAS_PUBLICAS/POLITICAS_PUBLICAS_URBANIZACAO_E_DESENVOLVIMENTO_NA_AMAZONIA.pdf). Acessado em: 02 jan. 2018.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. ATLAS Brasil. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/dam/brazil/docs/IDH/undp-br-ranking-idhm-2010.pdf>. Acesso: 30 jan. de 2018.

PORTO DE MANAUS. Níveis Máximo e mínimo. <https://www.portodemanaus.com.br/?pagina=niveis-maximo-minimo-do-rio-negro>. 2019.

PORTO, M. F. de S. Complexidade, processos de vulnerabilização e justiça ambiental: um ensaio de epistemologia política. **Revista crítica de ciências sociais**, n. 93, p. 31-58, 2011.

RIBEIRO, A. S., do AMARAL, F. O. M., SILVA, J. M., Jr, COSTA, L. A., & OLIVEIRA, V. F. M. In A. S. Ribeiro (Coord.), **Cidade Sustentável, bem-estar para todos: uso e ocupação do solo e seus impactos ambientais** (p. 25). Palmas: Ministério Público do Estado do Tocantins. 2011. Disponível em: <<https://athenas.mpto.mp.br//athenas/CMS/download/2014/01/20/cartilha-cidade-sustentavel/>>. Acessado em: 18 de jan. 2017.

ROCHA, D.; DEUSDARÁ, B. Análise de Conteúdo e Análise do discurso: aproximações e afastamentos na (re) construção de uma trajetória. **Revista ALEA**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 305-322, 2005.

ROSA, T. S. MALUF, R. Populações vulnerabilizadas e o enfrentamento de eventos climáticos extremos: estratégias de adaptação e de mitigação. **Boletim da sociedade de economia ecológica**. Edição especial, nº 23/24. Jan-Ago, 2010.

SAITO, S. M.; SORIANO, E.; LONDE, L. de. R. **Desastres naturais**. In: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. Sensoriamento Remoto para desastres. São Paulo: Oficina de textos, 2015.

SOUZA, Isaque dos Santos. **A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus: adequações no espaço urbano-regional à reprodução do capital**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, I. S. Estado e capital na reestruturação da borda sul da Região Metropolitana de Manaus. In: Schor, Tatiana e Santana, Paola Verri. (Org.). **Dinâmica Urbana na Amazônia Brasileira**. 1ed. Manaus: Valer, CNPq, Fapeam, 2015, v. II, p. 39-58.

STERNBERG, H. O. R. **A Água e o Homem na Várzea do Careiro**. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 1998.

TORRES, H.G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H.G. e COSTA, H. (Org.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Senac, 2000. p. 53-73.

VALÊNCIO, N. F. L. da S. Disasters: technicism and social suffering. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3631-3644, 2014.

VALÊNCIO, Norma. **Desastres, ordem social e planejamento em defesa civil: o contexto brasileiro**. *Saúde e Sociedade*, v. 19, n. 4, p. 748-762, 2010.

VAUGHN, S.; SCHUMM, J. S.; SINAGUB, J. **Focus group interviews in education and psychology**. California: Sage Publications. 1996. 174 p.

VEIGA, J. E. O âmago da sustentabilidade. In: **Estudos Avançados**, v. 28 (82), p. 7-23, 2014.

WITKOSKI, A. C. **Terras, florestas e águas de trabalho: os camponeses amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais**. São Paulo: Annablume, 2010.



# Management of water resources in semi-arid: assessment of the drinking water supply in rural communities of Chapada do Apodi-RN

*Gestão dos recursos hídricos no semiárido: avaliação do  
abastecimento de água para consumo humano nas  
comunidades rurais da Chapada do Apodi-RN*

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho<sup>a</sup>

Alana Ticiane Alves do Rêgo<sup>b</sup>

Anderson Rodrigues da Silva Lunes<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Pau dos Ferros,  
Pau dos Ferros, RN, Brasil.

E-mail: [jorge.filho@ufersa.edu.br](mailto:jorge.filho@ufersa.edu.br)

<sup>b</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Pau dos Ferros,  
Pau dos Ferros, RN, Brasil.

E-mail: [alana\\_ticiane10@hotmail.com](mailto:alana_ticiane10@hotmail.com)

<sup>c</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Pau dos Ferros,  
Pau dos Ferros, RN, Brasil.

E-mail: [anderson\\_lunes@hotmail.com](mailto:anderson_lunes@hotmail.com)

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24398

Received: 30/04/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE- DOSSIER

## ABSTRACT

Water is a natural resource, present in metabolic processes of living beings, which has been used for various purposes, especially human consumption. This study aimed to evaluate the system of supply and the quality of water for human consumption in rural communities of Chapada do Apodi, RN. The methodology consisted of identifying and evaluating the supply system as well as the quality of the water from the environmental perception and physical-chemical and biological analyses in water. Electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen, and Total Residue showed standards required for human consumption according to values presented by current legislation. On the other hand, the results for pH parameters, total coliforms, and coliforms *Escherichia coli* type termotolerantes showed disagreement in accordance with the laws concerning the limits established for water bodies of water intended for human consumption. The infrastructural conditions of water supply systems, as well as the physical and chemical parameters of untreated water, were considered unsatisfactory.

*Keywords: Traditional rural communities. Water supply. Domestic consumption of water. Waterborne diseases.*

## RESUMO

A água é recurso natural, presente em processos metabólicos dos seres vivos, que vem sendo utilizada para diversos fins, em especial o consumo humano. O estudo objetivou avaliar o sistema de abastecimento e a qualidade da água para consumo humano das comunidades rurais da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte. A metodologia constou de identificação e avaliação do sistema de abastecimento a partir da percepção ambiental e de análises físico-químicas e biológicas na água. Os dados de condutividade elétrica, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido apresentaram padrões aceitáveis para o consumo humano de acordo com valores apresentados pela legislação vigente. Em contrapartida, os resultados encontrados para os parâmetros de pH, coliformes totais e coliformes Termotolerantes do tipo *Escherichia coli* apresentaram discordância com a legislação para corpos hídricos de águas doces destinados ao consumo humano. Podem-se considerar como insatisfatórias as condições de infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água e os parâmetros físico-químicos da água sem prévio tratamento.

*Palavras-chave: Comunidades rurais tradicionais. Abastecimento de Água. Consumo Doméstico de Água. Doenças de Veiculação Hídrica.*

## 1 INTRODUCTION

Water is an important natural resource and it is present in most metabolic processes of living beings, constituting an element of vital importance for their survival. Depending on its quality, it can be used for various purposes, such as human consumption, agricultural and livestock activities, electricity generation, waterway transportation, industrial use, fishing and aquaculture, tourism and leisure (DERÍSIO, 2012). These multiple uses can result in changes in the physicochemical and biological characteristics of water through processes of pollution and/or contamination, causing social, economic, political, environmental, ecological and health-related consequences.

This natural resource is used worldwide, but it becomes particularly relevant in semi-arid regions, due to its climate specificities. In the case of the Brazilian Northeast, strategies concerning water resources management is notorious, since such resources are ultimate for territorial planning. From the perspective of multiple uses of water resources, Chapada do Apodi has been adopting an economic model based on the implementation of irrigated perimeters, which facilitate access to water resources.

Chapada do Apodi spreads across the states of Ceará and Rio Grande do Norte, surrounding the cities of Apodi, Baraúna, Felipe Guerra, and Governor Dix-Sept Rosado, in the state of Rio Grande

do Norte, and Alto Santo, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Quixeré and Tabuleiro do Norte, in the state of Ceará (PINTO et al., 2016).

The agricultural production model based on irrigated perimeters in Chapada do Apodi is a prevalent practice in agribusiness, which according to Rigotto and Teixeira (2009), has consequences related to work, environment and health: land concentration and population displacement; violence; food safety risks; social changes; imposition of new habits; formation of rural slums; intensive use of mechanization; use of fertilizers and pesticides; precarious working relations and conditions; non-compliance with labor legislation; intensification of work; health-risk exposure; reduction of biodiversity and environmental services; soil degradation; high water consumption; air contamination; water pollution; exposure of workers and surrounding communities to pesticides.

Because of the aforementioned scenario of agricultural production, Chapada do Apodi has been the object of scientific studies with several approaches: workers' conditions (SAMPAIO; LIMA; FREITAS, 2011); public health, land concentration, environmental, social and political-related issues (RIGOTTO, 2011), and pesticides (CARNEIRO; RIGOTTO; PIGNATI, 2012). However, these studies are particularly focused on the limits of Chapada do Apodi in the state of Ceará, therefore further investigation in Rio Grande do Norte is needed.

The relevance of the present study accounts for the lack of scientific studies in Chapada do Apodi/RN. It is, therefore, urgent to address environmental problems in the region, which are related to the early stages of the implementation of Santa Cruz do Apodi Irrigated Perimeter and the establishment of agricultural companies. Such issues impact on environmental quality, especially water resources, as they are an indispensable natural element for this economic sector and also necessary for regional human development.

In Brazil, several studies on water supply have been developed, especially: Amaral et al. (2003), Araújo et al. (2011), Bortoli et al. (2018), Brum et al. (2016), Cavalcante (2014), Giatti (2007), Lemos (2003), Medeiros, Lima e Guimarães (2016), Moraes et al. (2017), Pessôa (2013), Pinto Filho et al. (2018), Quesado Júnior et al. (2008), Soares et al. (2018) e Souza et al. (2016). However, similar studies have not yet been conducted in Chapada do Apodi/RN, being important for providing data on local environmental sanitation, which will allow to inhibit, or prevent the occurrence of diseases.

Taking that into account, it is relevant to investigate the water supply system for human consumption in the communities of Chapada do Apodi/RN, since it is a scenario in the Brazilian semi-arid region with deficiencies in environmental sanitation conditions, climate specificities and agroindustrial influence. An investigation of this context can be carried out through environmental perception, which is a kind of approach that considers the representations a population has about their environment (DEL RIO; OLIVEIRA, 1996) and, through the monitoring of water, looking at changes in its quality characteristics which might result from anthropic activities and natural phenomena (TUCCI, 2006). Following such investigative approach, it is possible to identify the relations between environmental conditions and population.

This study aims to identify the environmental perception of the local population, for it is considered as an instrument that sheds light on the understanding about the interrelationships between society and the environment (MELAZO, 2005). In addition to that, water monitoring will be administered, with the objective to verify whether legal standards of water quality are being obeyed, as well as to identify what is being changed, and to understand the reasons that justify such changes (TUCCI, 2006).

In this perspective, in addition to the environmental perception data, water monitoring is likewise necessary to reduce the pressure of anthropogenic degradation on aquatic ecosystems, as it allows to know the conditions of adaptability of the environment and the loads of polluting agents,

enabling the aid of planning when it comes to decision making (MAROTTA; SANTOS; ENRICH-PRAST, 2008). However, the unavailability of water quality data is one of the central problems of developing countries (BHATTI; LATIF, 2011), which increases the relevance of this research.

Taking this discussion into account, this study presents a systematic approach to the problem investigated: it is environmentally-based, for taking into account the quality of water for human consumption; it is socially-based for identifying the role of water in local development; it is also economically-based for analyzing the effects of water scarcity in the region; scientifically-based for contributing to water quality studies in semi-arid areas; technically-based for providing data to official environmental agencies; and ultimately, this study is politically-based for investigating how water has been used and for whom it should be prioritized.

Bearing that in mind, the objective of this work is to evaluate the water supply system for human consumption in the rural communities of Chapada do Apodi/RN. For this, the following specific objectives were listed: a) to identify the forms of water supply for the population in the study area; b) to evaluate the supply system from the environmental perception of the population and c) to analyze the physicochemical and biological quality in water for human consumption.

## 2 MATERIAL AND METHODS

### 2.1 RESEARCH CLASSIFICATION

The present study can be classified according to its approach, type, objectives, sources, and techniques (GIL, 2008). This research follows a qualitative approach, as it presents an evaluation of the human supply system in communities surrounding Chapada do Apodi/RN based on environmental perception. Furthermore, such investigation is also quantitative, once it analyzes aspects regarding water quality. This kind of research has its roots in a logical positivist thinking, which tends to emphasize deductive reasoning, logic rules, and the measurable attributes of human experience (FONSECA, 2002).

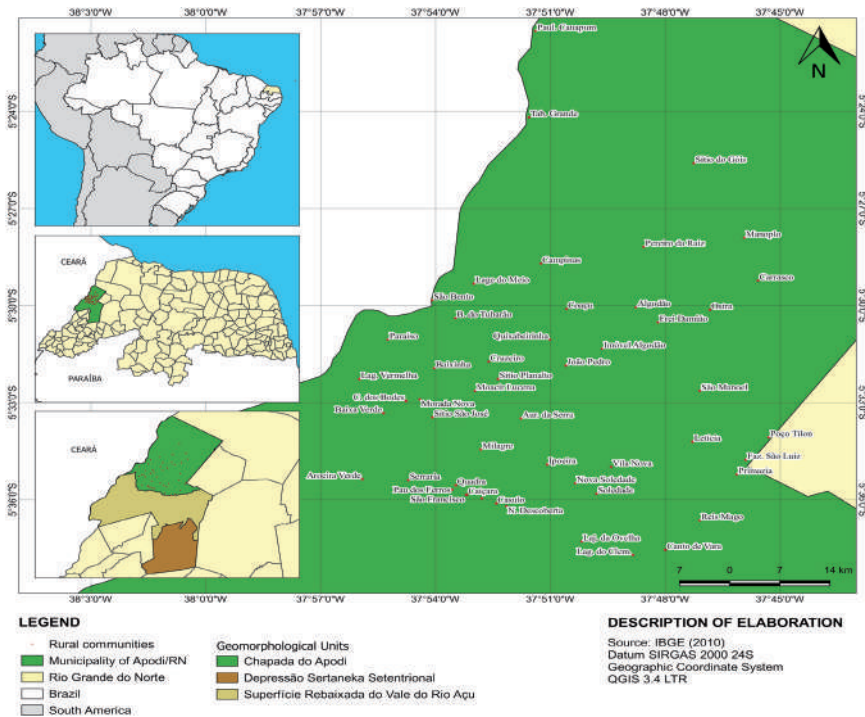
This kind of research can be categorized as a case study, because it evaluates the specificity of water supply and its relationship with Santa Cruz do Apodi Irrigated Perimeter. Gil (2008) points out that a case study is a detailed analysis of one or a few objects so that its in-depth knowledge can be obtained through the investigation of a phenomenon within its real context.

This study has an explanatory objective, since it seeks to identify the supply system from the local population's environmental perception. According to Gil (2008), exploratory research aims to identify the factors that determine or contribute to the occurrence of phenomena.

In order to implement this research, different means of data collection strategies were adopted, such as bibliographic research, document analysis and field observation (documentation research, interviewing, observation and chemical analysis) (GIL, 2008).

### 2.2 STUDY AREA DELIMITATION AND CHARACTERIZATION

Apodi is a municipality located in the microregion of Chapada do Apodi and in the western potiguar mesoregion of Rio Grande do Norte (Figure 1). It is 340 km away from Natal, and its territorial area reaches 1,602,477 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).



**Figure 1:** Location map of Apodi municipality, Rio Grande do Norte (RN), and rural communities of Chapada do Apodi / RN.

Source: Authors (2019).

The municipality of Apodi/RN has a population of 35,814 inhabitants, most of whom are located in rural areas (almost 52%) (IBGE, 2018). The rural area of Apodi is characterized according to its geological formations and it is divided in the following rural zones: Açu Formation (Apodi Sand Region); Crystal Basement and Northern Country Depression (Apodi Stone Region); Alluvial Deposits (Apodi Valley); and Jandaíra (Chapada do Apodi) (Figure 1).

The region of Chapada do Apodi/RN had its territorial planning process over the years with agricultural activities. Some decades ago it was occupied by large farms, however, in the late 1970s and early 1980s, with the emergence of rural community associations created by actions carried out by churches through the Basic Ecclesial Communities – CEBs, a process of popular organization of rural workers came to exist in Apodi. (PONTES, 2012).

The articulate work of Apodi farmers culminated in the 1990s, with the creation of the Apodi Workers and Rural Workers Syndicate (Sindicato dos trabalhadores Rurais de Apodi – STTR), an important articulator of family farming in the region. From 1990, Apodi began to manifest changes in the rural context caused by the cotton crisis, which was characterized by biological pests, the increasing use of pesticides, scarcity of economic resources, high interest rates for financing production, lack of scale economy, and restriction in agricultural mechanization. This scenario resulted in the weakening of great landowners, which somehow encouraged local workers to fight for agricultural reformation (PONTES, 2012).

Consequently, small-holder farmers obtained their land through expropriations carried out by the National Institute of Agrarian Reform - Incra, and rural communities from the Land Credit, an important public policy instrument for access to land throughout the Country. In Chapada do Apodi/RN, where large states were once predominant, is nowadays characterized by several settlements and traditional rural communities which work with agroecological family farming (PONTES, 2012).

As a result, in this area, successful experiences of agroecological and family farming in the Northeast have been consolidated in recent years, covering 55 rural communities (Figure 1 and Table 1) (PONTES et al., 2013). Table 1 shows the geographical coordinates of the rural communities of Chapada do Apodi / RN of this study.



**Table 1 | Geographic coordinates of rural communities of Chapada do Apodi-RN.**

Type	Communities	Coordinates	Type		Type		
RURAL COMMUNITIES	Algodão	05° 30' 03" S	INCRA SITTING PROJECT	Frei Damião	05° 30' 30.97" S	A. Palmares	05° 35' 57.57" S
		37° 48' 46" W			37° 48' 11.63" O		37° 52' 47.76" O
	Aroeira Verde	5° 35' 21.73" S		Caiçara	5° 35' 50.57" S	Casulo	05° 36' 6.81" S
		37° 55' 55.06" S			37° 53' 10.99" O		37° 52' 24.91" O
	B. do Tubarão	05° 30' 23" S		Paul. Canapum	05° 21' 12.33" S	Letícia	05° 34' 23" S
		37° 53' 29" S			37° 51' 59.59" O		37° 47' 17" W
	Baixinha	05° 31' 56" S		São Bento	05° 29' 48.66" S	Imóvel Algodão	05° 31' 20" S
		37° 54' 02" W			37° 54' 8.09" O		37° 49' 39" W
	Campinas	05° 28' 42" S		Tab. Grande	05° 23' 51.57" S	Baixa Verde	5° 33' 19.61" S
		37° 51' 15" W			37° 52' 25.76" O		37° 55' 21.62" O
	Canto de Vara	05° 37' 33" S		Sítio do Góis	05° 25' 35.86" S	Cruzeiro	05° 31' 44" S
		37° 48' 00" W			37° 47' 15.25" O		37° 52' 37" W
	Carrasco	05° 29' 14" S		Vila Nova	05° 34' 59" S		
		37° 45' 35" W			37° 49' 25" W		
	C. dos Bodes	5° 32' 56.95" S		Aur. Da Serra	05° 33' 29" S		
		37° 54' 46.54" O			37° 51' 46" W		
	Coaçu	05° 30' 06" S		Moacir Lucena	05° 32' 38" S		
		37° 50' 36" W			37° 52' 58" S		
	Nova Soledade	5° 35' 28.48" S		Milagre	05° 34' 27" S		
		37° 50' 21.06" O			37° 52' 49" W		
	Faz. São Luiz	05° 34' 46" S		Paraíso	05° 31' 03" S		
		37° 45' 54" W			37° 55' 15" W		
	Ipoeira	5° 34' 54.53" S		Lage do Meio	05° 29' 19" S		
		37° 51' 4.90" O			37° 53' 00" W		
João Pedro	05° 31' 51" S	São Manoel	05° 32' 38" S				
	37° 50' 36" W		37° 47' 06" W				
Lage do Meio	05° 29' 19" S	N. Descoberta	5° 36' 12.02" S				
	37° 53' 00" W		37° 52' 9.21" O				
Lag. Do Clem.	05° 37' 42.67" S						
	37° 48' 50.63" O						
Lag. Vermelha	05° 32' 16" S						
	37° 55' 59" W						
Laj. Da Ovelha	5° 37' 17.53" S						
	37° 50' 11.07" O						
Manoplo	05° 27' 54" S						
	37° 45' 56" W						
Morada Nova	05° 32' 54" S						
	37° 54' 25" W						
Mulungu	5° 27' 29.30" S						
	37° 40' 26.35" O						
Ostra	05° 30' 08" S						
	37° 46' 50" W						
Pau dos Ferros	5° 35' 41.29" S						
	37° 53' 34.19" O						
Pereiro da Raiz	05° 28' 11" S						
	05° 28' 11" S						
Poço Tilon	05° 34' 04" S						
	37° 45' 18" W						
Primazia	05° 35' 13" S						
	37° 46' 08" W						
Quadra	5° 35' 32.83" S						
	37° 53' 28.34" O						
Quixabeirinha	05° 31' 03" S						
	37° 51' 01" W						
Reis Mago	05° 36' 38" S						
	37° 47' 06" W						
São Francisco	05° 35' 51" S						
	37° 53' 12" W						
Serraria	5° 35' 23.73" S						
	37° 54' 43.08" O						
Sítio Cruzeiro	05° 31' 44" S						
	37° 52' 37" W						
Sítio do Gois	5° 25' 35.86" S						
	37° 47' 15.25" O						
Sítio Planalto	05° 32' 16" S						
	37° 52' 22" W						
Sítio São José	05° 33' 27" S						
	37° 54' 05" W						
Soledade	05° 35' 49" S						
	37° 49' 48" W						

Source: Authors (2019).

## 2.3 THEORETICAL AND METHODOLOGICAL PROCEDURES OF ENVIRONMENTAL PERCEPTION

To investigate the problem of the study area, an environmental perception approach was used. This research strategy is considered a sustainability tool through which society and nature are put into communion, therefore allowing us to understand the conditions of the water supply system for human consumption in rural communities, as well as to identify the reflection of these conditions on the community's quality of life. Regarding this methodology, the following procedures were set: a) definition of the instrument for collecting environmental perception; b) sampling process; c) field research and; d) data processing. It is also relevant to emphasize that the perception of the local community is considered an indicator of management effectiveness. Rodrigues et al. (2012) state that this instrument allows the monitoring of services in the lives of residents.

### A) ENVIRONMENTAL PERCEPTION COLLECTION INSTRUMENT

A semi-structured questionnaire addressing the socioeconomic profile of the local population was adopted as a tool for collecting environmental perception; characteristics of water uses for human consumption; evaluation of supply water quality and quantity; and the most common diseases in the investigated region to possibly correlate with water disease vectors.

### B) SAMPLING PROCESS

The study sampling process was carried out by drawing at least 10% of the households. We used as data source the Basic Health Unit (*Unidade Básica de Saúde*) - UBS (2018) of rural communities belonging to the investigated region which accounted for 1,649 households.

Based on that, water samples were collected from 186 households. This value has been set by Bolfarine and Bussab (2005) who consider that a sample equal to or greater than 25 will always be considered normal, i.e. significant. Therefore, a non-probabilistic sample was established, in which this number represents more than 10% of the total local population (Table 1).

The defined sample consisted of 186 questionnaires which represent 11.28% of the total of households, being distributed proportionally among the rural communities investigated and matching the statistical requirements (Table 2).

**Table 2** | Population Distribution of rural communities of Chapada do Apodi-RN.

TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLD SAMPLE
RURAL COMMUNITIES	Algodão	07 – 01	INCRA SITTING PROJECT	Frei Damião	50 – 05	FUNDY CREDIT DESIGN	Agrovila Palmares	30 – 03
	Aroeira Verde	03 – 01		Caiçara	60 – 06		Casulo	12 – 02
	B. do Tubarão	10 – 01		Paul. Canapum	60 – 06		Leticia	15 – 02
	Baixinha	03 – 01		São Bento	45 – 04		Imóvel Algodão	17 – 02
	Campinas	15 – 02		Tab. Grande	60 – 06		Baixa Verde	51 – 06
	Canto de Vara	10 – 01		Sítio do Góis	60 – 06		Cruzeiro	07 – 01
	Carrasco	04 – 01		Vila Nova	10 – 01			
	C. dos Bodes	01 – 01		Aur. da Serra	70 – 07			
	Coaçu	01 – 01		Moacir Lucena	25 – 03			
	Nova Soledade	01 – 01		Milagre	32 – 04			
	Faz. São Luiz	10 – 01		Paraíso	36 – 04			
	Ipoeira	07 – 01		Lage do Meio	28 – 03			
	João Pedro	18 – 02		São Manoel	26 – 03			
	Lage do Meio	100 – 10		N. Descoberta	42 – 05			

TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLD SAMPLE
RURAL COMMUNITIES	Lag. do Clem.	05 – 01	INCRA SITTING PROJECT			FUNDY CREDIT DESIGN		
	Lag. Vermelha	06 – 01						
	Laj. da Ovelha	10 – 01						
	Manoplo	20 – 02						
	Morada Nova	02 – 01						
	Mulungu	40 – 04						
	Ostra	01 – 01						
	Pau dos Ferros	15 – 02						
	Pereiro da Raiz	02 – 01						
	Poço Tilon	03 – 01						
	Primazia	20 – 02						
	Quadra	01 – 01						
	Quixabeirinha	65 – 06						
	Reis Mago	01 – 01						
	São Francisco	05 – 01						
	Serraria	02 – 01						
	Sítio Cruzeiro	60 – 06						
	Sítio do Gois	04 – 01						
	Sítio Planalto	06 – 01						
Sítio São José	05 – 01							
Soledade	450 – 46							
<b>TOTAL A</b>	<b>913 - 106</b>		<b>TOTAL B</b>	<b>604 – 63</b>		<b>TOTAL C</b>	<b>132 – 16</b>	
<b>GRAND TOTAL (A + B + C) =</b>								<b>1.649 – 186</b>

Source: Authors (2019).

### C) FIELD RESEARCH

In January, February and March, 2018, the questionnaires were applied to the rural communities investigated. The Informed Consent Form (ICF) was made available to the participants, including the research explanations and general information about the researchers. The inclusion and exclusion criteria of participants and the research risks were likewise mentioned. The choice of the survey method was due to its descriptive, explanatory and exploratory statements about a population, i.e. to discover the distribution of attributes of the investigated population (BABBIE, 2001).

The monitoring of water quality for human consumption took place through analysis of physicochemical parameters in the reservoirs of households (cisterns, wells, water tanks, and taps). This monitoring was based on the American Public Health Association - APHA (1995), using multiparameter probe, model HORIBA U-50, which allows real-time quantification of hydrogen potential (pH), turbidity (NTU), temperature (°C), dissolved oxygen (mg/L), electrical conductivity (mS/cm), solids Total Dissolved (g/L), Salinity (ppt), Oxidation Reduction Potential (mV) and Percent Dissolved Oxygen (%). Total coliforms (UFC/100mL), thermotolerant coliforms (UFC/100mL) and Escherichia coli (UFC/100mL) were performed in a commercial laboratory.

### D) DATA PROCESSING

The results were submitted to nonparametric statistical analysis by Spearman correlation, the same procedure used by Ribeiro et al. (2016) and Bertossi et al. (2013). Data was processed through Microsoft Office Excel, version 2013, and through graphing of boxplot type of each variable. The correlation matrix

composed of the 10 variables was processed using a free statistical software, R studio, which shows the relationship between the selected variables in each component. The results were compared with studies of water supply in rural communities, according to Resolution values of National Environment Council - Conama N° 357/2005 and the Ordinance of the Ministry of Health N° 2,914 / 2011.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

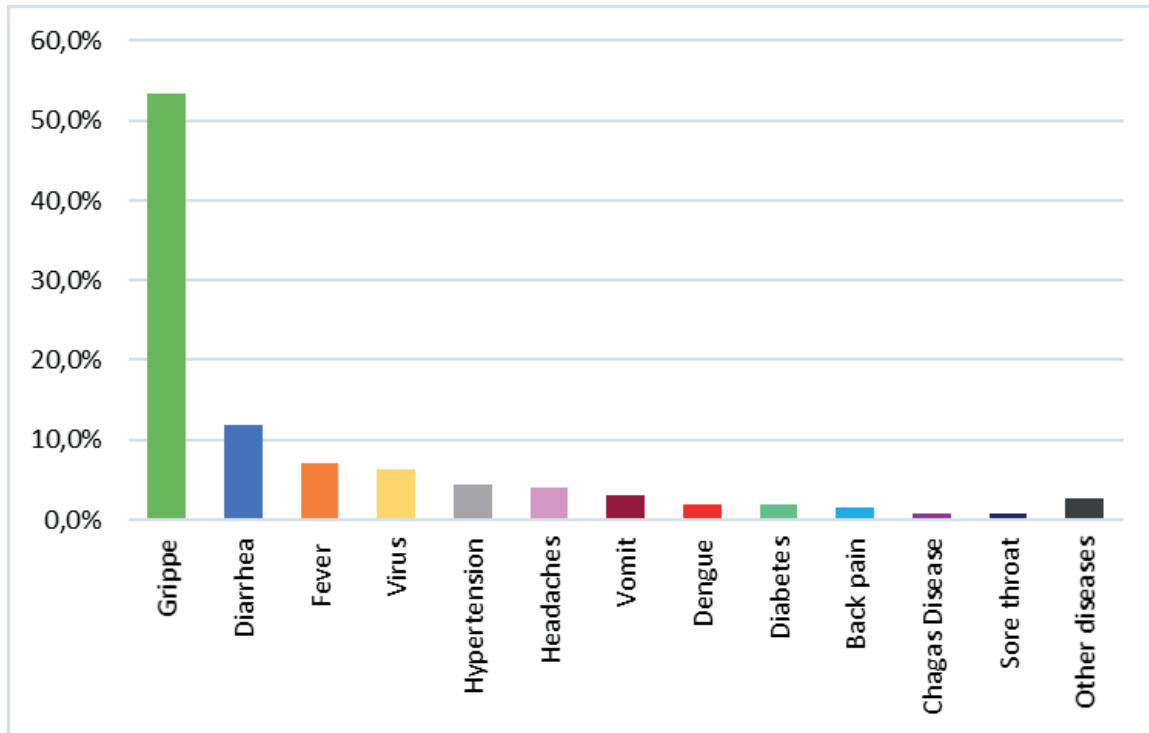
#### 3.1 WATER SUPPLY SYSTEM IN RURAL COMMUNITIES OF CHAPADA DO APODI/RN VIA ENVIRONMENTAL PERCEPTION OF LOCAL POPULATION

The distribution of water supply system from communities of Chapada do Apodi occurs in an heterogeneous way, in time and space, with quantitative limitation, and presenting source variation: wells (85,07%), Sanitation Company of the State of Rio Grande do Norte (Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - Caern) (3,73%) Tank truck (3,36%), wells and Tank trucks (4,10%), wells and Cern (0,37%), and others (3,36%). Similar results about supply infrastructure have been found by Amaral et al. (2003), Giatti (2007) and Pinto Filho et al. (2018) when the difficulties of rural communities in accessing potable water were analyzed by their research. Thus, it can be induced that there is an unequal and difficult relation concerning the access to potable water by rural population of Chapada do Apodi/RN.

Through the local population perception, the existence of deficiencies in the water supply was noticed, especially regarding the absence of water distribution system. To solve this kind of problem, Souza et al. (2016) point to the adoption of alternative collective solutions in supplying the consumption necessities. Inserting the possibilities of a viable alternative, Morais et al. (2017) emphasize social technologies of water collection and storage in addition to actions of environmental education (which is a sensibilization and transformation vehicle) for stimulation of the strengthening and use of sanitation barriers that preserve the quality of this natural resource.

Still in this conception, Amaral et al. (2003) assert that water, when taken from natural sources without any treatment, results in a deficiency in the water supply system, consequently presenting possible coliform contamination and risk of water-borne infections. It can be seen from the present research that 72% of the population consumes water without any previous treatment, 18.66% use ceramic filters in their homes, 5.60% use chlorine for disinfection to inactivate organisms. Referring to pathogens, only 0.75% carry out a boil pretreatment as a preventive measure, and 2.99% answered that they treat water by using other procedures. Similar situations were found by other researchers, such like Lemos (2003), who made his study in rural area of Maquiné/RS, where 87% of population does not previously treat the collected water, and like Bortoli et al. (2018) who observed that from water samples intended for human consumption in rural properties located in Rio Grande do Sul, only 58% received chlorine treatment, and the remaining percentage do not use any treatment. Therefore, it is clear that the water supply for human consumption in rural areas still is a recurring problem, consequently making the local population vulnerable to water-borne diseases.

It is well known that Inadequate sanitation conditions in rural areas, correlated with the lack of information of the population, enable the development of water-borne diseases (ARAÚJO et al., 2011; CAVALCANTE, 2014). In the investigated rural communities, problems in the water supply system were enough to influence human health, since the occurrence of some symptoms and diseases, such as diarrhea (11.9%), typhoid fever (7.0%), and dengue (1.9%), which are amongst the most mentioned by the population of the study (Figure 2). In the study carried out by Pinto Filho et al. (2018), residents from rural communities of CPCA/RN mentioned health problems associated with water quality, including diarrhea (10.5%), and dengue (3.4%). Taking these figures into account, it can be assumed the evident connection between water quality and the emergence of water-borne diseases (BRUM et al., 2016; SOARES et al., 2018).



**Figure 2:** Symptoms and diseases cited by inhabitants of Chapada do Apodi communities.

Source: Authors (2019).

Thus, to associate health and environmental quality, it is necessary to analyze the water condition for human consumption in the rural communities studied. Since the lack of monitoring of these sources and the lack of information of the population about the causes and problems associated with contamination contribute to a greater incidence of waterborne diseases. (CAVALCANTE, 2014).

### 3.2 WATER QUALITY OF THE HUMAN CONSUMPTION SUPPLY SYSTEM IN THE RURAL COMMUNITIES STUDIED

Table 3 contains the physicochemical (temperature, pH, redox potential, electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen, total residue, and salinity) and biological (thermotolerant coliforms E.coli) variables for drinking water samples in rural communities of Chapada do Apodi / RN.

In bodies of water, temperature can be analyzed along with other parameters, and may also influence the reactions of this vehicle (NOGUEIRA, COSTA e PEREIRA, 2015). The values obtained in the analysis for temperature presented an average of 29.14 °C (Table 3). However, the rural community of A. Palmares showed an excessive temperature of 33,05 °C (row 174 and column 02, Table 3). A similar result was observed in a study by Araújo et al. (2011), which demonstrated excessive values, up to 30.1 °C, in a community from the state of São Paulo. Current brazilian legislation does not establish values for a temperature parameter, so it is not possible to reference as legal non-compliance.

The hydrogenic potential - pH may be the result of natural and anthropogenic factors (LIBANIO, 2005). The pH values of the studied water samples presented an average of 5.92 (Table 3), and in the rural community of Paraíso, analysis 01, it could be observed value of 4.120 (row 132 and Column 03, Table 3). Thus, the minimum and average values are not under the Conama Resolution No. 357/2005 and Ordinance MS No. 2.914 / 2011, which provide for the maximum values between 6.0 to 9.0 and 6.0 to 9.5, respectively.



These results showed similar quality to values obtained by Medeiros, Lima, and Guimarães (2016) from groundwater source waters in municipalities of Pará state, the samples revealed acid values that do not match the recommended values for human consumption; by Brum et al. (2016), which ranged values between 4.46 to 6.96, in shallow wells from an area with lack of basic sanitation in Cuiabá/MT; and by Araújo et al. (2011) who obtained data of 4.25 and 4.46, from a residential water tank and from one of the springs that supply the rural communities in the state of São Paulo. Therefore, it is observed a tendency for waters in rural areas to have acidic quality.

Redox potential - ORP represents changes in the oxidation state of several ions or nutrients and it is related to nutrient availability for aquatic communities (TUNDISI; TUNDISI, 2008). The values of ORP found presented an average of 292,566 mV (Table 3) and values that indicated up to 383.0 mV in relation to the rural communities of: São Bento, analysis 02 (row 127 and Column 04); Aur. da Serra, analysis 03 (Line 145 and Column 04); Lage do Meio, analysis 02 (Line 162 and Column 04); A. Palmares, analysis 01 (Line 172 and Column 04); and Real Estate Cotton, analysis 02 (Line 180) and Column 04). The Conama Resolution does not have redox potential standards for freshwater classes. However, according to Fiorucci and Benedetti Filho (2005), ORP values between 200 mV and 600 mV indicate a strongly oxidizing vehicle, and differences of potential between -100 mV and -200 mV reveal reducing ones. Thus, it is possible to evaluate the quality of water samples from Chapada do Apodi/RN as considerably oxidizing.

The electrical conductivity - EC represents a measure of the anthropic effect, since it depends on the ionic concentrations and temperature, indicating the existence of salts in the water (SÃO PAULO STATE ENVIRONMENTAL COMPANY - CETESB, 2010). EC results indicated an average of 138.565  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Table 3), and presented values up to 843  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , as in the rural community of B. do Tubarão, analysis 01 (row 04 and column 05, Table 3), values considered above than allowed, given that the Ordinance MS No. 2,914/2011 establishes a standard of acceptance for consumption a limit of 1,000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (BRAZIL, 2011). When compared to the results of Brum et al. (2016) significant differences were observed, since these authors found values up to 486.7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , representing that the investigated samples are inside the limit established by the ordinance. However, controlling these concentrations under the limits of the legislation is an important tool to avoid the degrading effects of the water pollution process (TUNDISI, 2003).

Turbidity - Turb can be of both natural and anthropogenic origin and does not pose direct problems, but it is aesthetically unpleasant; moreover suspended solids can provide refuge for pathogenic microorganisms (PERPÉTUO, 2014). The results obtained from Turb reached an average of 12,998 Nephelometric Turbidity Units (UNT) (Table 3). However, in the rural community of N. Descoberta, analysis 05 (Row 171 and Column 06, Table 3), this parameter showed a surplus value of 420 UNT.

The average data analyzed was lower than the maximum allowable limit (up to 40 UNT) proposed by Conama Resolution No. 357/2005 for Class 1 freshwater supplies for human consumption with disinfection, indicating that they are in accordance with the conditions established by law. When compared to the Ordinance MS No. 2,914 / 2011, it is observed that the average presented results considered not acceptable for human consumption, for its value was above the recommended limit of 5 UNT, which requires previous treatment for consumption. We also emphasize that the results obtained for Turb were also different and superior to those determined by other studies of water evaluation, such as Pinto Filho et al. (2018), which determined values up to 6.61 UNT. It can be inferred that some values found were above the standard established by current legislation, therefore, the organoleptic characteristics of water may be compromised.

Dissolved oxygen - OD is the main parameter for characterizing the effects of water pollution by organic waste (VON SPERLING, 2005). This element influences all chemical and biological processes that occur in water and indicates possible pollution by organic matter (ESTEVES, 2011). In the analyzed samples, the OD values expressed an average of 9.75 mg/L (Table 3) and, in the rural community of São Francisco, analysis 03 (Row 47 and Column 07, Table 3) showed a value corresponding to 4,92 mg/L, favoring a negative value

according to Conama Resolution No. 357/2005. The MS Ordinance No. 2.914/2011 does not establish values for this parameter.

When comparing with data from the literature, it is observed that the results obtained were superior, since Pinto Filho et al. (2018) obtained values ranging from 3.89 to 7.60 mg/L in water collected for human consumption in the CPCA / RN, and presented a total of 84.51% of the samples below 6.0 mg/L and; Araújo et al. (2011), found values between 2.7 and 8.3 mg/L in water samples collected in rural communities in the state of São Paulo. So, the obtained values with low dissolved oxygen levels may be related to the waste of organic substances in water bodies and its decomposition by aerobic microorganisms that consume dissolved oxygen present in water (ARAÚJO et al., 2011; PESSÔA, 2013).

Total residue - STD is considered a potential problem: its excess in water causes changes in taste, leads to corrosion problems of pipes and its consumption can cause risks to human health (CASALI, 2008) The values found in this study presented an average of 279 mg/L (Table 03), but in the rural communities of Poço Tilon, analysis 02 (Row 39 and Column 09, Table 3); Quixabeirinha, analysis 02 (Row 43 and Column 09, Table 3); São Francisco, Analysis 04 (Row 48 and Column 09, Table 3); Aur. da Serra, analysis 04 (Row 146 and Column 09, from Table 3); Lage do Meio, analysis 03 (Row 163 and Column 09, from Table 3); and Baixa Verde, analysis 04 (Row 184 and Column 09, from Table 3), values of 1,584 mg/L were obtained. When compared with Conama Resolution 357/2005, to classify the water body in Classes 1, 2 and 3, although, some values are above the standard established by current legislation, it is observed that the average presented resulted as acceptable for human consumption, because it presented value below the recommended limit of 500 mg/L.

Therefore, the behavior of total solids is similar to turbidity, since both variables are related, and may have presented high values due to the higher concentration of organic matter presented during rainy seasons (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013). Salinity is the measure of the total concentration of dissolved ions in water, influenced by natural soil conditions, the regional climate and anthropic, being considered one of the main causes of water quality problems for irrigation purposes (PALÁCIO et al., 2011; QUESADO JÚNIOR et al., 2008).

The average Salinity analytical results for the investigated waters was 0.128 ppt (Table 3), but in the rural community Moacir Lucena, analysis 02 (Row 151 and Column 10, Table 3) presented a value of 0.900 ppt. Similar result was obtained by Quesado Júnior et al. (2008) who obtained an average of 0.85 ppt, minimum of 0.01 and maximum of 2.34 ppt. The Conama Resolution 357/2005 and the Ordinance No. 2,914 / 2011 do not assign reference values for salinity in relation to potability, but according to this Resolution, the values presented in the analysis according to the average obtained are classified as freshwater, which are classified by Oliveira et al. (2017) as good for irrigation practices, once they present few restrictions of use, and low risk of developing salinity problems (OLIVEIRA et al., 2017). Thus, regarding salinity, the investigated water samples are related as compatible with the most demanding uses (PESSÔA, 2013).

The values obtained for total coliforms - C. Totals averaged 149.266 CFU/100mL (Table 3), with values of at least 100.0 CFU/100mL, as the rural communities of Soledade, analysis 01 (Row 63 and Column 11, Table 3); Soledade, analysis 02 (Row 64 and Column 11, from Table 3); Soledade, analysis 04 (Row 66 and Column 11, from Table 3); and Soledade, analysis 08 (Row 70 and Column 11, of Table 3). Regarding the values of thermotolerant coliforms of *Escherichia coli* - E. coli type, it was obtained an average of 65,910 CFU/100mL (Table 3), with values of at least 34.0 CFU/100mL, in the rural community of Soledade, analysis 43 (Row 105 and Column 12 of Table 3. In similar studies by Bortoli et al. (2018), it was also observed determination of total coliforms in 62.5% of the sources used for human consumption in rural properties, and the presence of E. coli in 31.7%, being inappropriate for human consumption.

So, it is possible to indicate the pollution and water contamination, since according to Ordinance MS 2914/2011 should be considered the absence of total coliforms and E. coli thermotolerant coliforms in water intended for human consumption. This representation is recurrent in rural areas and it is

worrying, since, according to Bortoli et al. (2018), the amount of coliforms present in the analyzed water samples may be related to the inadequate management of animal waste and the infiltration of pits, which compromise the groundwater, making the structural improvement of water supply important, especially in the regarding sanitation measures, proper storage in homes and measures for disinfection (CAVALCANTE, 2014).

**Table 3 |** Descriptive statistics of the physicochemical and biological parameters of water samples from rural communities of Chapada do Apodi-RN

Sample	Temp (°c)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)
Algodão 01	29,920	4,950	300,000	233,000	0,000	11,790	153,200	151,000	0,100	101,000	71,000
Aroeira Verde 01	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	103,000	73,000
B. do Tubarão 01	29,300	5,360	285,000	843,000	0,000	9,730	128,200	548,000	0,400	107,000	77,000
Campinas 01	28,320	5,660	313,000	138,000	0,000	10,320	133,800	90,000	0,100	109,000	79,000
Canto de Vara 01	27,180	5,910	319,000	278,000	4,400	13,330	170,800	180,000	0,100	110,000	76,000
Canto de Vara 02	25,800	6,190	324,000	141,000	84,400	9,350	118,500	85,000	0,100	102,000	82,000
Carrasco 01	28,320	5,660	313,000	138,000	0,000	10,320	133,800	90,000	0,100	104,000	84,000
C. dos Bodes 01	28,000	5,000	321,000	140,000	0,000	10,610	137,100	90,000	0,100	105,000	70,000
Coaçu 01	27,680	4,340	329,000	142,000	0,000	10,900	140,400	90,000	0,100	107,821	77,000
Nova Soledade 01	29,920	4,950	300,000	233,000	0,000	11,790	153,200	151,000	0,100	110,226	78,000
Faz. São Luiz 01	32,130	5,750	295,000	115,000	0,100	8,720	118,200	910,000	0,200	112,631	80,000
Ipoeira 01	30,460	4,770	288,000	172,000	50,100	8,480	113,500	112,000	0,100	115,036	82,000
João Pedro 01	28,000	6,000	200,000	150,000	40,000	8,000	110,000	200,000	0,100	117,440	87,000
Lage do Meio 01	29,910	4,710	276,000	117,000	0,000	8,970	119,000	76,000	0,100	119,845	67,000
Lage do Meio 02	28,630	4,360	252,000	0,000	19,700	10,300	134,200	0,000	0,000	122,250	68,000
L. do Clem. 01	30,460	4,770	288,000	172,000	50,100	8,480	113,500	112,000	0,100	124,655	69,000
L. do Clem. 02	29,920	4,950	300,000	233,000	0,000	11,790	153,200	151,000	0,100	127,060	70,000
L. do Clem. 03	29,910	4,710	276,000	117,000	0,000	8,970	119,000	76,000	0,100	129,464	71,000
L. do Clem. 04	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	131,869	72,000
L. do Clem. 05	29,272	4,720	270,000	91,500	18,450	8,482	136,817	59,000	0,100	134,274	73,000
L. do Clem. 06	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	136,679	74,000
L. do Clem. 07	29,722	4,660	258,000	136,500	10,550	8,972	142,317	123,000	0,100	139,083	75,000
L. do Clem. 08	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	141,488	76,000
L. do Clem. 09	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	143,893	77,000
L. do Clem. 10	29,897	4,570	240,000	146,000	13,700	9,707	150,567	131,000	0,100	146,298	78,000
Laj. da Ovelha 01	26,980	5,830	315,000	336,000	8,000	7,720	98,200	218,000	0,200	148,702	79,000
Manoplo 01	28,000	6,000	319,000	320,000	9,000	7,000	110,000	200,000	0,100	151,107	80,000
Morada Nova 01	27,000	6,700	300,000	300,000	10,000	7,720	100,000	218,000	0,200	153,512	81,000
Mulungu 01	25,800	6,190	324,000	141,000	84,400	9,350	118,500	85,000	0,100	155,917	62,000
Mulungu 02	25,800	6,190	324,000	141,000	84,400	9,350	118,500	85,000	0,100	158,321	63,000
Ostra 01	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	160,726	64,000
Pau dos Ferros 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	163,131	65,000
Pau dos Ferros 02	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	165,536	66,000
Pau dos Ferros 03	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	167,940	67,000
Pau dos Ferros 04	26,740	6,140	306,000	114,000	10,000	12,890	112,600	109,000	0,100	170,345	68,000
Pereiro da Raiz 01	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	172,750	69,000
Poço Tilon 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	175,155	70,000
Poço Tilon 02	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	177,560	71,000
Primazia 01	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	179,964	72,000
Quadra 01	26,740	6,140	306,000	114,000	110,000	12,890	112,600	109,000	0,100	182,369	73,000
Quixabeirinha 01	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	184,774	74,000
Quixabeirinha 02	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	187,179	75,000
Reis Mago 01	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	189,583	76,000
São Francisco 01	26,860	4,580	313,000	100,000	2,300	17,300	219,500	73,000	0,100	191,988	77,000

Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
São Francisco 02	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	194,393	45,000
São Francisco 03	31,820	6,659	289,667	142,556	2,100	4,920	203,500	1147,000	0,100	196,798	47,000
São Francisco 04	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	199,202	49,000
São Francisco 05	30,780	7,738	266,333	185,111	1,300	11,460	226,500	1421,000	0,300	201,607	51,000
São Francisco 06	31,260	7,277	254,667	206,389	2,450	8,650	138,000	1258,000	0,400	204,012	53,000
Serraria 01	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	206,417	55,000
Sítio Baixinha 01	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	208,821	57,000
Sítio Cruzeiro 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	211,226	59,000
Sítio do Góis 01	26,860	4,580	313,000	100,000	2,300	17,300	219,500	73,000	0,100	213,631	61,000
Sítio do Góis 02	28,770	5,140	329,000	270,000	0,000	8,800	114,000	175,000	0,100	216,036	63,000
Sítio do Góis 03	28,320	5,050	260,000	100,000	0,000	8,500	100,000	62,000	0,000	218,440	65,000
Sítio do Góis 04	29,443	5,393	247,667	156,667	1,533	9,733	125,000	92,000	0,100	220,845	67,000
Sítio do Góis 05	30,173	5,628	221,167	156,667	2,683	7,667	134,750	87,000	0,100	223,250	69,000
Sítio do Góis 06	30,903	5,863	194,667	156,667	3,833	8,067	164,500	81,000	0,100	225,655	71,000
L. Vermelha 01	29,410	4,950	360,000	45,000	0,000	6,740	88,800	29,000	0,000	228,060	73,000
Sítio Planalto 01	26,580	4,890	289,000	60,000	0,000	6,610	85,000	39,000	0,000	230,464	75,000
Sítio São José 01	23,750	4,830	218,000	75,000	0,000	6,480	81,200	49,000	0,000	232,869	77,000
Soledade 01	28,320	5,050	260,000	100,000	0,000	8,500	100,000	62,000	0,000	100,000	79,000
Soledade 02	28,820	5,780	270,000	105,000	0,000	8,800	107,000	68,000	0,000	100,000	81,000
Soledade 03	28,320	5,660	313,000	138,000	0,000	10,320	133,800	90,000	0,100	106,000	83,000
Soledade 04	28,000	5,000	321,000	140,000	0,000	10,610	137,100	90,000	0,100	100,000	85,000
Soledade 05	28,330	4,600	325,000	138,000	0,000	11,110	143,400	92,000	0,100	104,000	67,000
Soledade 06	32,130	5,750	295,000	115,000	0,100	8,720	118,200	910,000	0,200	108,000	67,000
Soledade 07	29,350	6,000	299,000	127,000	0,100	10,390	140,000	85,000	0,200	340,000	64,000
Soledade 08	28,990	5,600	290,000	11,700	0,000	10,230	133,000	70,000	0,100	100,000	76,000
Soledade 09	30,210	5,800	270,000	104,000	0,100	8,500	115,000	56,000	0,200	120,000	79,000
Soledade 10	28,000	5,795	297,500	120,861	0,092	9,898	110,000	62,000	0,000	102,000	78,000
Soledade 11	28,050	5,860	298,267	120,944	0,103	9,941	105,000	68,000	0,000	230,000	78,000
Soledade 12	28,930	5,925	299,033	121,028	0,115	9,983	108,000	90,000	0,100	203,000	75,000
Soledade 13	28,760	5,990	299,800	121,111	0,127	10,025	107,000	90,000	0,100	203,000	77,000
Soledade 14	29,000	6,055	300,567	121,194	0,138	10,068	106,000	92,000	0,100	300,000	52,000
Soledade 15	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	340,000	44,000
Soledade 16	29,330	6,184	302,100	121,361	0,162	10,152	109,000	85,000	0,000	400,000	49,000
Soledade 17	29,000	6,249	302,867	121,444	0,173	10,195	110,000	70,000	0,100	135,000	52,000
Soledade 18	28,000	6,314	303,633	121,528	0,185	10,237	111,000	56,000	0,100	234,000	56,333
Soledade 19	27,900	6,379	304,400	121,611	0,197	10,279	123,000	62,000	0,100	345,000	60,333
Soledade 20	28,900	6,444	305,167	121,694	0,208	10,322	111,000	68,000	0,200	146,000	64,333
Soledade 21	28,700	6,508	305,933	121,778	0,220	10,364	123,000	90,000	0,200	145,000	68,333
Soledade 22	27,900	6,573	306,700	121,861	0,232	10,406	120,000	90,000	0,100	167,000	72,333
Soledade 23	29,000	6,638	307,467	121,944	0,243	10,449	119,000	62,000	0,200	157,000	76,333
Soledade 24	28,900	6,703	308,233	122,028	0,255	10,491	111,000	68,000	0,000	157,000	80,333
Soledade 25	28,000	6,768	309,000	122,111	0,267	10,533	112,000	90,000	0,100	169,000	84,333
Soledade 26	29,000	6,833	309,767	122,194	0,278	10,576	121,000	90,000	0,100	178,000	62,000
Soledade 27	27,900	6,897	310,533	122,278	0,290	10,618	124,000	92,000	0,100	189,000	63,000
Soledade 28	29,200	6,962	311,300	122,361	0,302	10,660	124,000	910,000	0,200	190,000	64,000
Soledade 29	29,100	7,027	312,067	122,444	0,313	10,703	125,000	85,000	0,000	157,000	65,000
Soledade 30	29,000	7,092	312,833	122,528	0,325	10,745	134,000	70,000	0,000	146,000	66,000

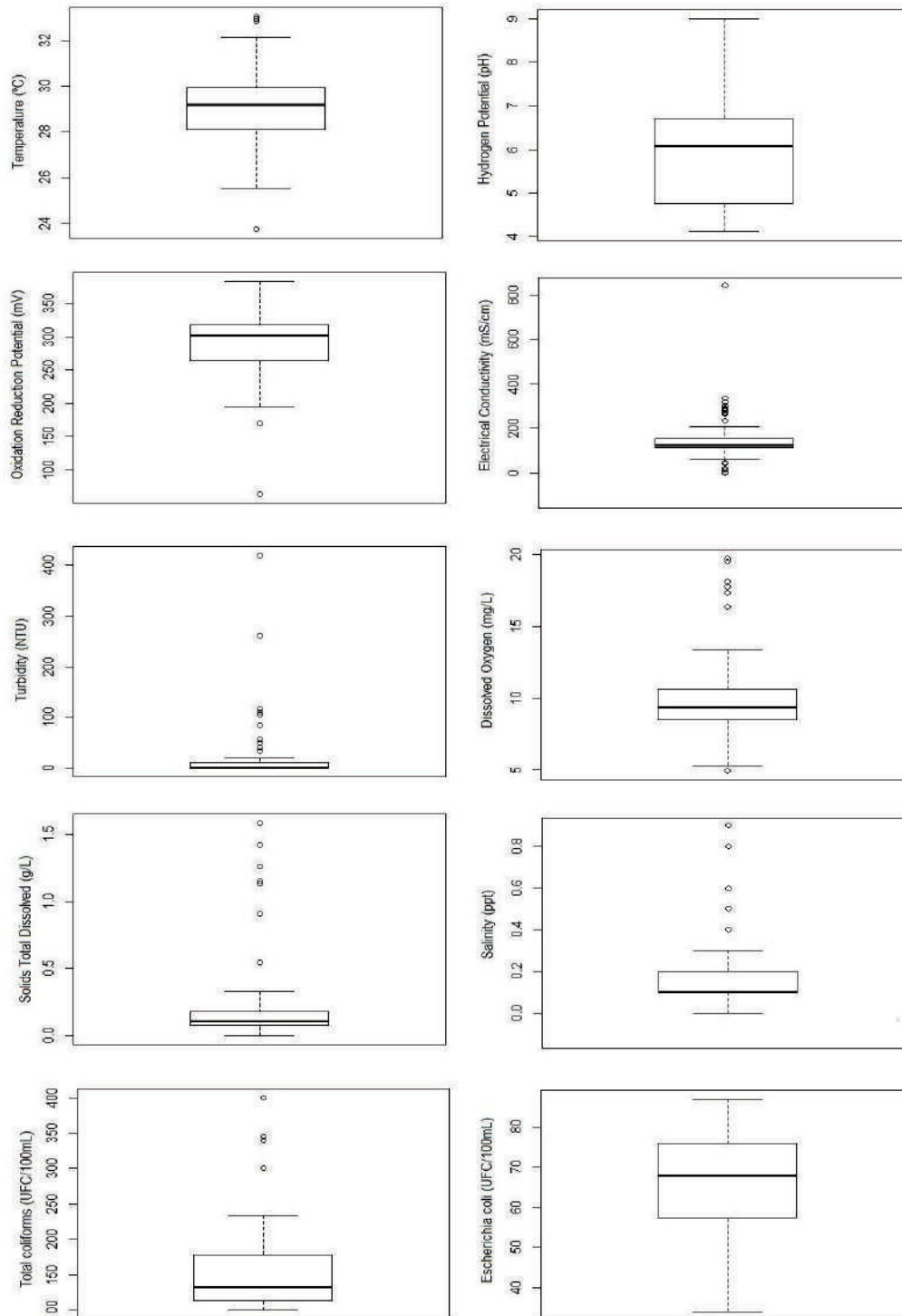
Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
Soledade 31	28,500	7,157	313,600	122,611	0,337	10,787	120,000	56,000	0,100	170,000	67,000
Soledade 32	28,400	7,222	314,367	122,694	0,348	10,830	120,000	62,000	0,100	109,000	68,000
Soledade 33	28,400	7,286	315,133	122,778	0,360	10,872	140,000	68,000	0,100	190,000	69,000
Soledade 34	28,400	7,351	315,900	122,861	0,372	10,914	140,000	90,000	0,200	191,000	70,000
Soledade 35	28,500	7,416	316,667	122,944	0,383	10,957	105,000	90,000	0,200	192,000	71,000
Soledade 36	28,000	7,481	317,433	123,028	0,395	10,999	104,000	62,000	0,100	195,000	72,000
Soledade 37	29,100	7,546	318,200	123,111	0,407	11,041	106,000	68,000	0,200	140,000	73,000
Soledade 38	29,000	7,611	318,967	123,194	0,418	11,084	105,000	90,000	0,100	140,000	74,000
Soledade 39	29,200	7,675	319,733	123,278	0,430	11,126	106,000	90,000	0,100	194,000	75,000
Soledade 40	29,300	7,740	320,500	123,361	0,442	11,168	104,000	92,000	0,200	195,000	76,000
Soledade 41	29,200	7,805	321,267	123,444	0,453	11,211	106,000	910,000	0,200	195,000	77,000
Soledade 42	29,400	7,870	322,033	123,528	0,465	11,253	107,000	85,000	0,100	196,000	78,000
Soledade 43	29,500	7,935	322,800	123,611	0,477	11,295	107,000	70,000	0,200	197,000	34,000
Soledade 44	28,100	8,000	323,567	123,694	0,488	11,338	107,000	56,000	0,400	198,000	35,000
Soledade 45	28,700	8,064	324,333	123,778	0,500	11,380	107,000	0,000	0,200	198,000	37,000
Soledade 46	28,700	8,129	325,100	123,861	0,512	11,422	108,000	0,000	0,300	199,000	39,000
Frei Damião 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	110,000	40,500
Frei Damião 02	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	110,000	42,200
Frei Damião 03	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	102,000	43,900
Frei Damião 04	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	102,000	45,600
Frei Damião 05	26,740	6,140	306,000	114,000	110,000	12,890	112,600	109,000	0,100	103,000	47,300
Caiçara 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	103,333	49,000
Caiçara 02	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	103,833	50,700
Caiçara 03	29,300	7,740	320,500	123,361	0,442	11,168	104,000	92,000	0,200	104,333	52,400
Caiçara 04	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	104,833	54,100
Caiçara 05	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	105,333	55,800
Caiçara 06	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	105,833	57,500
Paul. Canapum 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	106,333	59,200
Paul. Canapum 02	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	106,833	60,900
Paul. Canapum 03	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	107,333	62,600
Paul. Canapum 04	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	107,833	64,300
Paul. Canapum 05	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	108,333	66,000
Paul. Canapum 06	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	108,833	67,700
São Bento 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	109,333	69,400
São Bento 02	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	109,833	71,100
São Bento 03	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	110,333	72,800
São Bento 04	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	110,833	74,500
Tab. Grande 01	28,500	5,000	332,000	267,000	0,000	8,300	104,000	170,000	0,100	111,333	76,200
Tab. Grande 02	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	111,833	77,900
Tab. Grande 03	27,700	8,999	309,133	0,389	0,957	8,375	106,000	142,000	0,300	112,333	41,000
Tab. Grande 04	27,300	7,999	297,700	132,917	0,435	8,413	107,000	128,000	0,400	112,833	42,000
Tab. Grande 05	26,900	7,998	286,267	266,222	0,913	8,451	108,000	114,000	0,500	113,333	43,000
Tab. Grande 06	26,500	7,998	274,833	299,528	0,392	8,488	109,000	100,000	0,600	113,833	44,000
Sítio do Góis 01	28,770	5,140	329,000	270,000	0,000	8,800	114,000	175,000	0,100	114,333	45,000
Sítio do Góis 02	29,260	6,187	339,433	282,361	0,478	8,929	116,333	191,000	0,000	114,833	46,000
Sítio do Góis 03	30,195	6,758	360,800	284,250	0,935	9,104	119,333	221,000	0,200	115,333	47,000
Sítio do Góis 04	30,130	6,329	302,167	286,139	0,392	9,278	122,333	252,000	0,400	115,833	48,000
Sítio do Góis 05	30,065	6,101	63,533	288,028	0,848	9,453	125,333	282,000	0,600	116,333	49,000
Sítio do Góis 06	30,000	6,530	324,900	289,917	2,305	9,628	128,333	313,000	0,800	116,833	50,000



Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
Sítio do Góis 06	30,000	6,530	324,900	289,917	2,305	9,628	128,333	313,000	0,800	116,833	50,000
Vila Nova 01	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	117,333	51,000
Aur. da Serra 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	117,833	52,000
Aur. da Serra 02	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	118,333	53,000
Aur. da Serra 03	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	118,833	54,000
Aur. da Serra 04	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	119,333	55,000
Aur. da Serra 05	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	119,833	56,000
Aur. da Serra 06	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	120,333	57,000
Aur. da Serra 07	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	120,833	58,000
Moacir Lucena 01	27,620	4,700	340,000	0,000	261,000	10,100	128,400	0,000	0,000	121,333	59,000
Moacir Lucena 02	32,010	7,050	169,000	176,000	0,000	8,060	110,500	1130,000	0,900	121,833	60,000
Moacir Lucena 03	28,880	4,960	300,000	17,600	0,000	9,120	110,000	114,000	0,100	122,333	61,000
Milagre 01	28,630	4,360	252,000	0,000	19,700	10,300	134,200	0,000	0,000	122,833	62,000
Milagre 02	28,130	4,810	313,000	85,000	0,100	19,740	255,300	57,000	0,000	123,333	63,000
Milagre 03	26,340	4,740	310,000	96,000	0,000	7,930	100,000	62,000	0,000	123,833	64,000
Milagre 04	27,410	5,017	349,667	156,333	13,100	10,287	128,967	102,000	0,000	124,333	65,000
Paraíso 01	28,000	4,120	300,000	153,000	0,000	8,000	110,000	116,000	0,100	124,833	66,000
Paraíso 02	31,890	4,690	345,000	172,000	0,000	8,000	108,000	112,000	0,100	125,333	67,000
Paraíso 03	30,380	4,840	336,000	180,000	0,000	9,510	126,200	116,000	0,100	125,833	68,000
Paraíso 04	30,290	4,740	339,000	181,000	0,000	9,700	128,000	117,000	0,100	126,333	69,000
Lage do Meio 01	28,870	4,450	315,000	178,000	0,000	8,540	111,700	116,000	0,100	126,833	70,000
Lage do Meio 02	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	127,333	71,000
Lage do Meio 03	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	127,833	72,000
São Manoel 01	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	128,333	73,000
São Manoel 02	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	128,833	74,000
São Manoel 03	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	129,333	75,000
N. Descoberta 01	28,380	5,820	360,000	168,000	0,000	16,330	212,000	109,000	0,100	129,833	76,000
N. Descoberta 02	25,560	4,480	333,000	77,000	105,000	17,720	99,700	0,000	0,000	130,333	77,000
N. Descoberta 03	26,740	6,140	306,000	114,000	110,000	12,890	112,600	109,000	0,100	130,833	78,000
N. Descoberta 04	29,920	6,800	279,000	105,000	115,000	19,500	124,900	218,000	0,200	131,333	79,000
N. Descoberta 05	27,100	6,460	252,000	196,000	420,000	18,110	237,200	327,000	0,300	131,833	80,000
A. Palmares 01	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	132,333	81,000
A. Palmares 02	32,950	4,290	348,000	76,000	56,400	7,120	98,100	52,000	0,000	132,833	82,000
A. Palmares 03	33,050	4,870	313,000	43,000	17,800	8,390	146,300	33,000	0,000	133,333	83,000
Casulo 01	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	133,833	84,000
Casulo 02	26,740	6,140	306,000	114,000	11,000	12,890	112,600	109,000	0,100	134,333	85,000
Leticia 01	28,100	7,000	320,567	13,369	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	134,833	86,000
Leticia 02	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	135,333	87,000
Imóvel Algodão 01	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	135,833	63,000
Imóvel Algodão 02	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	136,333	62,000
Baixa Verde 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	136,833	61,000
Baixa Verde 02	26,740	6,140	306,000	114,000	10,000	12,890	112,600	109,000	0,100	137,333	60,000
Baixa Verde 03	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	137,833	59,000
Baixa Verde 04	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	138,333	58,000
Baixa Verde 05	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	138,833	57,000
Baixa Verde 06	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	139,333	56,000
Cruzeiro 01	28,000	6,000	200,000	150,000	10,000	8,000	110,000	200,000	0,100	139,833	55,000
Average	29,148	5,924	292,566	138,565	12,998	9,750	126,013	278,866	0,128	149,266	65,910
Median	29,172	6,055	301,333	122,028	0,442	9,350	118,500	109,000	0,100	132,833	68,000
Standard deviation	1,558	1,093	39,972	77,907	41,244	2,242	25,745	388,809	0,127	49,229	12,107
Minimum	23,750	4,120	63,533	0,000	0,000	4,920	81,200	0,000	0,000	100,000	34,000
Maximum	33,050	8,999	383,000	843,000	420,000	19,740	255,300	1584,000	0,900	400,000	87,000

Source: Authors (2019).

According to the table presented, the results of the physicochemical (temperature, pH, redox potential, electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen, total residue and salinity) and biological variables (E. coli Thermotolerant Coliforms) of the drinking water samples in the rural communities of Chapada do Apodi/RN showed varying behavior (minimum and maximum) (Figure 3).



**Figure 3** | Boxplot graphs of the physicochemical and biological parameters of the investigated samples.

Source: Authors (2019).

Through these data, it is possible to compare and evaluate the intensity of the relation between the physicochemical parameter values obtained in water samples in the residential reservoirs of the rural

communities under this study, using the Spearman correlation matrix, which allows observing the influence between water characteristics (Table 4).

It can be observed that there is a negative correlation between the temperature and total coliforms variables (Table 4, row 10, column 1). It happens as a result of the high temperature influencing the presence of total coliforms in the water samples since it interferes with the life cycle of bacteria and parasites. Thus, the values analyzed for total and thermotolerant coliforms of type E. coli, were above the recommended by legislation, this is explained by contaminating anthropogenic sources near the points that supply the rural communities of Chapada do Apodi/RN.

The EC parameter showed positive correlations between pH (Table 4, row 2, column 4) and STD (Table 4, row 08, column 2), this is due to the relation of EC with the presence of dissolved ions in water. The EC parameter does not pose any risk to human health, but for its value, the concentration of STD can be calculated. Which offers risk because, when in excess, it makes the water unpleasant to the taste, corroding pipes and, its consumption may cause the accumulation of salts in the bloodstream (SANTOS; MOHR, 2013).

A positive ORP value was also found when associated with pH (Table 4, row 2, column 3) and OD (Table 4, row 6, column 3), being possible when there is a larger amount of organic solid within the system leading the pH to be more acid, increasing the oxygen consumption (BRAZ et al., 2012).

The results also showed a positive correlation between turbidity and dissolved oxygen (Table 4, row 6, column 5), since the turbidity is the main physical factor which affects water for the excess of segments, and may influence gas consumption like dissolved oxygen (TUNDISI, 2005).

Finally, a relation between STD variables and temperature was found (Table 4, row 1, column 8). Seeing that, the particulate matter when reaches waterbody through runoff, can influence its temperature, once when in high concentration, the solids may absorb a large amount of heat (MALHEIROS et al., 2012).

**Table 4 |** Spearman correlation matrix between the physicochemical parameters of the rural communities of Chapada do Apodi - RN.

	Temp	pH	ORP	CE	Turb	OD	OD (%)	STD	Salin	C. Totais	E. coli
Temp	<b>1,0000</b>										
pH	0,0159	<b>1,0000</b>									
ORP	-0,1045	0,2277	<b>1,0000</b>								
EC	0,0284	0,1259	-0,0264	<b>1,0000</b>							
Turb	-0,2316	-0,1104	-0,0344	-0,0819	<b>1,0000</b>						
OD	-0,2791	0,0919	0,3061	-0,0706	0,3152	<b>1,0000</b>					
OD (%)	0,1467	-0,2859	-0,0929	-0,0101	0,2209	0,4000	<b>1,0000</b>				
STD	0,3849	0,3233	-0,2007	0,1813	-0,1091	-0,2855	-0,0598	<b>1,0000</b>			
Salin	0,0707	0,4215	-0,2888	0,4237	-0,0138	-0,0798	-0,0342	0,2082	<b>1,0000</b>		
C. Totais	-0,1224	0,1710	0,0319	-0,1050	-0,0948	0,0196	-0,0729	0,0036	-0,0930	<b>1,0000</b>	
E. coli	-0,0774	-0,3032	0,0154	-0,0374	0,1219	0,0904	0,0801	-0,1970	-0,2817	-0,1088	<b>1,0000</b>

Source: Authors (2019).

Observing such context of environmental perception and water quality results, there are deficiencies, irregularities and a lack of an adequate water supply system in the rural communities of Chapada do Apodi/RN, reflecting directly on access, distribution, and quality of water for human consumption.

#### 4 FINAL CONSIDERATIONS

The water supply system in the rural communities of Chapada do Apodi/RN occurs through the use of water tanks and wells, with irregularities in the form of water storage and treatment applied before human consumption. Despite these irregularities, this feature has been used for a variety of purposes, including home use, irrigation, and animal use.

The form of water use in Chapada do Apodi/RN contributes to a panorama of risks to human health, as 72% of the population consumes water without any previous treatment. The risk is evidenced by the occurrence of symptoms and diseases of water transmission cited by the population, such as diarrhea, fever, and dengue.

In the evaluation of water quality, only the parameters of electrical conductivity, turbidity, total residue, and dissolved oxygen showed acceptable standards for human consumption according to the average values presented by Conama Resolution 357/2005 and Ordinance MS No. 2.914 / 2011. In contrast, the results found for the pH parameters, total coliforms, and E. coli thermotolerant coliforms presented disagreement according to current legislation. Salinity values presented were, according to Conama Resolution 357/2005, within the limit established for freshwater bodies intended for human consumption.

The results obtained considered the infrastructure conditions of water supply systems, as well as the physical-chemical and biological parameters of water intended for human consumption without previous treatment as unsatisfactory. Thus, it is necessary to adopt preventive measures with the residents of rural communities, prioritizing the preservation of water quality and its treatment, to minimize the risks of water-borne diseases.

In this context, further studies on the quality of water with physical-chemical, biological, heavy metals and pesticides parameters, present in water intended for human consumption, during rainy and drought periods, and its possible relationship with agro-industrial and agricultural activities are recommended; aiming to correlate the results obtained from these parameters in the different interferences of the quality of life of traditional rural communities.

#### REFERENCES

AMARAL, L. A. do. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510- 514, 2003.

APHA – AWWA – WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>th</sup> edition. Wasghington D.C. American Public Health Association.1995. 953p.

ARAÚJO, G. F. R. et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**. São Paulo, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.

BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

BERTOSSI, A. P. A. et al. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando estatística multivariada. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2025-2036, 2013.

BHATTI, M. T.; LATIF, M. Assessment of water quality of a river using an indexing approach during the low-flow season. **Irrigation and Drainage**, n. 60, p. 103 -114, 2011.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Editora Blücher, 2005.

BORTOLI, J. de. et al. Avaliação microbiológica da água em propriedades rurais produtoras de leite localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 1, p. 39, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011.

BRAZ, L. et al. Influência de características físico-químicas da água no transporte de metano para a atmosfera na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 99-112, 2012.

BRUM, B. R. et al. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**, v. 2, n. 32, p. 179-188, 2016.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; PIGNATI, W. Frutas, cereais e carne do Sul: agrotóxicos e conflitos ambientais no agronegócio no Brasil. **Raega: o espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 17, p.10-30, 2012.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CAVALCANTE, R. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 3, 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Variáveis da qualidade de água**. 2010. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/109-variaveis-de-qualidade-das-aguas>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005.

DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel; São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 1996.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 4. ed. São Paulo: Signus, 2012.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 602 p.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, p. 10-16, 2005.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 2002. Apostila.

GIATTI, L. L. Reflexões sobre Água de Abastecimento e Saúde Pública: um estudo de caso na Amazônia Brasileira. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 134-144, 2007.



GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LEMOS, C. A. **Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil**. 98 f. 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. São Paulo: Editora Átomo, 2005.

MACHADO, S. R. et al. Qualidade físico-química e bacteriológica da água que abastece o assentamento Canudos, Município de Palmeiras de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 3114-3126, 2015.

MALHEIROS, C. H. et al. Qualidade da água de uma represa localizada em área agrícola Campo Verde, MT, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 245-262, 2012.

MAROTTA, H.; SANTOS, R. O. dos; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambiental. **Revista Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, 2008.

MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O.; GUIMARAES, R. M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 695-708, 2016.

MELAZO, C. G. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares e Trilhas**, v. 4, n. 6, p. 45-51, 2005.

MORAIS, G. F. O. et al. Manejo, aspectos sanitários e qualidade da água de cisternas em comunidades do semiárido sergipano. **Gaia Scientia**, v. 11, p. 129-151, 2017.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de Parâmetros Físico-Químicos da Água e do Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Córrego da Água Branca no Município de Nerópolis – Goiás**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

OLIVEIRA, A. M. et al. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 31, p. 58-73, 2017.

PALÁCIO, H. A. Q. et al. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 395-402, 2011.

PERPÉTUO, E. A. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais**. São Paulo: Cepema-USP, 2014. 90 p.

PESSÔA, Z. B. **Efetivação do enquadramento de corpos-d'água para fins de consumo humano em regiões semiáridas**: avaliação conforme Resolução Conama 357/2005 e Portaria MS 2.914/2011. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. Salvador, 2013. 124 p.

PINTO FILHO, J. L. de O.; SOUZA, R. F. de; PETTA, A. R. Avaliação da água para consumo humano nas comunidades rurais do Campo Petrolífero Canto do Amaro – CPCA, RN, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 9, p. 102-119, 2018.

\_\_\_\_\_. Caracterização socioeconômica e ambiental da população do campo petrolífero Canto do Amaro, RN, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 2, p. 200-216, 2016.

PONTES, A. G. V. et al. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, 3213-3222 p, 2013.

PONTES, A. G. V. **Saúde do Trabalhador e saúde ambiental**: articulando universidade, SUS e movimentos sociais em território rural. 2012. 263 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade Federal do Ceará – UFC, Ceará, 2012.

QUESADO JÚNIOR, N. et al. Diagnóstico dos poços e qualidade das águas subterrâneas do município de Quixeré, Estado do Ceará. XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Anais...** Ceará, 2008.

RIBEIRO, T. G. et al. Estudo da Qualidade das Águas por Meio da Correlação de Parâmetros Físico-Químicos, Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns. **Geochimica Brasiliensis**, v. 30, p. 84-94, 2016.

RIGOTTO, R. M.; TEIXEIRA, A. C. A. Desenvolvimento e sustentabilidade socioambiental no campo, na cidade e na floresta. In: **Caderno de Textos da I Conferência Nacional de Saúde Ambiental**, 2009, Brasília. p. 78-83.

RIGOTTO, R. M. **Agrotóxicos, trabalho e saúde**: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE. Fortaleza: UFC, 2011.

ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, set. 2006.

RODRIGUES, L. M. et al. A Percepção Ambiental como Instrumento de Apoio na Gestão e na Formulação de Políticas Públicas Ambientais. **Saúde e Sociedade**, v. 21, supl. 3, p. 96-110, 2012.

SOARES, T. da C. et al. Perfil da água para o consumo humano e notificação de doenças em uma macrorregião do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, p. 205-215, 2018.

SOUSA, R. S. de. et al. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1095-1107, 2016.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. da C. et al. (Org.). **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 399-432.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA/IIE. 2003, 247 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. São Carlos: Rima/IIE. 2005. 248 p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 631 p.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias**. 3. ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte, MG, 2005.

# Gestão dos recursos hídricos no semiárido: avaliação do abastecimento de água para consumo humano nas comunidades rurais da Chapada do Apodi-RN

*Management of water resources in semi-arid: assessment  
of the drinking water supply in rural communities of  
Chapada do Apodi-RN*

Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho<sup>a</sup>

Alana Ticiane Alves do Rêgo<sup>b</sup>

*Anderson Rodrigues da Silva Lunesc*

<sup>a</sup>*Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Pau dos Ferros,*

*Pau dos Ferros, RN, Brasil.*

*End. Eletrônico: jorge.filho@ufersa.edu.br*

<sup>b</sup>*Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Pau dos Ferros,*

*Pau dos Ferros, RN, Brasil.*

*End. Eletrônico: alana\_ticiane10@hotmail.com*

<sup>c</sup>*Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Ufersa, Campus Pau dos Ferros,*

*Pau dos Ferros, RN, Brasil.*

*End. Eletrônico: anderson\_lunes@hotmail.com*

*doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.24398*

Received: 30/04/2019

Accepted: 02/12/2019

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

A água é recurso natural, presente em processos metabólicos dos seres vivos, que vem sendo utilizada para diversos fins, em especial o consumo humano. O estudo objetivou avaliar o sistema de abastecimento e a qualidade da água para consumo humano das comunidades rurais da Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte. A metodologia constou de identificação e avaliação do sistema de abastecimento a partir da percepção ambiental e de análises físico-químicas e biológica na água. Os dados de condutividade elétrica, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido apresentaram padrões aceitáveis para o consumo humano de acordo com valores apresentados pela legislação vigente. Em contrapartida, os resultados encontrados para os parâmetros de pH, coliformes totais e coliformes termotolerantes do tipo *Escherichia coli* apresentaram discordância com a legislação para corpos hídricos de águas doces destinados ao consumo humano. Pode-se considerar como insatisfatórias as condições de infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água e os parâmetros físico-químicos da água sem prévio tratamento.

*Palavras-chave: Comunidades rurais tradicionais. Abastecimento de Água. Consumo Doméstico de Água. Doenças de Veiculação Hídrica.*

## ABSTRACT

Water is a natural resource, present in metabolic processes of living beings, which has been used for various purposes, especially human consumption. This study aimed to evaluate the system of supply and quality of water for human consumption of the rural communities of Chapada do Apodi, RN. The methodology consisted of identifying the supply system, appraisal of supply from the environmental perception and physical-chemical and biological analyses in water. Electrical conductivity, turbidity, dissolved oxygen and Total Residue showed standards acceptable behaviors for human consumption according to figures presented by the Conama resolution 357/2005 and the gatehouse MS No. 2,914/2011. On the other hand, the results for the parameters of pH, total coliforms and coliforms *Escherichia coli* type Termotolerantes showed disagreement in accordance with the laws within the limits established for water bodies of fresh water intended for supply for human consumption. It can be considered as unsatisfactory conditions of infrastructure of water supply systems, and the physical and chemical parameters of the water without previous treatment.

*Keywords: Traditional rural communities. Water supply. Domestic consumption of water. Waterborne diseases.*

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um importante recurso natural e está presente na maioria dos processos metabólicos dos seres vivos, constituindo um elemento de vital importância para a sobrevivência destes. Conforme sua qualidade, pode ser utilizada para diversos fins, tais como: consumo humano, atividades agrícolas e pecuárias, geração de energia elétrica, transporte hidroviário, uso industrial, pesca e aquicultura, turismo e lazer (DERÍSIO, 2012). Esses usos múltiplos podem resultar nas alterações das características físico-químicas e biológicas da água por meio de processos de poluição e/ou contaminação, ocasionando consequências de ordem social, econômica, política, ambiental, ecológica e de saúde.

Esse recurso é utilizado em todo o mundo, mas torna-se relevante em regiões do semiárido, devido às suas restrições climáticas. No caso do Nordeste brasileiro, é notória a estratégia da gestão dos recursos hídricos, já que é responsável pelo ordenamento territorial. Na perspectiva de usos múltiplos dos recursos hídricos, a Chapada do Apodi vem adotando o modelo econômico baseado na implementação de perímetros irrigados, que centraliza o acesso a esses recursos.

A Chapada do Apodi se estende pelos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, abrangendo os municípios de Apodi, Baraúna, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado no lado potiguar e Alto Santo, Jaguaruana, Limoeiro do Norte, Quixeré e Tabuleiro do Norte no lado cearense (PINTO et al., 2016).

O modelo de produção agrícola a partir de perímetros irrigados na Chapada do Apodi caracteriza-se pelo agronegócio, que na visão de Rigotto e Teixeira (2009) provoca consequências relacionadas com o trabalho, o ambiente e a saúde: a concentração de terras e os deslocamentos da população; a violência; o comprometimento da segurança alimentar; mudanças sociais; imposição de novos hábitos; formação de favelas rurais; uso intensivo de mecanização; uso de fertilizantes e agrotóxicos; relações e condições de trabalho precárias; descumprimento da legislação trabalhista; intensificação do trabalho; exposição a risco à saúde; redução da biodiversidade e dos serviços ambientais; degradação do solo; elevado consumo de água; contaminação do ar; poluição das águas; exposição dos trabalhadores e das comunidades do entorno aos agrotóxicos.

A partir desse processo, a Chapada do Apodi vem sendo objeto de estudos científicos com diversos enfoques: condições dos trabalhadores (SAMPAIO; LIMA; FREITAS, 2011); saúde pública, concentração de terras, ambientais, sociais e político (RIGOTTO, 2011) e agrotóxicos (CARNEIRO; RIGOTTO; PIGNATI, 2012). No entanto, essas pesquisas estão centralizadas na Chapada do Apodi, no estado do Ceará, evidenciando a carência nas investigações no Rio Grande do Norte.

Aliado a esse fator de ausência de estudos científicos na Chapada do Apodi/RN, este estudo merece destaque devido à problemática ambiental na região, da possível interação do início do processo de implantação do Perímetro Irrigado de Santa Cruz do Apodi, por meio do estabelecimento de empresas agrícolas, com a alteração da qualidade ambiental, em especial nos recursos hídricos, já que é o elemento natural essencial para esse setor econômico e imprescindível para o desenvolvimento humano local.

No Brasil, diversos estudos sobre abastecimento de água vêm sendo desenvolvidos, com destaque para: Amaral et al. (2003), Araújo et al. (2011), Bortoli et al. (2018), Brum et al. (2016), Cavalcante (2014), Giatti (2007), Lemos (2003), Medeiros, Lima e Guimarães (2016), Moraes et al. (2017), Pessôa (2013), Pinto Filho et al. (2018), Quesado Júnior et al. (2008), Soares et al. (2018) e Souza et al. (2016). Porém, estudos similares ainda não foram realizados na Chapada do Apodi/RN, sendo importantes por fornecerem dados sobre a salubridade ambiental local, que permitirá inibir, prevenir ou impedir a ocorrência de doenças.

Com isso, é relevante investigar o sistema de abastecimento de água para consumo humano nas comunidades da Chapada do Apodi/RN, pois resulta em um cenário no semiárido brasileiro, com deficiências nas condições de saneamento ambiental, restrições climáticas e pressão agroindustrial. Dessa forma sendo exequível por meio da percepção ambiental, que permite a representação que uma população tem sobre o seu ambiente (DEL RIO; OLIVEIRA, 1996) e do monitoramento da água, que possibilita acompanhar as alterações da qualidade das características da água, decorrentes de atividades antrópicas e de fenômenos naturais (TUCCI, 2006), sendo assim possível identificar as relações entre qualidade ambiental e população.

Assim, este estudo propõe identificar a percepção ambiental da população local, já que é considerada um instrumento que compreende melhor as inter-relações entre sociedade e o ambiente (MELAZO, 2005), sendo contemplado com o monitoramento, que visa verificar se os padrões legais de qualidade da água estão sendo obedecidos, identificar o que está sendo alterado e o porquê dessas modificações (TUCCI, 2006).

Nessa perspectiva, somado aos dados de percepção ambiental, deve existir o monitoramento de água, que contribui para reduzir a pressão da degradação antropogênica sobre os ecossistemas



aquáticos, pois permite conhecer as condições de adaptabilidade do ambiente e as cargas dos agentes poluidores, possibilitando o auxílio do planejamento nas tomadas de decisões (MAROTTA; SANTOS; ENRICH-PRAST, 2008). Entretanto, a indisponibilidade de dados de qualidade da água é um dos principais problemas dos países em desenvolvimento (BHATTI; LATIF, 2011), tornando-se viável esta pesquisa.

Posto isso, o estudo apresenta uma abordagem sistêmica da problemática investigada: ambiental, por conhecer a qualidade da água para consumo humano; social, por identificar o papel da água no desenvolvimento local; econômico, por analisar os efeitos da escassez hídrica na região; científico, por contribuir com estudos de qualidade hídrica em áreas de semiárido; técnico, por fornecer dados para órgãos oficiais de meio ambiente; e político, por apurar a forma como a água vem sendo utilizada e para quem deve ser priorizada.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o sistema de abastecimento de água para consumo humano nas comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN. Para isso, elencaram-se como objetivos específicos: a) identificar as formas de abastecimento hídrico para a população na área de estudo; b) avaliar o sistema de abastecimento a partir da percepção ambiental da população e c) analisar a qualidade físico-química e biológica da água para consumo humano.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa pode ser classificada conforme sua abordagem, tipo, objetivos, fontes e técnicas (GIL, 2008). A abordagem desta pesquisa é qualitativa, pois apresenta avaliação do sistema de abastecimento humano das comunidades da Chapada do Apodi/RN a partir da percepção ambiental, e quantitativa, já que analisa a qualidade de água do abastecimento. A pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana (FONSECA, 2002).

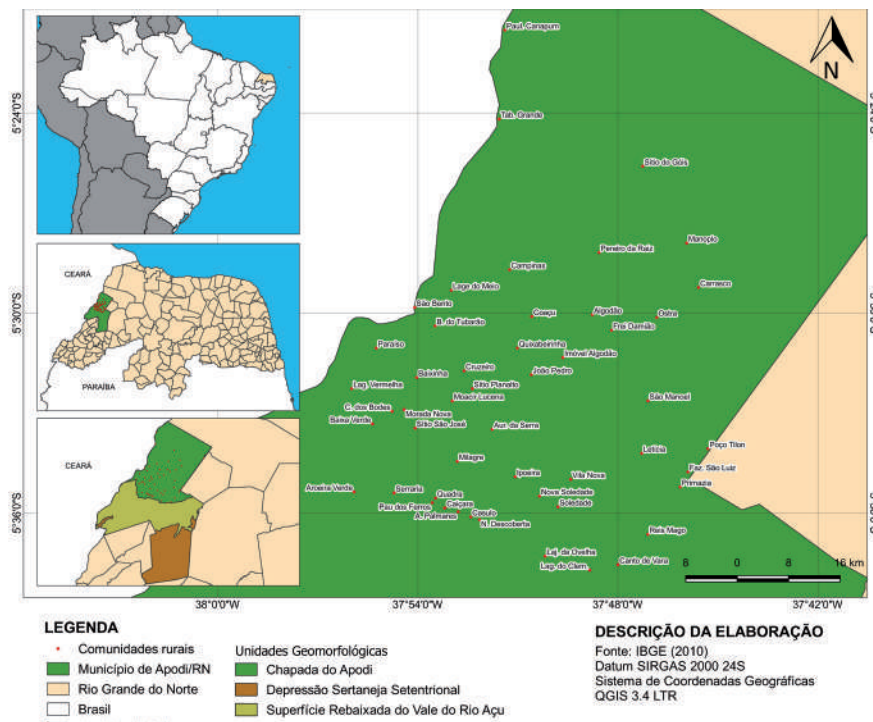
O tipo de pesquisa é o estudo de caso, visto que avalia a especificidade desse abastecimento de água e relação com o Perímetro Irrigado de Santa Cruz do Apodi. Gil (2008) aponta que um estudo de caso é uma análise detalhada de um ou poucos objetos, de modo que haja um conhecimento aprofundado por meio da investigação de um fenômeno dentro de seu contexto real.

Este estudo tem objetivo explicativo, uma vez que busca identificar o sistema de abastecimento a partir da percepção ambiental da população local. Conforme Gil (2008), a pesquisa explicativa tem a finalidade de identificar os fatores que determinam ou colaboram para a ocorrência de fenômenos.

Para a execução da pesquisa, foram adotados diversos meios: pesquisa bibliográfica; investigação em documentos e observação em campo (pesquisas de documentação, entrevista, observação e análises químicas) (GIL, 2008).

### 2.2 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Apodi é um município situado na microrregião da Chapada do Apodi e na mesorregião do oeste potiguar, no Rio Grande do Norte (Figura 1), distante 340 km de Natal, com área territorial de 1.602,477 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).



**Figura 1** | Mapa de localização do município de Apodi, Rio Grande do Norte (RN), e das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN.

Fonte: Autores (2019).

O município de Apodi/RN possui uma população de 35.814 habitantes, sendo que a maioria está instalada na zona rural (quase 52%) (IBGE, 2018). O referido município apresenta uma característica no meio rural, sendo a partir das formações geológicas da área divide-se a zona rural do município, a saber: Formação Açu (Região da Areia de Apodi); Embasamento Cristalino e Depressão Sertaneja Setentrional (Região da Pedra de Apodi); Depósitos Aluvionares (Vale do Apodi); e Jandaíra (Chapada do Apodi) (Figura 1).

A região da Chapada do Apodi/RN teve o seu processo de ordenamento territorial ao longo dos anos ligado às atividades agrícolas, já que há algumas décadas era ocupada por grandes latifúndios. Todavia, no final dos anos 1970 e início dos anos de 1980, surgiu um processo de organização popular das(os) trabalhadoras(es) rurais do município de Apodi em decorrência de ações realizadas pelas igrejas, por meio das Comunidades Eclesiais de Base – CEBs, com a criação de Associações Comunitárias nas comunidades rurais (PONTES, 2012).

Esse trabalho de articulação das(os) agricultoras(es) de Apodi culminou, na década de 1990, com a criação do Sindicato das Trabalhadoras e Trabalhadores Rurais de Apodi – STTR, um importante articulador da agricultura familiar na região. A partir de 1990, o município de Apodi começou a apresentar mudanças no contexto rural, provocadas pela crise do algodão, que é caracterizada por pragas biológicas, aumento na pulverização com agrotóxicos, escassez de recursos econômicos, altas taxas de juros para financiamento da produção, ausência de economia de escala e restrição na mecanização agrícola, resultando no enfraquecimento dos grandes proprietários de terras e proporcionando um cenário de luta das(os) trabalhadoras(es) locais para reforma agrária (PONTES, 2012).

A partir desse cenário, agricultoras(es) conseguiram suas terras, por meio de desapropriações realizadas pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária – Incra e comunidades rurais provenientes do Crédito Fundiário 7, que consiste em um importante instrumento de política pública de acesso à terra em todo o País, fazendo com que na Chapada do Apodi/RN, onde outrora predominava o latifúndio, hoje seja caracterizada por vários assentamentos e comunidades tradicionais rurais, que trabalham com a agricultura familiar de base agroecológica (PONTES, 2012).

Com isso, nessa área tem se consolidado experiências exitosas de produção de alimentos de forma agroecológica e familiar do Nordeste, nos últimos anos, contemplando 55 comunidades rurais (Figura 1 e Tabela 1) (PONTES et al., 2013). Na Tabela 1, apresentam-se as coordenadas geográficas das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN para a realização deste estudo.

Tabela 1 | Coordenadas geográficas das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN.

Type	Communities	Coordinates	Type		Type		
RURAL COMMUNITIES	Algodão	05° 30' 03" S	INCRA SITTING PROJECT	Frei Damião	05° 30' 30.97" S	A. Palmares	05° 35' 57.57" S
		37° 48' 46" W			37° 48' 11.63" O		37° 52' 47.76" O
	Aroeira Verde	5° 35' 21.73" S		Caiçara	5° 35' 50.57" S	Casulo	05° 36' 6.81" S
		37° 55' 55.06" S			37° 53' 10.99" O		37° 52' 24.91" O
	B. do Tubarão	05° 30' 23" S		Paul. Canapum	05° 21' 12.33" S	Letícia	05° 34' 23" S
		37° 53' 29" S			37° 51' 59.59" O		37° 47' 17" W
	Baixinha	05° 31' 56" S		São Bento	05° 29' 48.66" S	Imóvel Algodão	05° 31' 20" S
		37° 54' 02" W			37° 54' 8.09" O		37° 49' 39" W
	Campinas	05° 28' 42" S		Tab. Grande	05° 23' 51.57" S	Baixa Verde	5° 33' 19.61" S
		37° 51' 15" W			37° 52' 25.76" O		37° 55' 21.62" O
	Canto de Vara	05° 37' 33" S		Sítio do Góis	05° 25' 35.86" S	Cruzeiro	05° 31' 44" S
		37° 48' 00" W			37° 47' 15.25" O		37° 52' 37" W
	Carrasco	05° 29' 14" S		Vila Nova	05° 34' 59" S		
		37° 45' 35" W			37° 49' 25" W		
	C. dos Bodes	5° 32' 56.95" S		Aur. Da Serra	05° 33' 29" S		
		37° 54' 46.54" O			37° 51' 46" W		
	Coaçu	05° 30' 06" S		Moacir Lucena	05° 32' 38" S		
		37° 50' 36" W			37° 52' 58" S		
	Nova Soledade	5° 35' 28.48" S		Milagre	05° 34' 27" S		
		37° 50' 21.06" O			37° 52' 49" W		
	Faz. São Luiz	05° 34' 46" S		Paraíso	05° 31' 03" S		
		37° 45' 54" W			37° 55' 15" W		
	Ipoeira	5° 34' 54.53" S		Lage do Meio	05° 29' 19" S		
		37° 51' 4.90" O			37° 53' 00" W		
	João Pedro	05° 31' 51" S		São Manoel	05° 32' 38" S		
		37° 50' 36" W			37° 47' 06" W		
	Lage do Meio	05° 29' 19" S		N. Descoberta	5° 36' 12.02" S		
		37° 53' 00" W			37° 52' 9.21" O		
	Lag. Do Clem.	05° 37' 42.67" S					
		37° 48' 50.63" O					
	Lag. Vermelha	05° 32' 16" S					
		37° 55' 59" W					
Laj. Da Ovelha	5° 37' 17.53" S						
	37° 50' 11.07" O						
Manoplo	05° 27' 54" S						
	37° 45' 56" W						
Morada Nova	05° 32' 54" S						
	37° 54' 25" W						
Mulungu	5° 27' 29.30" S						
	37° 40' 26.35" O						
Ostra	05° 30' 08" S						
	37° 46' 50" W						
Pau dos Ferros	5° 35' 41.29" S						
	37° 53' 34.19" O						
Pereiro da Raiz	05° 28' 11" S						
	05° 28' 11" S						
Poço Tilon	05° 34' 04" S						
	37° 45' 18" W						
Primazia	05° 35' 13" S						
	37° 46' 08" W						
Quadra	5° 35' 32.83" S						
	37° 53' 28.34" O						
Quixabeirinha	05° 31' 03" S						
	37° 51' 01" W						
Reis Mago	05° 36' 38" S						
	37° 47' 06" W						
São Francisco	05° 35' 51" S						
	37° 53' 12" W						
Serraria	5° 35' 23.73" S						
	37° 54' 43.08" O						
Sítio Cruzeiro	05° 31' 44" S						
	37° 52' 37" W						
Sítio do Góis	5° 25' 35.86" S						
	37° 47' 15.25" O						
Sítio Planalto	05° 32' 16" S						
	37° 52' 22" W						
Sítio São José	05° 33' 27" S						
	37° 54' 05" W						
Soledade	05° 35' 49" S						
	37° 49' 48" W						

Fonte: Autores (2019).

## 2.3 PROCEDIMENTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Para investigar a problemática da área de estudo, utilizou-se estudo de percepção ambiental, já que é considerada uma ferramenta de sustentabilidade por meio da reaproximação da sociedade com a natureza, permitindo dessa forma compreender as condições do sistema de abastecimento de água para consumo humano das comunidades rurais, bem como identificar o reflexo dessas condições na qualidade de vida de tais comunidades, com os procedimentos: a) definição do instrumento de coleta da percepção ambiental; b) processo de amostragem; c) pesquisa de campo; d) tratamento dos dados. Ressalta-se ainda que a percepção da comunidade local é considerada indicador de efetividade de gestão, já que Rodrigues et al. (2012), afirmam que esse instrumento permite acompanhar os serviços na vida dos moradores.

### A) INSTRUMENTO DE COLETA DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Adotou-se como instrumento de coleta da percepção ambiental um questionário semiestruturado abordando o perfil socioeconômico da população local; características dos usos da água para consumo humano; avaliação da qualidade e quantidade da água do abastecimento e as doenças de maior ocorrência na região investigadas para possivelmente correlacionar com vetores de doenças hídricas.

### B) PROCESSO DE AMOSTRAGEM

O processo de amostragem do estudo se deu com o procedimento por meio de sorteio de, no mínimo, 10% de residências, usando como fonte de dados a Unidade Básica de Saúde – UBS (2018) das comunidades rurais pertencentes à região investigada, que contabilizaram 1.649 domicílios.

Assim, foram coletadas amostras de água de 186 domicílios, valor definido a partir de Bolfarine e Bussab (2005), que ponderam que uma amostra igual ou superior a 25 será sempre considerada normal, ou seja, significativa, com isso estabeleceu-se uma amostragem não probabilística onde esse número representa mais de 10% do total da população local (Tabela 1).

A amostragem definida foi de 186 questionários, que representa 11,28% do universo de domicílios, sendo distribuídos proporcionalmente entre as comunidades rurais investigadas e, atendendo às exigências estatísticas (Tabela 2).

**Tabela 2 |** Distribuição da população por comunidade rural na Chapada do Apodi/RN.

TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLD SAMPLE
RURAL COMMUNITIES	Algodão	07 – 01	INCRA SITTING PROJECT	Frei Damião	50 – 05	FUNDY CREDIT DESIGN	Agrovila Palmares	30 – 03
	Aroeira Verde	03 – 01		Caiçara	60 – 06		Casulo	12 – 02
	B. do Tubarão	10 – 01		Paul. Canapum	60 – 06		Leticia	15 – 02
	Baixinha	03 – 01		São Bento	45 – 04		Imóvel Algodão	17 – 02
	Campinas	15 – 02		Tab. Grande	60 – 06		Baixa Verde	51 – 06
	Canto de Vara	10 – 01		Sítio do Góis	60 – 06		Cruzeiro	07 – 01
	Carrasco	04 – 01		Vila Nova	10 – 01			
	C. dos Bodes	01 – 01		Aur. da Serra	70 – 07			
	Coaçu	01 – 01		Moacir Lucena	25 – 03			
	Nova Soledade	01 – 01		Milagre	32 – 04			
	Faz. São Luiz	10 – 01		Paraíso	36 – 04			
	Ipoeira	07 – 01		Lage do Meio	28 – 03			
	João Pedro	18 – 02		São Manoel	26 – 03			
	Lage do Meio	100 – 10		N. Descoberta	42 – 05			

TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLDS SAMPLE	TYPE	COMMUNITIES	HOUSEHOLD SAMPLE
RURAL COMMUNITIES	Lag. do Clem.	05 – 01	INCRA SITTING PROJECT		FUNDY CREDIT DESIGN			
	Lag. Vermelha	06 – 01						
	Laj. da Ovelha	10 – 01						
	Manoplo	20 – 02						
	Morada Nova	02 – 01						
	Mulungu	40 – 04						
	Ostra	01 – 01						
	Pau dos Ferros	15 – 02						
	Pereiro da Raiz	02 – 01						
	Poço Tilon	03 – 01						
	Primazia	20 – 02						
	Quadra	01 – 01						
	Quixabeirinha	65 – 06						
	Reis Mago	01 – 01						
	São Francisco	05 – 01						
	Serraria	02 – 01						
	Sítio Cruzeiro	60 – 06						
	Sítio do Gois	04 – 01						
	Sítio Planalto	06 – 01						
Sítio São José	05 – 01							
Soledade	450 – 46							
<b>TOTAL A</b>	<b>913 - 106</b>		<b>TOTAL B</b>	<b>604 – 63</b>		<b>TOTAL C</b>	<b>132 – 16</b>	
<b>GRAND TOTAL (A + B + C) =</b>							<b>1.649 – 186</b>	

Fonte: Autores (2019).

### C) PESQUISA DE CAMPO

No período de janeiro, fevereiro e março de 2018 ocorreu a aplicação dos questionários nas comunidades rurais investigadas, onde foi disponibilizado aos participantes o Termo de Consentimento Livre de Esclarecimento – TCLE, constando as explicações da pesquisa e os contatos dos pesquisadores. Foram mencionados os critérios de inclusão e exclusão dos participantes e os riscos da pesquisa. A escolha pelo método de *survey* deve-se ao fato de permitir enunciados descritivos, explicativos e exploratórios sobre uma população, isto é, descobrir a distribuição de atributos da população (BABBIE, 2001).

A realização do monitoramento da qualidade de água para consumo humano se deu com análise de parâmetros físico-químicos nos reservatórios das residências (cisternas, poços, caixas-d’água e torneiras) baseado em *American Public Health Association – APHA* (1995) por meio da sonda de multiparâmetro, modelo HORIBA U-50, que permite quantificar em tempo real o potencial hidrogeniônico (pH), turbidez (NTU), temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica (mS/cm), sólidos totais dissolvidos (g/L), salinidade (ppt), potencial de Oxirredução (mV) e porcentagem de oxigênio dissolvido (%). Os coliformes totais (UFC/100mL), coliformes termotolerantes (UFC/100mL) e *Escherichia coli* (UFC/100mL) foram realizados em laboratório comercial.

### D) TRATAMENTO DE DADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística não paramétrica por meio da correlação de Spearman, procedimento utilizado por Ribeiro et al. (2016) e Bertossi et al. (2013), com o auxílio do Microsoft Office Excel versão 2013 e representação por gráficos do tipo *boxplot* de cada variável. A



matriz de correlação composta pelas 10 variáveis foi processada por meio de um *software* estatístico livre *R studio* que mostra a relação entre as variáveis selecionadas em cada componente. Os resultados foram comparados com estudos de abastecimento humano em comunidades rurais, com os valores da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – Conama nº 357/2005 e da Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS COMUNIDADES RURAIS DA CHAPADA DO APODI/RN A PARTIR DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO LOCAL

A distribuição do sistema de abastecimento de água das comunidades da Chapada do Apodi ocorre de forma heterogênea, tanto no tempo como no espaço, com limitações quantitativas, apresentando variabilidade na origem: poços (85,07%), Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte – Caern (3,73%), carros-pipa (3,36%), poços e carros-pipa (4,10%), poços e Caern (0,37%), e outros (3,36%). Resultados similares sobre a infraestrutura do abastecimento foram encontrados por Amaral et al. (2003), Giatti (2007) e Pinto Filho et al. (2018) ao analisarem as dificuldades das comunidades rurais no acesso à água potável. Com isso, pode-se induzir que existe uma relação desigual e de dificuldade em relação ao acesso à água potável para a população rural da Chapada do Apodi/RN.

A partir da percepção ambiental da população local verificaram-se deficiências na forma de abastecimento de água, principalmente relacionada com a ausência de rede de distribuição de água. Para a referida problemática, Souza et al. (2016) apontam adoção de soluções alternativas coletivas e para suprirem suas necessidades de consumo. Acrescentando as possibilidades de alternativas viáveis, Moraes et al. (2017) destacam as tecnologias sociais de captação e armazenamento de água em conjunto com ações de educação ambiental, veículo de sensibilização e transformação para estimular o fortalecimento e uso das barreiras sanitárias que preservem a qualidade desse recurso natural.

Ainda nessa linha de pensamento, Amaral et al. (2003) afirmam que a água, quando captada de fontes naturais, sem nenhum tratamento, resulta da deficiência no sistema de abastecimento de água, consequentemente apresenta possível contaminação por coliformes e risco de infecções de origem hídrica. Pode-se constatar, por meio da pesquisa, que 72% da população consome a água sem nenhum tratamento prévio, 18,66% fazem uso do filtro de barro em suas residências, 5,60% utilizam cloro para desinfecção para a inativação de organismos patogênicos, apenas 0,75% realiza um tratamento prévio com fervura como medida preventiva, e 2,99% dos moradores responderam que realizam o tratamento por outros meios. Situações similares foram encontradas por outros pesquisadores: Lemos (2003) na área rural do Maquiné/RS, em que 87% dos moradores não tratam previamente a água captada, e Bortoli et al. (2018) observaram que das amostras de água destinadas ao consumo humano em propriedades rurais no Rio Grande do Sul, 58% recebem tratamento com cloro, e as demais não utilizam nenhum recurso para tratamento. Diante do apresentado, percebe-se que o abastecimento hídrico para consumo humano em zona rural ainda é uma problemática recorrente, consequentemente tornando a população local vulnerável a doenças por veiculação hídrica.

Na perspectiva de inadequadas condições de saneamento em áreas rurais, associadas à falta de conhecimento da população, possibilita o aumento de doenças transmitidas pela água (ARAÚJO et al., 2011; CAVALCANTE, 2014). Nas comunidades rurais investigadas, os problemas no sistema de abastecimento de água podem influenciar a saúde humana, visto que existem alguns sintomas e doenças de veiculação hídrica, como diarreia (11,9%), febre tifoide (7,0%) e dengue (1,9%), que estão entre as mais citadas pela população por ocorrência (Figura 2). Nos estudos de Pinto Filho et al. (2018), os moradores de comunidades rurais do CPCA/RN relataram problemas de saúde correlacionados com a qualidade da água, entre eles diarreia (10,5%) e dengue (3,4%). Portanto, pode-se inferir a relação da qualidade das águas com o surgimento de doenças de veiculação hídrica (BRUM et al., 2016; SOARES et al., 2018).

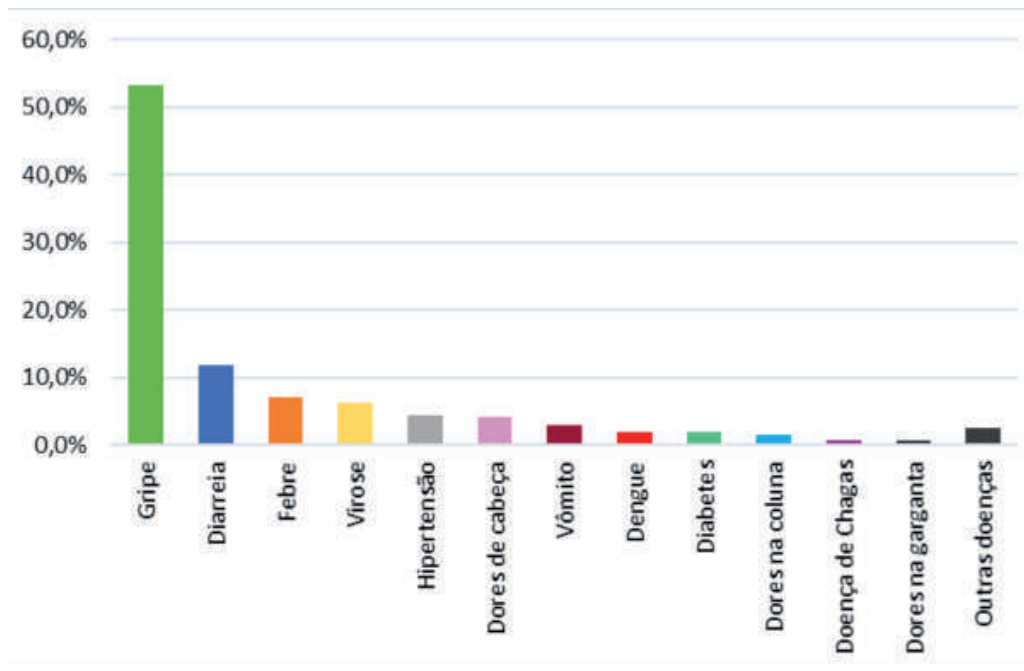


Figura 2 | Sintomas e doenças citadas pelos moradores das comunidades da Chapada do Apodi.  
 Fonte: Autores (2019).

Dessa forma, para associar a questão saúde e qualidade ambiental faz-se necessário analisar a qualidade da água para o abastecimento humano nas comunidades rurais estudadas, visto que a falta de monitoramento dessas fontes e o desconhecimento da população das causas e problemas associados à contaminação da água concorrem para maior incidência de doenças de veiculação hídrica (CAVALCANTE, 2014).

### 3.2 QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO PARA CONSUMO HUMANO NAS COMUNIDADES RURAIS ESTUDADAS

A Tabela 3 contém os resultados das variáveis físico-químicas (temperatura, pH, potencial de oxirredução, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, resíduo total e salinidade) e biológicas (coliformes termotolerantes do tipo E. coli) das amostras de água para consumo humano nas comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN.

Em corpos-d'água, a temperatura pode ser analisada junto com outros parâmetros, podendo influenciar as reações desse meio (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015). Os valores obtidos na análise de água para temperatura – temp apresentaram uma média de 29,14°C (Tabela 3), no entanto, na comunidade rural de A. Palmares, na análise 03, apresentou uma temperatura excessiva de 33,05°C (Linha 174 e Coluna 02, da Tabela 3). Resultado similar a esse foi observado em um estudo por Araújo et al. (2011), com valores excedentes de até 30,1°C em uma comunidade no estado de São Paulo. A legislação não estabelece valores para o parâmetro temperatura, com isso não se pode realizar referência de não conformidade legal.

O potencial hidrogeniônico – pH pode ser resultado de fatores naturais e antrópicos (LIBÂNIO, 2005). Os valores do pH das amostras de água estudadas apresentaram média de 5,92 (Tabela 3), e na comunidade rural de Paraíso, análise 01, observou-se um valor de 4,120 (Linha 132 e Coluna 03, da Tabela 3), mais abaixo do permitido pela legislação. Dessa forma, os valores de mínimo e média não se encontram em conformidade com a Resolução Conama nº 357/2005 e a Portaria MS nº 2.914/2011, que preveem valores máximos permitidos entre 6,0 a 9,0 e 6,0 a 9,5, respectivamente.

Esses resultados apresentaram comportamento semelhante aos valores obtidos para águas de origem de aquíferos subterrâneos, desde a captação até os pontos de consumo, em municípios do Pará, por Medeiros, Lima e Guimarães (2016), que obtiveram valores ácidos e que não se enquadram nos valores recomendados

para consumo humano; por Brum et al. (2016) que variou entre 4,46 a 6,96, em poços rasos de área com déficit de saneamento básico em Cuiabá/MT; Araújo et al. (2011) obtiveram dados de 4,25 e 4,46, em uma caixa-d'água de uma residência e em uma das nascentes que abastecem a comunidade rural no estado de São Paulo. Portanto, observa-se que existe uma tendência de as águas em zonas rurais apresentarem características ácidas.

O potencial de oxirredução – ORP representa alterações no estado de oxidação de muitos íons ou nutrientes, e relacionado principalmente com a disponibilidade de nutrientes para as comunidades aquáticas (TUNDISI; TUNDISI, 2008). Os valores encontrados para o ORP apresentaram uma média de 292,566 mV (Tabela 3), com valores que indicaram até 383,0 mV, no caso das comunidades rurais, presentes na Tabela 3, de São Bento, análise 02 (Linha 127 e Coluna 04), Aur. da Serra, análise 03 (Linha 145 e Coluna 04), Lage do Meio, análise 02 (Linha 162 e Coluna 04), A. Palmares, análise 01 (Linha 172 e Coluna 04), e Imóvel Algodão, análise 02 (Linha 180 e Coluna 04).

A Resolução Conama não dispõe de padrões do potencial redox para as classes de água doce. Porém, de acordo com Fiorucci e Benedetti Filho (2005), valores de ORP entre 200 mV e 600 mV indicam um meio fortemente oxidante, e diferenças de potencial entre -100 mV e -200 mV revelam meios redutores. Com isso, pode-se analisar a qualidade das amostras da água da Chapada do Apodi/RN como predominantemente oxidante.

A condutividade elétrica – CE representa uma medida do efeito antrópica, já que depende das concentrações iônicas e da temperatura, indicando a existência de sais na água (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB, 2010). Os resultados de CE apontaram uma média de 138,565  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Tabela 3), e apresentaram valores de até 843  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , como na comunidade rural de B. do Tubarão, análise 01 (Linha 04 e Coluna 05, da Tabela 3), valores estes que são considerados acima do permitido, tendo em vista que a Portaria MS nº 2.914/2011 estabelece como padrão de aceitação para consumo um limite de 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (BRASIL, 2011). Quando comparados com os resultados de Brum et al. (2016), observam-se diferenças significativas, visto que esses autores encontraram valores de até 486,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , representando que as amostras investigadas se apresentam dentro do limite estabelecido pela portaria. Contudo, o controle dessas concentrações abaixo dos limites da legislação é ferramenta importante para se evitar os efeitos degradantes do processo de poluição hídrica (TUNDISI, 2003).

A turbidez – Turb pode ser tanto de origem natural quanto antrópica e não traz problemas diretos, porém, esteticamente é desagradável e os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos (PERPÉTUO, 2014). Os resultados obtidos de Turb obtiveram uma média de 12,998 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) (Tabela 3). No entanto, na comunidade rural de N. Descoberta, análise 05 (Linha 171 e Coluna 06, da Tabela 3), o valor desse parâmetro apresentou um excedente de 420 UNT.

Os dados médios analisados foram inferiores ao limite máximo permitido (até 40 UNT) proposto pela Resolução Conama nº 357/2005 para águas doces de Classe 1, de abastecimento para consumo humano, com desinfecção, apontando que estão conforme condições estabelecidas pela legislação. Quando comparado com o da Portaria MS nº 2.914/2011, observa-se que a média apresentou resultados considerados não aceitáveis para consumo humano, pois mostrou valor superior ao limite recomendado de 5 UNT, necessitando de tratamento prévio para consumo. Ressaltamos ainda que os resultados obtidos para Turb também foram diferentes e superiores aos determinados por outros estudos de avaliação da água para consumo humano em comunidades rurais, como Pinto Filho et al. (2018) que determinaram valores de até 6,61 UNT. Pode-se inferir que alguns valores encontrados estiveram acima do padrão estabelecido pela legislação vigente, com isso pode comprometer as características organolépticas da água.

O oxigênio dissolvido – OD é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2005). Esse elemento influencia todos os processos químicos e biológicos que ocorrem na água e indica possível poluição por matéria orgânica (ESTEVES, 2011). Nas amostras analisadas, os valores de OD expressaram uma média de 9,75 mg/L (Tabela 3), e na comunidade rural de São Francisco, análise 03 (Linha 47 e Coluna 07, da Tabela 3) mostrou um valor correspondente a 4,92 mg/L, favorecendo um valor negativo de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005. A Portaria MS nº 2.914/2011 não estabelece valores para esse parâmetro.

Ao comparar com dados da literatura, observam-se que os resultados obtidos foram superiores, já que Pinto Filho et al. (2018), em águas coletadas para consumo humano no CPCA/RN, obtiveram valores oscilando entre 3,89 e 7,60 mg/L, e apresentaram um total de 84,51% das amostras inferiores a 6,0 mg/L, e Araújo et al. (2011), em amostras de água coletadas em comunidades rurais no estado de São Paulo, encontraram valores entre 2,7 e 8,3 mg/L. Portanto, os valores obtidos com baixos níveis de oxigênio dissolvido podem ser relacionados com o lançamento de matéria orgânica em corpos hídricos e a decomposição desta por meio de microrganismos aeróbios que consomem o oxigênio dissolvido presente na água (ARAÚJO et al., 2011; PESSÔA, 2013).

O resíduo total – STD é considerado um problema potencial, pois seu excesso na água ocasiona alteração no sabor, acarreta problemas de corrosão de tubulações e o seu consumo pode causar riscos à saúde humana (CASALI, 2008). Os valores encontrados neste estudo apresentaram uma média de 279 mg/L (Tabela 3), porém, nas comunidades rurais Poço Tilon, análise 02 (Linha 39 e Coluna 09, da Tabela 3), Quixabeirinha, análise 02 (Linha 43 e Coluna 09, da Tabela 3), São Francisco, análise 04 (Linha 48 e Coluna 09, da Tabela 3), Aur. da Serra, análise 04 (Linha 146 e Coluna 09, da Tabela 3), Lage do Meio, análise 03 (Linha 163 e Coluna 09, da Tabela 3) e Baixa Verde, análise 04 (Linha 184 e Coluna 09, da Tabela 3) obtiveram-se valores de 1.584 mg/L. Quando comparado com a Resolução Conama 357/2005, para enquadramento do corpo hídrico nas Classes 1, 2 e 3, embora alguns valores encontrados estivessem acima do padrão estabelecido pela legislação vigente, observa-se que a média apresentou resultados considerados aceitáveis para o consumo humano, pois mostrou valor inferior ao limite recomendado de 500 mg/L. Portanto, o comportamento dos sólidos totais é semelhante ao da turbidez, visto que ambas as variáveis se relacionam, e podem ter apresentados valores elevados devido à maior concentração de matéria orgânica apresentada durante períodos chuvosos (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

A salinidade é a medida da concentração total de íons dissolvidos na água, com influência das condições naturais de solo, clima da região e antrópica, sendo considerada uma das principais causas dos problemas de qualidade de água para irrigação (PALÁCIO et al., 2011; QUESADO JÚNIOR et al., 2008).

A média dos resultados analíticos da Salinidade para as águas investigadas foi de 0,128 ppt (Tabela 3), porém, na comunidade rural Moacir Lucena, análise 02 (Linha 151 e Coluna 10, da Tabela 3) apresentou um valor de 0,900 ppt. Resultado semelhante a esse foi obtido por Quesado Júnior et al. (2008) que obtiveram uma média de 0,85 ppt, mínimo de 0,01 e máximo de 2,34 ppt.

A Resolução Conama 357/2005 e a Portaria nº 2.914/2011 não atribuem valores de referência para a salinidade em relação à potabilidade, mas, de acordo com essa Resolução, os valores apresentados na análise, de acordo com a média obtida, classificam-se como sendo de água doce, que é classificada por Oliveira et al. (2017) como boa para a prática de irrigação, por apresentar poucas restrições de uso, ou seja, baixo risco de desenvolver problemas de salinidade (OLIVEIRA et al., 2017). Portanto, quanto à salinidade, as amostras de água investigadas relacionam-se como compatíveis com os usos mais exigentes a que forem destinadas (PESSÔA, 2013).

Os valores obtidos para coliformes totais – C. Totais obtiveram média de 149,266 UFC/100mL (Tabela 3), com valores de no mínimo 100,0 UFC/100mL, como no caso das comunidades rurais de Soledade, análise 01 (Linha 63 e Coluna 11, da Tabela 3), Soledade, análise 02 (Linha 64 e Coluna 11, da Tabela 3), Soledade, análise 04 (Linha 66 e Coluna 11, da Tabela 3) e Soledade, análise 08 (Linha 70 e Coluna 11, da Tabela 3). Já, os valores de coliformes termotolerantes do tipo *Escherichia coli* – E. coli, obtiveram média de 65,910 UFC/100mL (Tabela 3), com valores de no mínimo 34,0 UFC/100mL na comunidade rural de Soledade, análise 43 (Linha 105 e Coluna 12, da Tabela 3). Em estudos similares realizados por Bortoli et al. (2018), também observaram determinação de coliformes totais em 62,5% das fontes utilizadas para consumo humano nas propriedades rurais e presença de E. coli em 31,7%, estando impróprias para o consumo humano.

Assim, observa-se possível indicativo de poluição e contaminação hídrica, visto que, segundo a Portaria MS 2.914/2011, deve-se considerar a ausência de coliformes totais e coliformes termotolerantes do tipo E. coli na água destinada ao consumo humano. Esse quadro é recorrente em zona rural e preocupante, visto que, de acordo com Bortoli et al. (2018), a quantidade de coliformes presentes nas amostras de águas analisadas

pode estar relacionada ao manejo inadequado dos dejetos de animais e a infiltração de fossas, que pode comprometer o lençol freático, tornando-se importante a melhoria estrutural do abastecimento de água, principalmente no que diz respeito às medidas de saneamento, armazenamento apropriado nas residências e medidas para desinfecção (CAVALCANTE, 2014).

**Tabela 3** | Estatística descritiva dos parâmetros físico-químicos e biológicos das amostras de água das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN.

Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
Algodão 01	29,920	4,950	300,000	233,000	0,000	11,790	153,200	151,000	0,100	101,000	71,000
Aroeira Verde 01	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	103,000	73,000
B. do Tubarão 01	29,300	5,360	285,000	843,000	0,000	9,730	128,200	548,000	0,400	107,000	77,000
Campinas 01	28,320	5,660	313,000	138,000	0,000	10,320	133,800	90,000	0,100	109,000	79,000
Canto de Vara 01	27,180	5,910	319,000	278,000	4,400	13,330	170,800	180,000	0,100	110,000	76,000
Canto de Vara 02	25,800	6,190	324,000	141,000	84,400	9,350	118,500	85,000	0,100	102,000	82,000
Carrasco 01	28,320	5,660	313,000	138,000	0,000	10,320	133,800	90,000	0,100	104,000	84,000
C. dos Bodes 01	28,000	5,000	321,000	140,000	0,000	10,610	137,100	90,000	0,100	105,000	70,000
Coaçu 01	27,680	4,340	329,000	142,000	0,000	10,900	140,400	90,000	0,100	107,821	77,000
Nova Soledade 01	29,920	4,950	300,000	233,000	0,000	11,790	153,200	151,000	0,100	110,226	78,000
Faz. São Luiz 01	32,130	5,750	295,000	115,000	0,100	8,720	118,200	910,000	0,200	112,631	80,000
Ipoeira 01	30,460	4,770	288,000	172,000	50,100	8,480	113,500	112,000	0,100	115,036	82,000
João Pedro 01	28,000	6,000	200,000	150,000	40,000	8,000	110,000	200,000	0,100	117,440	87,000
Lage do Meio 01	29,910	4,710	276,000	117,000	0,000	8,970	119,000	76,000	0,100	119,845	67,000
Lage do Meio 02	28,630	4,360	252,000	0,000	19,700	10,300	134,200	0,000	0,000	122,250	68,000
L. do Clem. 01	30,460	4,770	288,000	172,000	50,100	8,480	113,500	112,000	0,100	124,655	69,000
L. do Clem. 02	29,920	4,950	300,000	233,000	0,000	11,790	153,200	151,000	0,100	127,060	70,000
L. do Clem. 03	29,910	4,710	276,000	117,000	0,000	8,970	119,000	76,000	0,100	129,464	71,000
L. do Clem. 04	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	131,869	72,000
L. do Clem. 05	29,272	4,720	270,000	91,500	18,450	8,482	136,817	59,000	0,100	134,274	73,000
L. do Clem. 06	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	136,679	74,000
L. do Clem. 07	29,722	4,660	258,000	136,500	10,550	8,972	142,317	123,000	0,100	139,083	75,000
L. do Clem. 08	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	141,488	76,000
L. do Clem. 09	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	143,893	77,000
L. do Clem. 10	29,897	4,570	240,000	146,000	13,700	9,707	150,567	131,000	0,100	146,298	78,000
Laj. da Ovelha 01	26,980	5,830	315,000	336,000	8,000	7,720	98,200	218,000	0,200	148,702	79,000
Manoplo 01	28,000	6,000	319,000	320,000	9,000	7,000	110,000	200,000	0,100	151,107	80,000
Morada Nova 01	27,000	6,700	300,000	300,000	10,000	7,720	100,000	218,000	0,200	153,512	81,000
Mulungu 01	25,800	6,190	324,000	141,000	84,400	9,350	118,500	85,000	0,100	155,917	62,000
Mulungu 02	25,800	6,190	324,000	141,000	84,400	9,350	118,500	85,000	0,100	158,321	63,000
Ostra 01	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	160,726	64,000
Pau dos Ferros 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	163,131	65,000
Pau dos Ferros 02	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	165,536	66,000
Pau dos Ferros 03	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	167,940	67,000
Pau dos Ferros 04	26,740	6,140	306,000	114,000	10,000	12,890	112,600	109,000	0,100	170,345	68,000
Pereiro da Raiz 01	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	172,750	69,000
Poço Tilon 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	175,155	70,000
Poço Tilon 02	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	177,560	71,000
Primazia 01	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	179,964	72,000
Quadra 01	26,740	6,140	306,000	114,000	110,000	12,890	112,600	109,000	0,100	182,369	73,000
Quixabeirinha 01	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	184,774	74,000
Quixabeirinha 02	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	187,179	75,000
Reis Mago 01	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	189,583	76,000
São Francisco 01	26,860	4,580	313,000	100,000	2,300	17,300	219,500	73,000	0,100	191,988	77,000



Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
São Francisco 02	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	194,393	45,000
São Francisco 03	31,820	6,659	289,667	142,556	2,100	4,920	203,500	1147,000	0,100	196,798	47,000
São Francisco 04	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	199,202	49,000
São Francisco 05	30,780	7,738	266,333	185,111	1,300	11,460	226,500	1421,000	0,300	201,607	51,000
São Francisco 06	31,260	7,277	254,667	206,389	2,450	8,650	138,000	1258,000	0,400	204,012	53,000
Serraria 01	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	206,417	55,000
Sítio Baixinha 01	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	208,821	57,000
Sítio Cruzeiro 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	211,226	59,000
Sítio do Góis 01	26,860	4,580	313,000	100,000	2,300	17,300	219,500	73,000	0,100	213,631	61,000
Sítio do Góis 02	28,770	5,140	329,000	270,000	0,000	8,800	114,000	175,000	0,100	216,036	63,000
Sítio do Góis 03	28,320	5,050	260,000	100,000	0,000	8,500	100,000	62,000	0,000	218,440	65,000
Sítio do Góis 04	29,443	5,393	247,667	156,667	1,533	9,733	125,000	92,000	0,100	220,845	67,000
Sítio do Góis 05	30,173	5,628	221,167	156,667	2,683	7,667	134,750	87,000	0,100	223,250	69,000
Sítio do Góis 06	30,903	5,863	194,667	156,667	3,833	8,067	164,500	81,000	0,100	225,655	71,000
L. Vermelha 01	29,410	4,950	360,000	45,000	0,000	6,740	88,800	29,000	0,000	228,060	73,000
Sítio Planalto 01	26,580	4,890	289,000	60,000	0,000	6,610	85,000	39,000	0,000	230,464	75,000
Sítio São José 01	23,750	4,830	218,000	75,000	0,000	6,480	81,200	49,000	0,000	232,869	77,000
Soledade 01	28,320	5,050	260,000	100,000	0,000	8,500	100,000	62,000	0,000	100,000	79,000
Soledade 02	28,820	5,780	270,000	105,000	0,000	8,800	107,000	68,000	0,000	100,000	81,000
Soledade 03	28,320	5,660	313,000	138,000	0,000	10,320	133,800	90,000	0,100	106,000	83,000
Soledade 04	28,000	5,000	321,000	140,000	0,000	10,610	137,100	90,000	0,100	100,000	85,000
Soledade 05	28,330	4,600	325,000	138,000	0,000	11,110	143,400	92,000	0,100	104,000	67,000
Soledade 06	32,130	5,750	295,000	115,000	0,100	8,720	118,200	910,000	0,200	108,000	67,000
Soledade 07	29,350	6,000	299,000	127,000	0,100	10,390	140,000	85,000	0,200	340,000	64,000
Soledade 08	28,990	5,600	290,000	11,700	0,000	10,230	133,000	70,000	0,100	100,000	76,000
Soledade 09	30,210	5,800	270,000	104,000	0,100	8,500	115,000	56,000	0,200	120,000	79,000
Soledade 10	28,000	5,795	297,500	120,861	0,092	9,898	110,000	62,000	0,000	102,000	78,000
Soledade 11	28,050	5,860	298,267	120,944	0,103	9,941	105,000	68,000	0,000	230,000	78,000
Soledade 12	28,930	5,925	299,033	121,028	0,115	9,983	108,000	90,000	0,100	203,000	75,000
Soledade 13	28,760	5,990	299,800	121,111	0,127	10,025	107,000	90,000	0,100	203,000	77,000
Soledade 14	29,000	6,055	300,567	121,194	0,138	10,068	106,000	92,000	0,100	300,000	52,000
Soledade 15	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	340,000	44,000
Soledade 16	29,330	6,184	302,100	121,361	0,162	10,152	109,000	85,000	0,000	400,000	49,000
Soledade 17	29,000	6,249	302,867	121,444	0,173	10,195	110,000	70,000	0,100	135,000	52,000
Soledade 18	28,000	6,314	303,633	121,528	0,185	10,237	111,000	56,000	0,100	234,000	56,333
Soledade 19	27,900	6,379	304,400	121,611	0,197	10,279	123,000	62,000	0,100	345,000	60,333
Soledade 20	28,900	6,444	305,167	121,694	0,208	10,322	111,000	68,000	0,200	146,000	64,333
Soledade 21	28,700	6,508	305,933	121,778	0,220	10,364	123,000	90,000	0,200	145,000	68,333
Soledade 22	27,900	6,573	306,700	121,861	0,232	10,406	120,000	90,000	0,100	167,000	72,333
Soledade 23	29,000	6,638	307,467	121,944	0,243	10,449	119,000	62,000	0,200	157,000	76,333
Soledade 24	28,900	6,703	308,233	122,028	0,255	10,491	111,000	68,000	0,000	157,000	80,333
Soledade 25	28,000	6,768	309,000	122,111	0,267	10,533	112,000	90,000	0,100	169,000	84,333
Soledade 26	29,000	6,833	309,767	122,194	0,278	10,576	121,000	90,000	0,100	178,000	62,000
Soledade 27	27,900	6,897	310,533	122,278	0,290	10,618	124,000	92,000	0,100	189,000	63,000
Soledade 28	29,200	6,962	311,300	122,361	0,302	10,660	124,000	910,000	0,200	190,000	64,000
Soledade 29	29,100	7,027	312,067	122,444	0,313	10,703	125,000	85,000	0,000	157,000	65,000
Soledade 30	29,000	7,092	312,833	122,528	0,325	10,745	134,000	70,000	0,000	146,000	66,000

Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
Soledade 31	28,500	7,157	313,600	122,611	0,337	10,787	120,000	56,000	0,100	170,000	67,000
Soledade 32	28,400	7,222	314,367	122,694	0,348	10,830	120,000	62,000	0,100	109,000	68,000
Soledade 33	28,400	7,286	315,133	122,778	0,360	10,872	140,000	68,000	0,100	190,000	69,000
Soledade 34	28,400	7,351	315,900	122,861	0,372	10,914	140,000	90,000	0,200	191,000	70,000
Soledade 35	28,500	7,416	316,667	122,944	0,383	10,957	105,000	90,000	0,200	192,000	71,000
Soledade 36	28,000	7,481	317,433	123,028	0,395	10,999	104,000	62,000	0,100	195,000	72,000
Soledade 37	29,100	7,546	318,200	123,111	0,407	11,041	106,000	68,000	0,200	140,000	73,000
Soledade 38	29,000	7,611	318,967	123,194	0,418	11,084	105,000	90,000	0,100	140,000	74,000
Soledade 39	29,200	7,675	319,733	123,278	0,430	11,126	106,000	90,000	0,100	194,000	75,000
Soledade 40	29,300	7,740	320,500	123,361	0,442	11,168	104,000	92,000	0,200	195,000	76,000
Soledade 41	29,200	7,805	321,267	123,444	0,453	11,211	106,000	910,000	0,200	195,000	77,000
Soledade 42	29,400	7,870	322,033	123,528	0,465	11,253	107,000	85,000	0,100	196,000	78,000
Soledade 43	29,500	7,935	322,800	123,611	0,477	11,295	107,000	70,000	0,200	197,000	34,000
Soledade 44	28,100	8,000	323,567	123,694	0,488	11,338	107,000	56,000	0,400	198,000	35,000
Soledade 45	28,700	8,064	324,333	123,778	0,500	11,380	107,000	0,000	0,200	198,000	37,000
Soledade 46	28,700	8,129	325,100	123,861	0,512	11,422	108,000	0,000	0,300	199,000	39,000
Frei Damião 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	110,000	40,500
Frei Damião 02	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	110,000	42,200
Frei Damião 03	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	102,000	43,900
Frei Damião 04	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	102,000	45,600
Frei Damião 05	26,740	6,140	306,000	114,000	110,000	12,890	112,600	109,000	0,100	103,000	47,300
Caiçara 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	103,333	49,000
Caiçara 02	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	103,833	50,700
Caiçara 03	29,300	7,740	320,500	123,361	0,442	11,168	104,000	92,000	0,200	104,333	52,400
Caiçara 04	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	104,833	54,100
Caiçara 05	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	105,333	55,800
Caiçara 06	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	105,833	57,500
Paul. Canapum 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	106,333	59,200
Paul. Canapum 02	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	106,833	60,900
Paul. Canapum 03	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	107,333	62,600
Paul. Canapum 04	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	107,833	64,300
Paul. Canapum 05	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	108,333	66,000
Paul. Canapum 06	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	108,833	67,700
São Bento 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	109,333	69,400
São Bento 02	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	109,833	71,100
São Bento 03	29,447	4,630	252,000	109,000	33,600	8,217	145,067	105,000	0,100	110,333	72,800
São Bento 04	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	110,833	74,500
Tab. Grande 01	28,500	5,000	332,000	267,000	0,000	8,300	104,000	170,000	0,100	111,333	76,200
Tab. Grande 02	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	111,833	77,900
Tab. Grande 03	27,700	8,999	309,133	0,389	0,957	8,375	106,000	142,000	0,300	112,333	41,000
Tab. Grande 04	27,300	7,999	297,700	132,917	0,435	8,413	107,000	128,000	0,400	112,833	42,000
Tab. Grande 05	26,900	7,998	286,267	266,222	0,913	8,451	108,000	114,000	0,500	113,333	43,000
Tab. Grande 06	26,500	7,998	274,833	299,528	0,392	8,488	109,000	100,000	0,600	113,833	44,000
Sítio do Góis 01	28,770	5,140	329,000	270,000	0,000	8,800	114,000	175,000	0,100	114,333	45,000
Sítio do Góis 02	29,260	6,187	339,433	282,361	0,478	8,929	116,333	191,000	0,000	114,833	46,000
Sítio do Góis 03	30,195	6,758	360,800	284,250	0,935	9,104	119,333	221,000	0,200	115,333	47,000
Sítio do Góis 04	30,130	6,329	302,167	286,139	0,392	9,278	122,333	252,000	0,400	115,833	48,000
Sítio do Góis 05	30,065	6,101	63,533	288,028	0,848	9,453	125,333	282,000	0,600	116,333	49,000
Sítio do Góis 06	30,000	6,530	324,900	289,917	2,305	9,628	128,333	313,000	0,800	116,833	50,000

Sample	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	EC (µS/cm)	Turbidity (NTU)	OD (mg/L)	OD (%)	Solids Total Dissolved (mg/L)	Salinity (ppt)	Total coliforms (UFC/100 mL)	E. coli (UFC/100 mL)
Sítio do Góis 06	30,000	6,530	324,900	289,917	2,305	9,628	128,333	313,000	0,800	116,833	50,000
Vila Nova 01	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	117,333	51,000
Aur. da Serra 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	117,833	52,000
Aur. da Serra 02	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	118,333	53,000
Aur. da Serra 03	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	118,833	54,000
Aur. da Serra 04	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	119,333	55,000
Aur. da Serra 05	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	119,833	56,000
Aur. da Serra 06	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	120,333	57,000
Aur. da Serra 07	29,547	4,750	276,000	119,000	13,400	8,237	134,067	77,000	0,100	120,833	58,000
Moacir Lucena 01	27,620	4,700	340,000	0,000	261,000	10,100	128,400	0,000	0,000	121,333	59,000
Moacir Lucena 02	32,010	7,050	169,000	176,000	0,000	8,060	110,500	1130,000	0,900	121,833	60,000
Moacir Lucena 03	28,880	4,960	300,000	17,600	0,000	9,120	110,000	114,000	0,100	122,333	61,000
Milagre 01	28,630	4,360	252,000	0,000	19,700	10,300	134,200	0,000	0,000	122,833	62,000
Milagre 02	28,130	4,810	313,000	85,000	0,100	19,740	255,300	57,000	0,000	123,333	63,000
Milagre 03	26,340	4,740	310,000	96,000	0,000	7,930	100,000	62,000	0,000	123,833	64,000
Milagre 04	27,410	5,017	349,667	156,333	13,100	10,287	128,967	102,000	0,000	124,333	65,000
Paraíso 01	28,000	4,120	300,000	153,000	0,000	8,000	110,000	116,000	0,100	124,833	66,000
Paraíso 02	31,890	4,690	345,000	172,000	0,000	8,000	108,000	112,000	0,100	125,333	67,000
Paraíso 03	30,380	4,840	336,000	180,000	0,000	9,510	126,200	116,000	0,100	125,833	68,000
Paraíso 04	30,290	4,740	339,000	181,000	0,000	9,700	128,000	117,000	0,100	126,333	69,000
Lage do Meio 01	28,870	4,450	315,000	178,000	0,000	8,540	111,700	116,000	0,100	126,833	70,000
Lage do Meio 02	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	127,333	71,000
Lage do Meio 03	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	127,833	72,000
São Manoel 01	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	128,333	73,000
São Manoel 02	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	128,833	74,000
São Manoel 03	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	129,333	75,000
N. Descoberta 01	28,380	5,820	360,000	168,000	0,000	16,330	212,000	109,000	0,100	129,833	76,000
N. Descoberta 02	25,560	4,480	333,000	77,000	105,000	17,720	99,700	0,000	0,000	130,333	77,000
N. Descoberta 03	26,740	6,140	306,000	114,000	110,000	12,890	112,600	109,000	0,100	130,833	78,000
N. Descoberta 04	29,920	6,800	279,000	105,000	115,000	19,500	124,900	218,000	0,200	131,333	79,000
N. Descoberta 05	27,100	6,460	252,000	196,000	420,000	18,110	237,200	327,000	0,300	131,833	80,000
A. Palmares 01	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	132,333	81,000
A. Palmares 02	32,950	4,290	348,000	76,000	56,400	7,120	98,100	52,000	0,000	132,833	82,000
A. Palmares 03	33,050	4,870	313,000	43,000	17,800	8,390	146,300	33,000	0,000	133,333	83,000
Casulo 01	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	133,833	84,000
Casulo 02	26,740	6,140	306,000	114,000	11,000	12,890	112,600	109,000	0,100	134,333	85,000
Leticia 01	28,100	7,000	320,567	13,369	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	134,833	86,000
Leticia 02	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	135,333	87,000
Imóvel Algodão 01	32,000	6,700	240,000	178,000	0,100	9,000	118,200	910,000	0,200	135,833	63,000
Imóvel Algodão 02	32,850	6,710	383,000	109,000	0,000	10,850	149,900	71,000	0,000	136,333	62,000
Baixa Verde 01	29,340	6,119	301,333	121,278	0,150	10,110	108,000	910,000	0,000	136,833	61,000
Baixa Verde 02	26,740	6,140	306,000	114,000	10,000	12,890	112,600	109,000	0,100	137,333	60,000
Baixa Verde 03	29,997	4,690	264,000	64,000	13,500	8,727	139,567	141,000	0,100	137,833	59,000
Baixa Verde 04	30,300	7,198	278,000	163,833	1,900	5,270	115,000	1584,000	0,200	138,333	58,000
Baixa Verde 05	28,100	7,000	320,567	133,694	0,478	9,338	105,000	156,000	0,200	138,833	57,000
Baixa Verde 06	29,172	4,600	246,000	118,500	10,650	8,462	147,817	113,000	0,100	139,333	56,000
Cruzeiro 01	28,000	6,000	200,000	150,000	10,000	8,000	110,000	200,000	0,100	139,833	55,000
Average	29,148	5,924	292,566	138,565	12,998	9,750	126,013	278,866	0,128	149,266	65,910
Median	29,172	6,055	301,333	122,028	0,442	9,350	118,500	109,000	0,100	132,833	68,000
Standard deviation	1,558	1,093	39,972	77,907	41,244	2,242	25,745	388,809	0,127	49,229	12,107
Minimum	23,750	4,120	63,533	0,000	0,000	4,920	81,200	0,000	0,000	100,000	34,000
Maximum	33,050	8,999	383,000	843,000	420,000	19,740	255,300	1584,000	0,900	400,000	87,000

Fonte: Autores (2019).

Diante da tabela apresentada, os resultados das variáveis físico-químicas (temperatura, pH, potencial de oxirredução, condutividade elétrica, turbidez, oxigênio dissolvido, resíduo total e salinidade) e biológicas (Coliformes Termotolerantes do tipo *E. coli*) das amostras de água para consumo humano nas comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN apresentaram comportamento de variação (mínimo e máximo) (Figura 3).

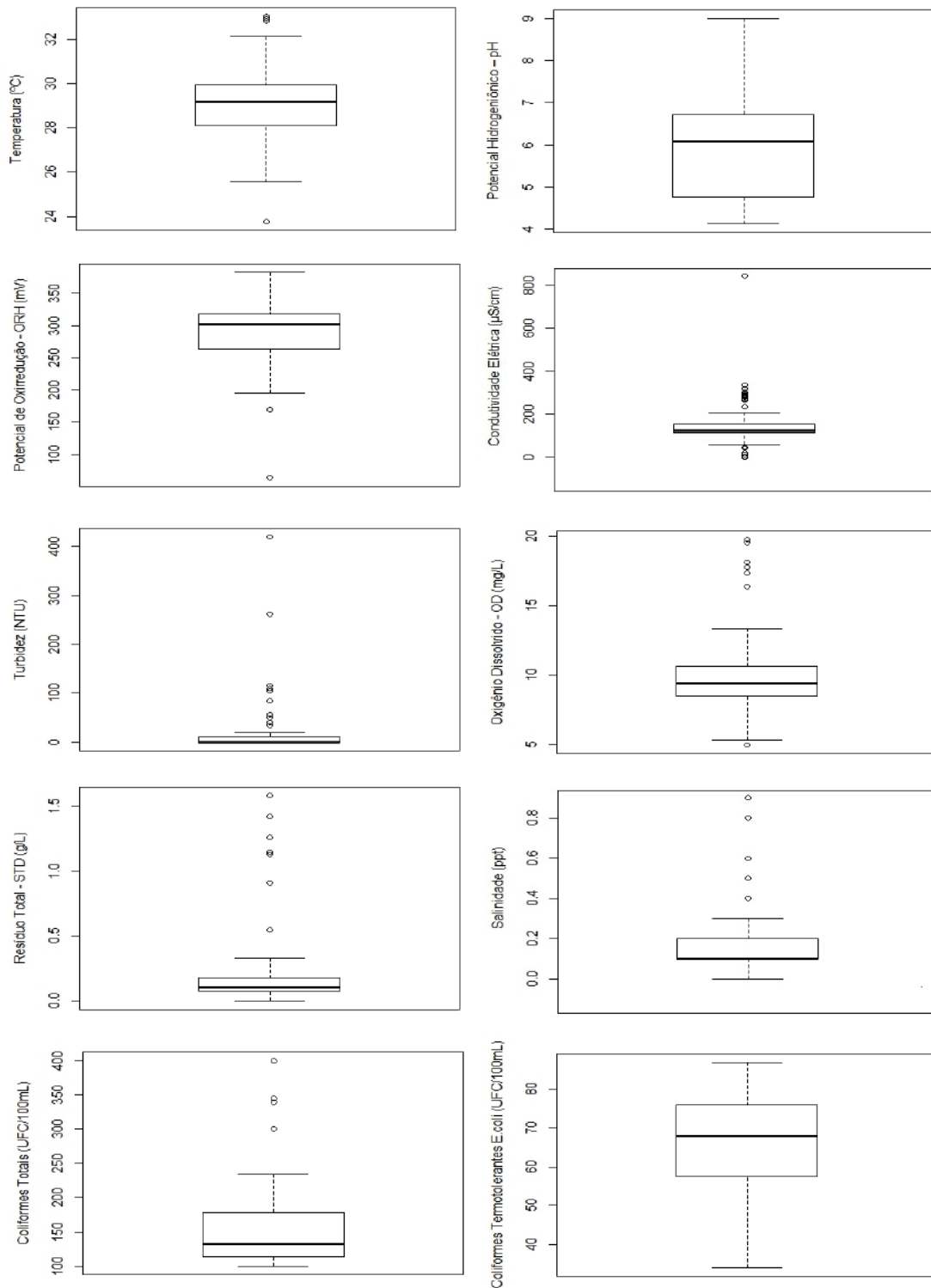


Figura 3 | Gráficos boxplot dos parâmetros físico-químicos e biológicos das amostras investigadas

Fonte: Autores (2019).

A partir desses dados é possível a comparação e a avaliação da intensidade da relação entre os valores de parâmetros físico-químicos obtidos em amostras de água nos reservatórios das residências das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN, por meio da matriz de correlação de Spearman, que permite observar a influência entre as características da água (Tabela 4).

Pode-se observar que há uma correlação negativa entre as variáveis de temperatura e coliformes totais (Tabela 4, linha 10, coluna 01), isso é explicado porque a temperatura elevada pode influenciar a presença de coliformes totais nas amostras de água, visto que ela interfere no ciclo de vida de bactérias e parasitas. Com isso, os valores analisados dos coliformes totais e termotolerantes do tipo *E. coli* mostraram-se acima do recomendado pela legislação, e podem ser explicados devido a fontes antrópicas contaminadoras próximas aos pontos que abastecem as comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN.

O parâmetro de CE apresentou correlações positivas entre pH (Tabela 4, linha 02, coluna 04) e STD (Tabela 4, linha 08, coluna 02), isso ocorre devido à relação da CE com a presença de íons dissolvidos na água. O parâmetro de CE não representa nenhum risco à saúde humana, mas, pelo seu valor, pode-se calcular a concentração de STD, o qual oferece risco, pois, quando em excesso, torna a água desagradável ao paladar, corroendo as tubulações, e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea (SANTOS; MOHR, 2013).

Constou-se também um valor de ORP positivo quando associado ao pH (Tabela 4, linha 02, coluna 03) e ao OD (Tabela 4, linha 06, coluna 03), sendo possível ocorrer quando há uma quantidade de matéria orgânica maior dentro do sistema, e há uma tendência de o pH projetar-se mais ácido e se observa a elevação do consumo de oxigênio (BRAZ et al., 2012).

Os resultados também mostraram uma correlação positiva entre a turbidez e o oxigênio dissolvido (Tabela 4, linha 06, coluna 05), já que a turbidez é um dos principais fatores físicos da água afetados pelo excesso de sedimentos, e pode influenciar o consumo de gases como o oxigênio dissolvido (TUNDISI, 2005).

Por fim, foi constatada uma relação entre as variáveis STD e a temperatura (Tabela 4, linha 01, coluna 08), já que o material particulado, que chega ao corpo-d'água por meio do escoamento superficial, também pode influenciar a temperatura da água, pois quando em elevada concentração absorve grande quantidade de calor (MALHEIROS et al., 2012).

**Tabela 4 |** Matriz de correlação de Spearman entre os parâmetros físico-químicos das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN.

	Temp	pH	ORP	CE	Turb	OD	OD (%)	STD	Salin	C. Totais	E. coli
Temp	1,0000										
pH	0,0159	1,0000									
ORP	-0,1045	0,2277	1,0000								
CE	0,0284	0,1259	-0,0264	1,0000							
Turb	-0,2316	-0,1104	-0,0344	-0,0819	1,0000						
OD	-0,2791	0,0919	0,3061	-0,0706	0,3152	1,0000					
OD (%)	0,1467	-0,2859	-0,0929	-0,0101	0,2209	0,4000	1,0000				
STD	0,3849	0,3233	-0,2007	0,1813	-0,1091	-0,2855	-0,0598	1,0000			
Salin	0,0707	0,4215	-0,2888	0,4237	-0,0138	-0,0798	-0,0342	0,2082	1,0000		
C. Totais	-0,1224	0,1710	0,0319	-0,1050	-0,0948	0,0196	-0,0729	0,0036	-0,0930	1,0000	
E. coli	-0,0774	-0,3032	0,0154	-0,0374	0,1219	0,0904	0,0801	-0,1970	-0,2817	-0,1088	1,0000

Fonte: Autores (2019)



Diante do contexto da percepção ambiental e dos resultados de qualidade da água, apresentam-se carências, irregularidades e a falta de um adequado sistema de abastecimento de água nas comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN refletindo no acesso, na distribuição e na qualidade da água para consumo humano.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O abastecimento de água das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN ocorre por meio de carro-pipa e poço, com irregularidades na forma de armazenamento de água e no tratamento utilizado antes do consumo humano. Apesar dessas anormalidades, esse recurso vem sendo usado para diversos fins, com destaque para: uso doméstico, irrigações e uso animal.

A forma de usos da água na Chapada do Apodi/RN contribui para um quadro de riscos à saúde humana, visto que 72% da população consome a água sem nenhum tratamento prévio. O risco é evidenciado a partir da ocorrência de sintomas e doenças de veiculação hídrica citadas pela população, como diarreia, febre e dengue.

Na avaliação da qualidade da água, apenas os parâmetros de condutividade elétrica, turbidez, resíduo total e oxigênio dissolvido apresentaram comportamentos de padrões aceitáveis para consumo humano de acordo com os valores de média apresentados pela Resolução Conama 357/2005 e a Portaria MS nº 2.914/2011. Em contrapartida, os resultados encontrados para os parâmetros de pH, coliformes totais e coliformes termotolerantes do tipo *E. coli* apresentaram discordância de acordo com a legislação vigente. Os valores de salinidade apresentados mostraram-se, de acordo com a Resolução Conama 357/2005, dentro do limite estabelecido para corpos hídricos de águas doces destinados a abastecimento para consumo humano.

Por meio dos resultados obtidos, pode-se considerar como insatisfatórias as condições de infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água e os parâmetros físico-químicos e biológicos da água destinada para consumo humano sem prévio tratamento. Com isso, faz-se necessária a adoção de medidas preventivas, junto aos moradores das comunidades rurais, priorizando a preservação da qualidade da água e o seu tratamento, com a finalidade de minimizar os riscos por doenças de veiculação hídrica.

Diante desse contexto, recomendam-se novos estudos sobre a qualidade da água com parâmetros físico-químicos, biológicos, metais pesados e agrotóxicos, presentes na água destinada ao consumo humano, em períodos chuvosos e de estiagem, sua possível relação com as atividades agroindustriais e, visando correlacionar os resultados obtidos desses parâmetros com interferências na qualidade de vida das comunidades rurais tradicionais.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. do. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510- 514, 2003.

APHA – AWWA – WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>th</sup> edition. Wasghington D.C. American Public Health Association.1995. 953p.

ARAÚJO, G. F. R. et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**. São Paulo, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.

BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

BERTOSSI, A. P. A. et al. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando estatística multivariada. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2025-2036, 2013.

BHATTI, M. T.; LATIF, M. Assessment of water quality of a river using an indexing approach during the low-flow season. **Irrigation and Drainage**, n. 60, p. 103 -114, 2011.

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Editora Blücher, 2005.

BORTOLI, J. de. et al. Avaliação microbiológica da água em propriedades rurais produtoras de leite localizadas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 1, p. 39, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011.

BRAZ, L. et al. Influência de características físico-químicas da água no transporte de metano para a atmosfera na Lagoa Rodrigo de Freitas, RJ. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 99-112, 2012.

BRUM, B. R. et al. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**, v. 2, n. 32, p. 179-188, 2016.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; PIGNATI, W. Frutas, cereais e carne do Sul: agrotóxicos e conflitos ambientais no agronegócio no Brasil. **Raega: o espaço geográfico em análise**, Curitiba, v. 17, p.10-30, 2012.

CASALI, C. A. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CAVALCANTE, R. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 3, 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Variáveis da qualidade de água**. 2010. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/109-variaveis-de-qualidade-das-aguas>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2005.

DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (Org.). **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel; São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 1996.

DERÍSIO, J. C. **Introdução ao Controle de Poluição Ambiental**. 4. ed. São Paulo: Signus, 2012.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 602 p.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 22, p. 10-16, 2005.

- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UECE, 2002. Apostila.
- GIATTI, L. L. Reflexões sobre Água de Abastecimento e Saúde Pública: um estudo de caso na Amazônia Brasileira. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 134-144, 2007.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LEMOS, C. A. **Qualidade da água de uma bacia hidrográfica inserida na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil**. 98 f. 2003. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. São Paulo: Editora Átomo, 2005.
- MACHADO, S. R. et al. Qualidade físico-química e bacteriológica da água que abastece o assentamento Canudos, Município de Palmeiras de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 3114-3126, 2015.
- MALHEIROS, C. H. et al. Qualidade da água de uma represa localizada em área agrícola Campo Verde, MT, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 245-262, 2012.
- MAROTTA, H.; SANTOS, R. O. dos; ENRICH-PRAST, A. Monitoramento limnológico: um instrumento para a conservação dos recursos hídricos no planejamento e na gestão urbano-ambiental. **Revista Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 1, 2008.
- MEDEIROS, A. C.; LIMA, M. O.; GUIMARAES, R. M. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 695-708, 2016.
- MELAZO, C. G. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares e Trilhas**, v. 4, n. 6, p. 45-51, 2005.
- MORAIS, G. F. O. et al. Manejo, aspectos sanitários e qualidade da água de cisternas em comunidades do semiárido sergipano. **Gaia Scientia**, v. 11, p. 129-151, 2017.
- NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de Parâmetros Físico-Químicos da Água e do Uso e Ocupação do Solo na Sub-bacia do Córrego da Água Branca no Município de Nerópolis – Goiás**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- OLIVEIRA, A. M. et al. Avaliação físico-química das águas do processo de dessalinização de poços salobros e salinos em comunidades rurais do oeste potiguar. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 31, p. 58-73, 2017.
- PALÁCIO, H. A. Q. et al. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 395-402, 2011.
- PERPÉTUO, E. A. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais**. São Paulo: Cepema-USP, 2014. 90 p.
- PESSÔA, Z. B. **Efetivação do enquadramento de corpos-d'água para fins de consumo humano em regiões semiáridas: avaliação conforme Resolução Conama 357/2005 e Portaria MS 2.914/2011**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica. Salvador, 2013. 124 p.

PINTO FILHO, J. L. de O.; SOUZA, R. F. de; PETTA, A. R. Avaliação da água para consumo humano nas comunidades rurais do Campo Petrolífero Canto do Amaro – CPCA, RN, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 9, p. 102-119, 2018.

\_\_\_\_\_. Caracterização socioeconômica e ambiental da população do campo petrolífero Canto do Amaro, RN, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 2, p. 200-216, 2016.

PONTES, A. G. V. et al. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, 3213-3222 p, 2013.

PONTES, A. G. V. **Saúde do Trabalhador e saúde ambiental: articulando universidade, SUS e movimentos sociais em território rural**. 2012. 263 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade Federal do Ceará – UFC, Ceará, 2012.

QUESADO JÚNIOR, N. et al. Diagnóstico dos poços e qualidade das águas subterrâneas do município de Quixeré, Estado do Ceará. XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Anais...** Ceará, 2008.

RIBEIRO, T. G. et al. Estudo da Qualidade das Águas por Meio da Correlação de Parâmetros Físico-Químicos, Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns. **Geochimica Brasiliensis**, v. 30, p. 84-94, 2016.

RIGOTTO, R. M.; TEIXEIRA, A. C. A. Desenvolvimento e sustentabilidade socioambiental no campo, na cidade e na floresta. In: **Caderno de Textos da I Conferência Nacional de Saúde Ambiental**, 2009, Brasília. p. 78-83.

RIGOTTO, R. M. **Agrotóxicos, trabalho e saúde: vulnerabilidade e resistência no contexto da modernização agrícola no Baixo Jaguaribe/CE**. Fortaleza: UFC, 2011.

ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, set. 2006.

RODRIGUES, L. M. et al. A Percepção Ambiental como Instrumento de Apoio na Gestão e na Formulação de Políticas Públicas Ambientais. **Saúde e Sociedade**, v. 21, supl. 3, p. 96-110, 2012.

SOARES, T. da C. et al. Perfil da água para o consumo humano e notificação de doenças em uma macrorregião do Piauí, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, p. 205-215, 2018.

SOUSA, R. S. de. et al. Água e saúde no município de Igarapé-Açu, Pará. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 1095-1107, 2016.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: REBOUÇAS, A. da C. et al. (Org.). **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 399-432.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA/IIE. 2003, 247 p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. São Carlos: Rima/IIE. 2005. 248 p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 631 p.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias**. 3. ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte, MG, 2005

# Legal Atlantic Forest (Mata Atlântica Legal): integrating biogeography to public policies towards the conservation of the biodiversity hotspot

*Mata Atlântica Legal: integrando as visões da biogeografia  
às políticas públicas para conservação de um hotspot  
de biodiversidade*

André de Almeida Cunha<sup>a</sup>

Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>b</sup>

Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Professor Adjunto do Departamento de Ecologia, pesquisador do Centro de Excelência em Turismo - CET e do Centro de Estudos do Cerrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil  
End. Eletrônico: [cunha.andre@gmail.com](mailto:cunha.andre@gmail.com)

<sup>b</sup>Professora Titular do Departamento de Geografia, Coordenadora do Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
End. Eletrônico: [carlamad@gmail.com](mailto:carlamad@gmail.com)

<sup>c</sup>Professor titular do Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
End. Eletrônico: [gfonseca1@thegef.org](mailto:gfonseca1@thegef.org)

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27112

Received: 10/09/2019

Accepted: 16/11/2019

ARTICLE- DOSSIER

## ABSTRACT

The Atlantic Forest (AF) is one of the most biodiverse and threatened biomes on the planet, but the existence of two official boundaries (AF Biome and Domain – AF Law) causes uncertainties, with consequences for public policies and the conservation of remnants. In order to understand the biogeography and its influence for protection of the AF, the areas of the two boundaries and the overlap with states and ecoregions they occupy were compared. Our results, supported by the literature, indicate that the Legal boundary is broader and more representative of AF's current and



evolutionary heterogeneity and diversity, and provides a more adequate legal basis for its conservation and sustainable use, especially in the northeast region, where the biggest difference between both limits were encountered. Thus, the term Legal Atlantic Forest should be increasingly used, in order to reinforce the full application of laws governing the protection and sustainable use of the biome.

*Keywords: Biome. Atlantic Forest Dominion. Ecoregion. Protected Areas. Remnants. Climate.*

## **RESUMO**

*A Mata Atlântica (MA) é um dos biomas mais biodiversos e ameaçados do planeta, mas a existência de dois limites oficiais (Bioma e Domínio - Lei da MA) suscita dúvidas e incertezas, com consequências para a aplicação de políticas públicas e a conservação dos remanescentes. Visando compreender a biogeografia e seus desdobramentos para a proteção da MA, foram comparadas as áreas dos dois limites, e a sobreposição com as unidades da federação e ecorregiões que ocupam. Nossos resultados, apoiados pela literatura, indicam que o limite Legal é mais abrangente e representativo da heterogeneidade e diversidade atual e evolutiva da MA, e proporciona uma base legal mais adequada para sua conservação e uso sustentável, principalmente na região nordeste, onde há a maior diferença entre os limites. Logo, o termo Mata Atlântica Legal deve ser amplamente difundido, visando reforçar a aplicação integral das leis que governam a proteção e uso sustentável do bioma.*

*Palavras-Chave: Bioma. Domínio Mata Atlântica. Ecorregião. Áreas Protegidas. Remanescentes. Clima.*

## **1 INTRODUCTION**

The Atlantic Forest is known as one of the regions with the highest species richness and endemism, as well as one of the most endangered forests on the planet, a biodiversity hotspot. (MYERS et al., 2000; MITTERMEIER et al., 2004). The conservation of scarce remnants depends on the engagement of different sectors of society, as well as effective public policies (CUNHA; GUEDES, 2013; REZENDE et al, 2018). The term Atlantic Forest is widely used and accepted, but its scientific meaning still needs to be better understood (CÂMARA, 2003). The biota of a given region is the result of a group of species overlapping different evolutionary histories (BROWN, 2004). The rich biodiversity of the Atlantic Forest is the result of a complex biogeographic history, influenced by processes such as Pleistocene glaciations, montane refuges and ecological gradients (LARA et al., 2005), in constant interaction with surrounding biomes. This context makes it difficult to define precisely the biogeographic and geopolitical boundaries.

There are two official limits to the Brazilian Atlantic Forest: the Atlantic Forest Biome (BRAZIL, 2004a) and the Atlantic Forest Law enforcement area (BRAZIL, 2008), also known as the Atlantic Forest Domain. Both boundaries were elaborated with the support of dozens of researchers and managers, seeking a biogeographic understanding and a basis for the application of public policies. Historically, several authors have proposed divisions for Brazil's phytogeographies or ecological complexes, but few have cited the term Atlantic Forest (IBGE, 2012) as currently adopted (Table 1). Ab'Saber, for example, in 1965, suggested two "morphoclimatic domains", as well as an extensive "mixed and complex contact and transition zone" between the Atlantic and Araucaria Forests with Cerrados and Caatinga (Box 1) (AB'SABER, 2003). In the recent definition of ecoregions (OLSON et al. 2001), on a finer scale, the Atlantic Forest encompasses 12 ecoregions, as well as portions of the Caatinga, Cerrado, and Uruguayan Savannas (Figure 1, Table 1). Subsequently, based on vertebrate endemisms, it was proposed to group and subdivide them into eight bioregions (SILVA; CASTELETTI, 2003), in the Atlantic Forest Domain (BRAZIL, 2008). The debate about biota composition, phytogeographic and biogeographic patterns, and the evolutionary processes of the Atlantic Forest is extremely exciting. However, considering the advanced state of habitat and biodiversity loss, consistent public policies and actions are urgent, to seek the preservation and restoration of the remnants of this hotspot.

**Box 1 |** Classification of Atlantic Forest Brazilian Sub-Regions proposed in the 20th century.

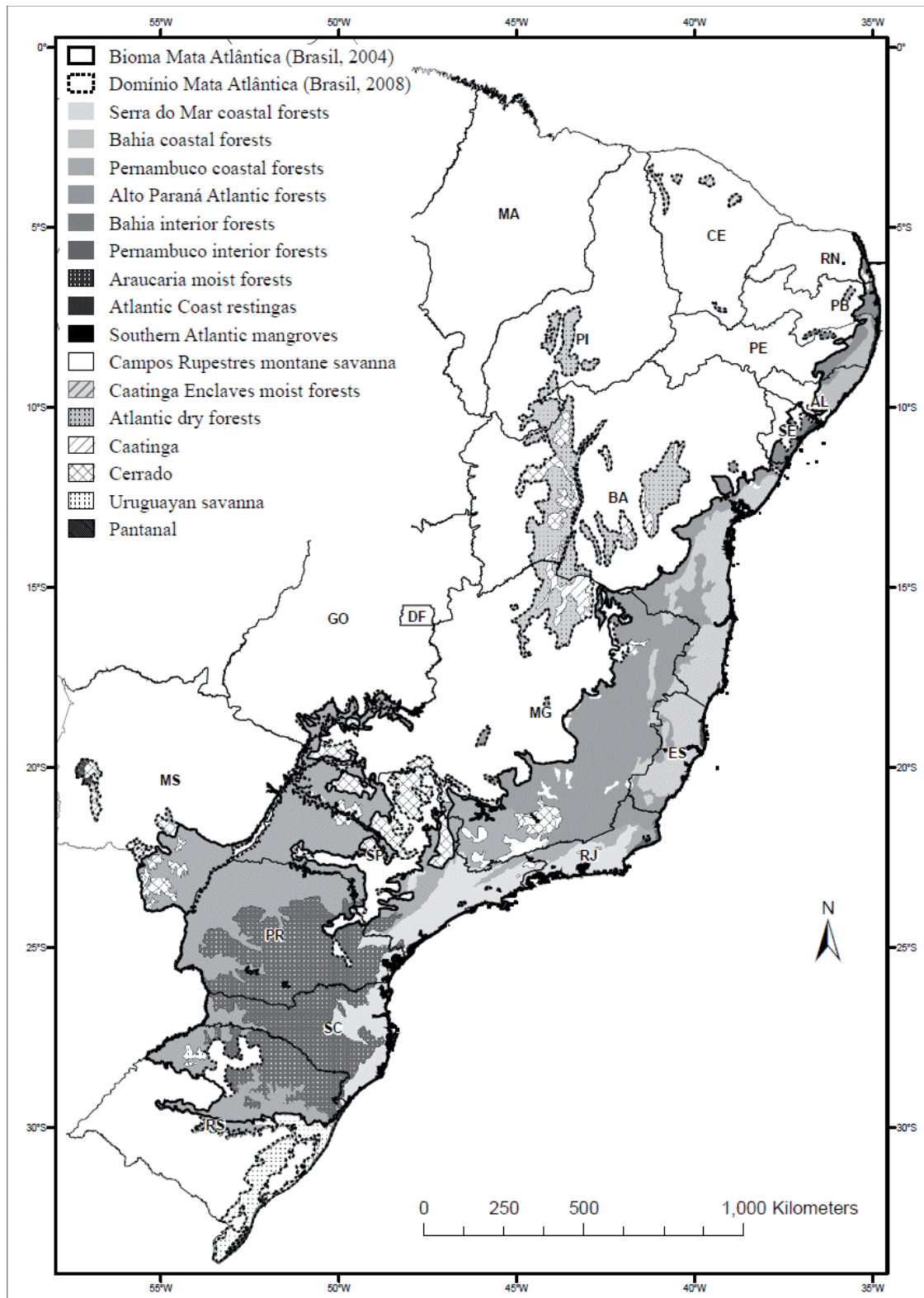
<i>Brazilian Morphoclimatic Domains</i>	<i>South American Forests</i>	<i>Phytogeography Treaty of Brazil</i>	<i>Ecoregions</i>
Ab'Saber (1965)	Hueck (1972)	Rizzini (1979)	Olson et al. (2001)
Mamelonares Forested Areas or Tropical Atlantic Domain	Brazil's coastal rainforest	Atlantic Forest	Bahia Coastal Forest
			Bahia Interior Forest
	Pernambuco Coastal Forest		
	Pernambuco Interior Forest		
	Serra do Mar Coastal Forest		
	Upper Paraná Atlantic Forest		
	Region of the subtropical forests of eastern and southern Brazil		
Subtropical Plateaus with Araucaria	Araucaria Forest Region of Southern Brazil	Pinewood	Araucaria Rainforest
	Coastal Region of Brazil	Restingas	Atlantic Coast Restinga
			South Atlantic Mangroves
Undifferentiated Transition Zones			Atlantic Dry Forest
			Caatinga Enclaves Rainforest
			Savannah Montana Rupestres Fields

Source: Study data.

Currently, between 12% and 16% of the total territory of the Atlantic Forest Domain (RIBEIRO et al., 2009) or, depending on the study, from 22% to 28% of the Atlantic Forest Biome (CRUZ; VICENS, 2007; REZENDE et al., 2018) have remnants similar to the original or historical coverage, European pre-colonization. Although extremely fragmented and degraded (RIBEIRO et al., 2009), they still support high species richness (FONSECA et al., 2009; PARDINI et al., 2009; VIEIRA et al., 2009).

Conservation units cover about 10% of the biome, but less than 2.6% is under strictly protection (Cadastro Nacional de Áreas Protegidas, 2019), and large vertebrate populations are no longer viable in most landscapes (GALETTI et al. al., 2009), with several local extinctions already recorded (CUNHA, 2004; CANALE et al., 2012). If the landscape is not managed properly and effectively (METZGER et al., 2009), the extinction debt will soon show its effects, leading to the loss of several species (BROOKS et al., 2002). Therefore, decision-making and nature conservation in practice need pragmatic definitions, including geographical delimitation for the implementation of public policies.

Aiming to understand the biogeography to address public policies consistently, we compared the two geopolitical limits for the Atlantic Forest (Biome vs Domain) and the divergent areas between them. We analyzed: (1) the geographic range and the overlap of the two limits of the Atlantic Forest with ecoregions (Olson et al., 2001), and with states (UF) and regions of the country (South, Southeast, Northeast and Midwest); and (2) the biota composition and biogeographic relationships in areas of divergence between the two limits. Finally, results were considered for the consequences for the decision-making, public policy and conservation, in practice, of the remaining Atlantic Forest.



**Figure 1 |** Boundaries of the Atlantic Forest in Brazilian territory. The dashed line represents the Atlantic Forest Domain, or Legal Atlantic Forest (BRAZIL, 2008) and the solid line delimits the Atlantic Forest Biome (BRAZIL, 2004b). The shades of gray represent the covered ecoregions, with the original denomination in English (OLSON et al., 2001).

Source: Study data.

## 2 METHODS

The geographic range and the divergent areas between the boundaries of the Atlantic Forest Biome (BRAZIL, 2004a) and the Map of the Atlantic Forest Law Enforcement Area (BRAZIL, 2008), also known as the Atlantic Forest Domain, were analyzed in geographic information systems. Both limits were elaborated by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) from the Vegetation Map of Brazil (BRASIL 1993; 2004b).

The difference between these two boundaries is that they encompass different portions of deciduous and semi-deciduous forests in central and northeastern Brazil (Figure 1). This is justified based on the composition and biogeography of some species, mostly birds and mammals (SILVA; CATELETTI, 2003). The shape-files of these boundaries were superimposed on the polygons of the ecoregions (OLSON et al., 2001), and of the federative units (states - FU) and Regions (Northeast, Southeast, Midwest and South) of Brazil, using the intersect tool of the ArcGis 9.0 software, and standardized for the projection system (latitude and longitude) and the geodetic system (SIRGAS 2000).

The resulting areas were calculated with the “Albers equivalent” projection (ORMSBY et al., 2004). Were accounted (i) the absolute area (km<sup>2</sup>) of the ecoregions and states (FUs) covered by each of the two limits proposed for the Atlantic Forest, Domain and Biome, (ii) the percentage of the area of each FU and each ecoregion occupied by each of the Atlantic Forest boundaries, and (iii) how much this area represents of the total area of the Atlantic Forest Domain and Biome (Tables 1 and 2).

To subsidize the biogeographic considerations about the composition of the biota in the divergent areas between the boundary of the Domain, or legal area of the Atlantic Forest, and the Biome, bibliographical references already published on the subject were consulted. The majority are vertebrate inventories, but also reviews of woody plant inventories, and a few works for other taxon (see discussion). These inventories are of particular taxon, with different sample designs, collection techniques and capture efforts. Thus, we chose to analyze the biota composition in the divergent areas between the two boundaries and their relationship with the surrounding biomes, based on the authors’ arguments of these inventories. The classification of species as endemic followed exclusively that one adopted in the studies consulted, even when the definition of Atlantic Forest or endemism assumed by each one was not explicit.

Thus, we compare the range of the two proposed limits for the Brazilian Atlantic Forest, Domain (BRAZIL, 2008) vs. Biome (BRAZIL, 2004a), considering the biota composition and the biogeography, and then we consider the implications for the conservation of the Atlantic Forest remnants, when considering these two distinct limits.

## 3 RESULTS

The boundaries of the Atlantic Forest Biome and Domain overlap most of their extensions (Figure 1). However, the area of the Atlantic Forest Law (Domain) (BRAZIL, 2008) is 235,000 km<sup>2</sup>, about 25% larger than the area occupied by the Biome (BRAZIL, 2004a). Of this difference, 118,000 km<sup>2</sup> (50%) are in the Northeast, 80,000 km<sup>2</sup> (34%) in the Southeast, 30,000 km<sup>2</sup> (13%) in Southern Brazil, and 8,000 km<sup>2</sup> (3%) in Mato Grosso do Sul (MS) in the Midwest (Figure 1, Table 1). The Domain covers all states in the South, Southeast and Northeast (except Maranhão), as well as MS and Goiás, in the Midwest. The Biome encompasses the same states except Ceará and Piauí in the Northeast (Figures 1 and 2).

**Table 1** | Extension of the Atlantic Forest in the Federative Units - FU, or states, of Brazil, according to the limits of the Legal Atlantic Forest (Atlantic Forest Law Enforcement Area, or Domain) (BRAZIL, 2008) and the Atlantic Forest Biome (BRAZIL, 2004a).

Region	FU	Legal Atlantic Forest (Brasil, 2008) <sup>¶</sup>	Atlantic Forest Biome (Brasil, 2004 <sup>a</sup> ) <sup>¶</sup>	Diference (Legal MA- Biome)
Nordeste (Northeast)	PI	22.822 (1,7/9,1)	-	22.822
	CE	4.845 (0,4/3,3)	-	4.845
	RN	3.271 (0,2/6,2)	2.848 (0,3/5,4)	423
	PB	6.697 (0,5/11,9)	5.058 (0,4/9,0)	1.639
	PE	17.713 (1,3/18,0)	17.093 (1,5/18,0)	620
	AL	14.410 (1,1/51,9)	14.707 (1,3/52,9)	-297
	SE	7.856 (0,6/35,9)	11.796 (1,1/53,9)	-3.940
	BA	203.176 (15,1/36,0)	111.077 (10,0/19,7)	92.099
	Total NE*	280.791 (20,8/23,0)	162.578 (14,6/13,3)	118.213
Centro-Oeste (Mid-West)	GO	10.649 (0,8/3,1)	10.513 (0,9/3,1)	136
	MS	57.910 (4,3/16,2)	50.397 (4,5/14,1)	7.513
	Total CO*	68.559 (5,1/9,8)	60.910 (5,5/8,7)	7.649
Sudeste (Southeast)	MG	287.329 (21,3/49,0)	241.718 (21,7/41,2)	45.611
	ES	46.030 (3,4/99,9)	45.945 (4,1/99,7)	85
	RJ	43.550 (3,4/99,9)	43.626 (3,9/99,8)	-76
	SP	201.352 (14,9/81,1)	166.889 (15,0/67,2)	34.463
	Total SE	578.261 (42,9/62,5)	498.178 (44,7/53,8)	80.083
Sul (South)	PR	193.555 (14,3/97,1)	194.386 (17,4/97,5)	-831
	SC	95.227 (7,1/99,9)	94.674 (8,5/99,2)	553
	RS	132.662 (9,8/47,1)	102.931 (9,2/36,5)	29.731
	Total Sul	421.443 (31,2/73,1)	391.991 (35,2/68,0)	29.452
	Total	1.349.055	1.113.657	235.398

The numbers indicate the absolute area (km<sup>2</sup>) of the Atlantic Forest in each state, and contained in brackets (i) the percentage of Atlantic Forest found in the FU / and (ii) the percentage of FU in the Atlantic Forest.

\*The total amounts for the Northeast and Midwest accounted only the FU listed area.

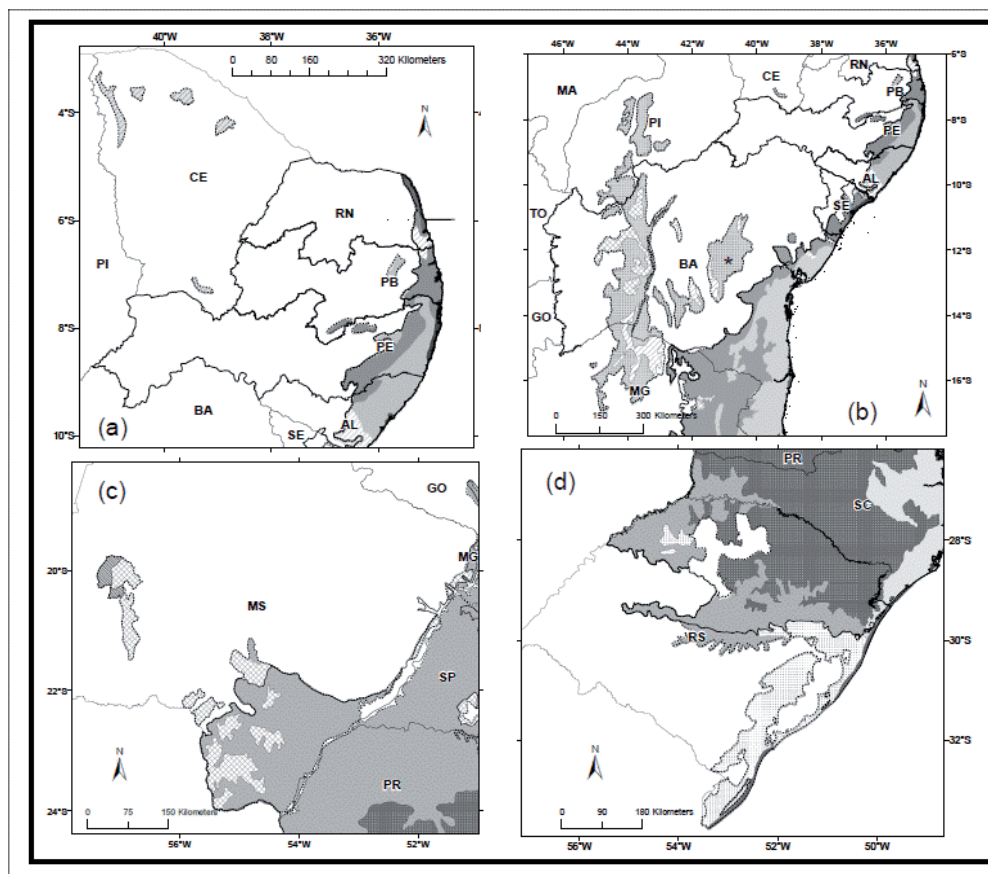
Source: Study data.



In both limits, the largest fraction of the Atlantic Forest is in the Southeast region, 43% vs. 45% of the total area of the Domain and Biome, respectively. Followed by the South region 31% vs. 35%, Northeast 21% vs. 15%, and in the Midwest 5.1% vs. 5.5%. The states of Minas Gerais (MG), Paraná (PR), São Paulo (SP), Bahia (BA), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Mato Grosso do Sul (MS), Espírito Santo (ES) and Rio de Janeiro (RJ) encompass the largest absolute areas, both in the Domain and in the Biome (Table 1).

Some states are fully inserted in the Atlantic Forest, considering both limits, such as ES, RJ, SC and PR. Between 1/3 and 2/3 of the states of SP, MG, RS, Sergipe (SE) and Alagoas (AL) are in the Atlantic Forest (Table 1). Above all, the area covered by the two boundaries differs markedly in the states of SE, BA, SP and RS, there are less significant differences in MG, Paraíba (PB) and MS. The Piauí and Ceará Atlantic Forest is recognized only by the limit of the law (Domain), but not by the Biome (Table 1, Figures 1 and 2).

The Domain boundary encompasses more than 99% of the Biome area (Brazil, 2004a), and extends beyond to the São Francisco dry forests (MG, BA, and PI); the Chapada Diamantina region (BA); the Northeast Enclave Forests (PI, CE, RN, PB, and PE); the Serra da Bodoquena (MS); and part of the Uruguayan Savannas and forests of RS, as well as areas of the Cerrado, in SP and MG. The Biome boundary includes, in addition to the Domain, areas of SE, AL, PB, and RN, and small portions of MG and SP not included in the Domain boundary (Figures 1 and 2), although this represents only 1% of the Biome area.



**Figure 2** - Divergent areas between the limits of the Atlantic Forest in the Brazilian territory: (a) Northeastern Enclave Forests, in Ceará, covering the Caatinga Enclaves Rainforest ecoregion, and in northern Paraíba, the Pernambuco Coastal Forest in southern Paraíba and Pernambuco, the Pernambuco Inland Forest. (b) São Francisco and Chapada Diamantina Dried Forests (highlighted with an asterisk), mostly occupied by the Atlantic Forest Dry Forest ecoregion, and smaller portions of the Cerrado and Caatinga. (c) Serra da Bodoquena, encompassing the Cerrado and Pantanal; and (d) Southern Rio Grande do Sul Forests, and around Patos Lagoon, in the Upper Paraná and Uruguayan Savannah ecoregions, respectively. For subtitles, see Figure 1.

Source: Study data.

The Atlantic Forest Domain includes 15 ecoregions, two in addition to the Biome (Figure 1): the Atlantic Dry Forest, or São Francisco Dry Forests (108,000 km<sup>2</sup>); and the Caatinga Enclaves Rainforest, or Northeastern Enclaves (4,4000 km<sup>2</sup>), as well as larger portions of the Cerrado ecoregions (+67,000 km<sup>2</sup>), Caatinga (+15,000 km<sup>2</sup>) and Savannah Uruguayan (+20,000 km<sup>2</sup>) (Figure 2 and Table 2).

**Table 2:** Extension of Atlantic Forest ecoregions within the limits of the Legal Atlantic Forest (Brazil, 2008) and the Atlantic Forest Biome (Brazil, 2004a).

<i>Ecoregion (Olson et al, 2001)</i>	<i>Legal Atlantic Forest*</i>	<i>Biome*</i>
Alto Paraná Atlantic forest	340.127 (25,2/ 74,1)	336.353 (30,2/ 73,3)
Bahia interior forest	224.104 (16,6/ 97,8)	220.966 (19,8/ 96,4)
Araucária Moist Forest	210.617 (15,6/ 97,7)	211.044 (19,0/ 97,9)
Bahia coastal forest	109.123 (8,1/ 99,8)	108.858 (9,8/ 99,6)
Atlantic Dry Forest	108.363 (8,0/ 94,5)	-
Serra do Mar coastal forest	104.005 (7,7/ 99,5)	103.539 (9,3/ 99,0)
Cerrado	103.893 (7,7/ 5,5)	37.064 (3,3/ 2,0)
Uruguayan savana	35.611 (2,6/ 10,1)	15.376 (1,4/ 4,4)
Caatinga	28.021 (2,1/ 3,9)	13.641 (1,2/ 1,9)
Pernambuco interior forest	21.953 (1,6/ 97,2)	20.943 (1,9/ 92,7)
Campos Rupestres montane savanna	20.040 (1,5/ 81,3)	17.059 (1,5/ 69,2)
Pernambuco coastal forest	17.161 (1,3/ 98,1)	16.428 (1,5/ 93,9)
Southern Atlantic mangroves	9.476 (0,7/ 97,6)	9.046 (0,8/ 93,2)
Atlantic Coast restingas	7.538 (0,6/ 96,7)	4.052 (0,4/ 51,6)
Caatinga Enclaves moist forest	4.371 (0,3/ 91,5)	-

\*The values in parentheses represent the percentage of the Atlantic Forest in that ecoregion/and the percentage of the ecoregion within a given limit.

Source: Study data.

## 4 DISCUSSION

The two proposed limits for the Atlantic Forest, Domain and Biome, differ by 235,000 km<sup>2</sup>, that is, the Domain is about 20% larger than the Biome. Divergent areas include physiognomies and biotas with characteristics of the Atlantic Forest *strictu sensu*, from the South and Southeast Regions (OLIVEIRA-FILHO et al., 2006; BRAZIL, 2008), but also from transition areas with other biomes, such as the Cerrado and the Caatinga. The Atlantic Forest Domain (BRAZIL, 2008) encompasses most of the extra-Amazonian forest formations in Brazil (BRAZIL, 2004b).

Ab'Saber (2003) classified most of the incongruent areas between the two boundaries (Domain and Biome) as undifferentiated transition areas. They are composed by deciduous forests, steppe savannas, open and semi-deciduous forests, and transition zones between savannas and dry forests (BRAZIL,

2004b). There are five major divergent regions between the two boundaries: (1) the São Francisco River Dry Forests; (2) Chapada Diamantina (Figure 2b); (3) the Northeastern Enclave Forests (Figure 2a); (4) the Plateau or Serra da Bodoquena (Figure 2c); and (5) the southern dry forests of Rio Grande do Sul and the surrounding of the Lagoa dos Patos (Figure 2d). The biotic composition reinforces the high heterogeneity, but also the similarity of Atlantic Forest characteristics, as well as the transitional aspects of these areas, as detailed below:

### *SÃO FRANCISCO DRY FORESTS*

This region (Figure 2b) is composed of deciduous forests and patches of Cerrado and Caatinga, as well as zones of tension, contact, or transition between them (BRAZIL, 2004b; BRAZIL, 2008). In the first map of biodiversity hotspots (MYERS et al., 2000), this region was included in the Atlantic Forest, but not in the new map (MITTERMEIER et al., 2004).

Biotic inventories highlight the high occurrence of Caatinga endemic species (RODRIGUES, JUNCA, 2002; OLIVEIRA et al., 2003; PRADO, 2003; RODRIGUES, 2003). However, there are also endemic bird species from the Atlantic Forest (SILVA; CASTELETTI, 2003; LOPES et al., 2008) and other species typical from the dry forests of southeastern Brazil and from the Chapada Diamantina (KIRWAN et al., 2001). In the dry forests of Serra do Espinhaço, in the southern portion of this region, native bees (FARIA; SILVEIRA, 2011) and bats (SÁ-NETO; MARINHO-FILHO, 2013) common with other areas of the Atlantic Forest are found.

Evolutionarily, São Francisco's dry forests are key areas for the flow of forest biota, particularly considering the context of past and future climate change. During the Pleistocene climate fluctuations, the São Francisco River was a frontier area of the Atlantic Forest (CARNAVAL; MORITZ, 2008). The evolutionary history of the species that occurs in these transition areas still needs further study, but although they are important areas for Caatinga endemics, they also share the biodiversity of the Atlantic Forest, thus justifying their inclusion as Atlantic Forest. Therefore, the São Francisco Dry Forests are fundamental landscape units for the maintenance of the Caatinga biodiversity, but also of the Atlantic Forest.

### *THE CHAPADA DIAMANTINA*

It is located between the dry forests of São Francisco and the coastal forests of Bahia (Figure 2b), inserted in the Caatinga Biome near the limits with the Atlantic Forest and Cerrado Biomes (BRAZIL, 2004a). It is a mosaic of deciduous, semideciduous forest formations and, to a lesser extent, patches of Montane and Savanna-Steppe Refuges (BRAZIL, 2004b). In the late Pleistocene, they formed a forest connection between the Amazon and Atlantic Forest (DE OLIVEIRA et al., 1999, CARNAVAL; MORITZ, 2008).

Phylogeographic studies indicate a greater connection between Chapada Diamantina and the Atlantic Forest (THOMÉ et al., 2016). The current fauna composition reflects the mosaic of phytophysionomies present, resulting from the historical dynamics of biomes in this region. Small mammals typical from Cerrado, as well as from Caatinga and Atlantic Forest are found, occupying different types of habitat (PEREIRA; GEISE, 2007).

The most divergent population of a typical Caatinga lizard (*Gymnodactylus gekonidae*) occurs in this region (VANZOLINNI, 2004). New vertebrate species, more related to Southeast Atlantic Forest taxa, occur on the eastern slopes of this region (NAPOLI, JUNCA, 2006; RODRIGUES et al., 2006; GONZAGA et al., 2007). There are still some endemic fishes, exclusive of the eastern (coastal) basins of Brazil, in rivers of eastern Chapada (SANTOS, 2005). The composition of the biota on the eastern slopes of Chapada Diamantina appears to have a greater relationship with the Southeast Atlantic Forest, while the western slopes have a strong relationship with the Caatinga and Cerrado species. Therefore, it is also appropriate to consider this transition region as belonging to the Atlantic Forest.

### THE NORTHEASTERN ENCLAVES

The forest enclaves of northeastern Brazil, corresponding to the Caatinga Enclave Wet Forests ecoregion (Figure 2a), are “islands” of Open Ombrophilous Forest and Seasonal Semideciduous Forest surrounded by open Caatinga vegetation (BRAZIL, 2004b). The enclaves are found in different altitudes and geographical situations (PEREIRA, 2009). They are remnants of forest formations that occupied most of the Brazilian Northeast during the Quaternary climate oscillations (CARNAVAL; MORITZ, 2008), before the expansion of the caatingas (ANDRADE Lima 1982).

The flora of the lowland Northeastern forests is more similar to the Amazon forests (OLIVEIRA-FILHO et al., 2006), whereas in the hillside forests, plants are more related to the forests of the Southeast slopes (TABARELLI; CAVALCANTI, 2004). The occurrence and genetic structure of orchids corroborate the connection between the Enclaves and Atlantic Forest (PINHEIRO et al., 2014). On the other hand, the occurrence of typically Amazonian mammals, such as red-handed howler monkeys (*Alouatta belzebul*) and the pygmy anteater (*Cyclops didactylus*) (DE VIVO, 1997), in addition to the greater gene flow of the arboreal marsupial *Marmosa (Micoureus) paraguayanus* (DIAS, 2007), indicate the biotic exchange between the Amazon and the Northeast forests.

The small mammals of the Enclaves are taxon of the Atlantic Forest and Caatinga (SOUSA et al., 2004), including species of bats typical from the Atlantic Forest (SILVA, 2007), and probably endemic species not yet studied (OLIVEIRA et al., 2003). The birds are endemic to the Caatinga, Atlantic Forest and other exclusive from forests of northeastern Brazil (RODA; CARLOS, 2004). Lizards are predominantly species with widespread distribution (42%), as well as endemic (13%), and others typically from the Atlantic Forest (10%) and Amazon (8%) (BORGES-NAJOSA; CARAMASCHI, 2003). The butterflies of the Pernambuco Center of Endemism have a great influence of species from Bahia, but also from the Belem Center of Endemism (BROWN, 1987).

Andrade-Lima (1982) points out that there is a gradient, a biogeographic cline, for the flora, where the Ceará Enclave forests are more related to the Amazon, while the Paraíba and Rio Grande do Norte Enclave have more elements from the Atlantic Forest. In Pernambuco and Paraíba, the enclaves include the Pernambuco (Coastal and Interior) and Caatinga (OLSON et al., 2001) Forests ecoregions, occupied by the Open Ombrophilous Forest and Steppe Savanna, as well as contact zones between these two physiognomies (BRAZIL, 2004a). In Ceará, the enclaves are classified in a separate ecoregion, the Caatinga Enclaves Moist Forests (OLSON et al., 2001), consisting of Open Ombrophilous Forest, and Cerrado and Caatinga contact zones with the Seasonal Forest (BRAZIL, 2004b). Therefore, the enclaves are not uniform regions regarding the composition and origin of the biota, they are typically transitional areas, with strong influence from the Atlantic Forest, the Amazon, the Cerrado, and the Caatinga biota. There is a longitudinal and altitudinal gradient, with the enclaves biota to the west and at low altitude more closely related to the Amazon, and those higher and to the east, more closely related to the Atlantic Forest.

### THE SERRA DA BODOQUENA

It is located in the Midwest region of Brazil, in the Mato Grosso do Sul state (Figure 2c) in the Cerrado Biome’s boundary with the Pantanal (BRAZIL, 2004a). Bird species in this region are mostly from the Cerrado and the Pantanal (Pivatto et al, 2006), but the occurrence of some species such as *Synallaxis ruficapilla*, endemic to the Atlantic Forest (BRAZ, 2003), shows some common evolutionary history of these regions.

The composition of mastofauna has predominance of Cerrado species (CÁCERES et al., 2007). Diptera are typical of the Pantanal (GALATI, et al., 2003), and ants, probably more similar to the Cerrado fauna (SILVESTRE; DEMÉTRIO, 2007). The predominant physiognomy is of the contact between savanna (Cerrado) and Deciduous Seasonal Forest, as well as patches of Semidecidual and Cerrado Seasonal Forest (BRAZIL, 2004b). Therefore, it is appropriate to classify this region as a transition area of the Cerrado with elements of the Atlantic Forest.

## *DRY FORESTS AND MARSHES (BANHADOS) OF RIO GRANDE DO SUL*

The coastal region of southern Rio Grande do Sul around Lagoa dos Patos, and the dry forests of RS north central (Figure 2d) comprise a mosaic of distinct phytophysiognomies, with patches of seasonal semideciduous forest, steppes, restingas, peat forests and wetland (LEITE, 2002; BRAZIL 2004b; DORNELES; WAETCHER, 2004; BRAZIL 2008). The flora composition of RS is predominantly from Los Chacos, with xerophytic tropical, country or savanna elements (WAETCHER, 2002).

In the semideciduous forests of northern RS there is a predominance of shrubs from Atlantic origin (JARENKOW; WAETCHER, 2001). The forests in the northern limit of the Lagoa dos Patos are moderate semideciduous, with recent immigration of coastal (Atlantic) floristic flow over a resident continental seasonal flow, and still influenced by Amazonian elements (Leite, 2002). Thus, with increasing latitude, there is a gradual reduction of the Atlantic wooden components in the seasonal forests (MATTEI et al., 2007), as well as of the coastal epiphytes (WAETCHER, 1992).

Reptiles from southern RS are predominantly Pampean (QUINTELA et al., 2006), as are bats, with the influence of typical species from open formations (QUINTELA, et al., 2008). Above all, studies of biotic changes along the Holocene, over the last 10,000 years, indicate a gradual dynamic of expansion and shrinkage of rainforests, dry forests, and savannas in this region, and the previous presence of marsupials typical from areas of the southeast Atlantic Forest and dry forests of central Brazil (HADLER et al., 2009). Therefore, the biota of this region has a transitional character of the Atlantic Forest with the influence of phytophysiognomies of surrounding biomes.

## *CLIMATE*

There is a complex climate diversification in the different regions that make up the Atlantic Forest, which directly influences the physiognomy and composition of the biota, and further hinders the accurate delimitation of such a wide and diverse biogeographic unit that encompasses the biodiversity of the Atlantic Forest. Above all, paleoclimatic models indicate that although there has been an intense history of expansions and retractions, the forest formations of what we call Atlantic Forest Domain have a common history (CARNAVAL; MORITZ, 2008; HADLER et al, 2009). Thus, although highly heterogeneous in biogeography and climate (NIEMER, 1979; CAVALCANTI et al., 2016), the areas of divergence between the two boundaries (Biome and Domain) are key part of the Atlantic Forest evolutionary history and for the flow of forest biota with other Brazilian biomes. Therefore, it is appropriate to consider the boundary of the Domain, or area of application of the Atlantic Forest Law, increasingly spreading the importance of the term Legal Atlantic Forest.

## *LEGAL ATLANTIC FOREST: IMPLICATIONS FOR CONSERVATION*

The Atlantic Forest is a National Heritage, according to the Federal Constitution. The terms for their protection were defined by federal decrees no. 750/93, and n.6660/2008 and by the Atlantic Forest Law, Law n.11.428/08. This Law brings advances and represents an important legal framework, but uses the term “Atlantic Forest Biome”, although the Map for the application of the Atlantic Forest Law Enforcement Area (BRAZIL, 2008) delimits the area of the Domain and not the Biome. Therefore, the nomenclature “Biome” used in the law brings some confusion to the practical applications of the law.

Proper interpretation and mapping of the legal Atlantic Forest is particularly important in daily life, for the application of public policies in licensing, inspection and incentives for protection and sustainable use on the ground, in the field (VASCONCELOS, 2014). Thus, it is important to pay attention to the implications of adopting the different limits (Biome and Domain). In addition, we must still consider the institutional precariousness summed to the advanced degree of biodiversity loss in the remaining forest fragments.



The Atlantic Forest is home to 70% of endangered vertebrate species in Brazil, with more than one third of them being endemic species. Therefore, each remnant of the Atlantic Forest is strategic for maintaining biodiversity and associated environmental services. The existence of specific legislation brings an effective instrument for the implementation of practical measures for nature protection, despite the lack of human and financial resources and contrary interests by different sectors of society (LIMA, 2001). Thus, proper enforcement of the law is urgent within the entire area belongs to the Legal Atlantic Forest.

Special attention should be given to the northeast region, as this is where there is the largest difference, the largest additional portion of the Legal Atlantic Forest, when compared to the limit of the Biome (Figures 1 and 2 and Table 1). To make matters worse, the scarce remnants are small, severely depleted, isolated and unprotected fragments, particularly in the dry forests of the Northeast (SILVA; CASTELETTI, 2003; RIBEIRO et al., 2009; REZENDE et al., 2018). These areas have high species richness and endemism, besides encompassing extremes for the distribution of various taxon, and at the same time, they are the most devastated regions of the Atlantic Forest (OLIVEIRA-FILHO et al., 2006; RIBEIRO et al., 2009). The small network of protected areas further aggravates the conservation status or threat of these areas. Therefore, ensuring due compliance with the law within the limits of the Legal Atlantic Forest in northeastern Brazil is fundamental for the preservation of the biodiversity and environmental services of this biodiversity hotspot.

In addition to public policies, the effective use of human and financial resources, particularly at the state and municipal level, is urgently required for the conservation, restoration and promotion of sustainable use of their remnants. Local governments should encourage compliance with laws and regulations to control and encourage the protection of the Atlantic Forest (BRAZIL, 2006), as well as integration and synergies with other existing legislation, such as the new forest code, the Native Vegetation Protection Law, 12.727/2012. The role of states and municipalities is increasingly important, such as in the CAR- the rural environmental registration (Cadastro Ambiental Rural), in designating areas and remnants to be protected as Legal Reserves and Permanent Preservation areas. As well as in the authorization and supervision of eventual vegetation suppression and environmental compensation and also the guidelines for the implementation of projects. Therefore, the presence of the state, with up-to-date and operational information systems, with trained and motivated personnel is fundamental for the environmental management of the Atlantic Forest, following all relevant legislation (VASCONCELOS, 2014).

Field integration and application also depends on mappings with adequate spatial resolution, preferably at 1:50,000 or 1:10,000 scale (e.g. VASCONCELOS, 2014; REZENDE et al, 2018). It is worth mentioning that the map of the Legal Atlantic Forest was elaborated in a scale of 1:5,000,000, it is an indicative limit, in simplified scale, and its application in the field depends on maps with adequate resolution and identification in loco (VASCONCELOS, 2014). The adequacy of these limits may lead to significant differences in areas considered as Legal Atlantic Forest or not, as in the case of Serra do Cipó (RIBEIRO et al., 2009b). Therefore, the delimitation of the Legal Atlantic Forest and its practical consequences still needs detailed mappings applied to the reality of the field.

## 5 FINAL CONSIDERATIONS

The Atlantic Forest encompasses ecosystems and assemblages of very heterogeneous species, as well as distinct climates. The biogeographic boundary is different for each taxon, with distinct evolutionary histories. In addition, forest remnants in the Atlantic Forest bordering areas are severely degraded and fragmented. Thus, the delimitation of a geopolitical or biogeographic unit is a complex and arbitrary but necessary task.

The two limits established for the Brazilian Atlantic Forest, Biome and Domain, differ as to the inclusion of extensive transition areas with other biomes, whose composition and biotic relationship are still poorly known. Considering that the composition and distribution of species in these transition

areas is dynamic, on the evolutionary scale, and that there are frequent occurrence of taxons and physiognomies typical of the Atlantic Forest, the most appropriate limit, according to this study, is the Domain, or the Legal Atlantic Forest. Finally, the implementation of public policies for the conservation and sustainable use of biodiversity requires more detailed mapping, effective incentives, and stronger environmental agencies, particularly in northeastern Brazil.

## ACKNOWLEDGMENTS

To A Paglia, C Padua, F Rodrigues, J Fragoso, JA Drummond and JL Andrade-Franco, and anonymous reviewers for the valuable contributions in preliminary versions of this work. To the faculty and students of PPECMVS of UFMG, where this work was carried out as part of the doctoral degree of A.A. Cunha, with CNPq scholarship and support from US Fish & Wildlife Service, and from the Society for Conservation GIS - SCGIS. To the teams of the SPACE Lab, Dept. Geography, and the Vertebrate Lab., Dept. Ecology, from UFRJ; and UFMG Mastozoology, for the productive dialogues. To the support of the Conservation International of Brazil, Atlantic Forest team, at that time, LP Pinto, A Paglia, A Paese, I Lamas, and L Bedê. To several other researchers and authors, many cited in this paper, for references and exchanges of ideas about the biodiversity of the Atlantic Forest, and L Machado for the conversations about the climate.

## REFERENCES

- AB´SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- BORGES-NOJOSA, D. M.; CARAMASCHI, U. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 463-512.
- BRASIL. **Mapa da Vegetação do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1993. Rio de Janeiro, IBGE. 1993.
- BRASIL. **Mapa dos Biomas do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil. 2004<sup>a</sup>.
- BRASIL. **Mapa da Vegetação do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil. 2004<sup>b</sup>.
- BRASIL. **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006: Lei da Mata Atlântica**. Governo Federal, Brasília. 2006.
- BRASIL. **Mapa de Aplicação da Lei nº 11.428/2006**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil. 2008.
- BRAZ, V. da S. **A representatividade das unidades de conservação do Cerrado na preservação da avifauna**. Brasília, Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- BROOKS, T. et al. Habiata loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**, v. 16, p. 909-923, 2002.
- BROWN, J. H. Concluding remarks. In: LOMOLINO, M. V.; HEANEY, L. R. (Org.). **Frontiers of biogeography: new directions in the geography of nature**. Sunderland, Sinauer Associates / International Biogeography Society. 2004. p. 361-368.

BROWN, K. Biogeography and evolution of neotropical butterflies. In: WHITMORE T. C.; PRANCE, G. T. (Org.). **Biogeography and quaternary history in tropical America**. Oxford, Oxford University Press. 1987. p. 66-104.

CÁCERES, N. C. et al. Mammals of the Bodoquena Mountains, southwestern Brazil: an ecological and conservation analysis. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 426-435, 2007.

CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic forest. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Org.). **Atlantic Forest: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C., Island Press. 2003, p. 31-42.

CANALE, G. R. et al. Pervasive Defaunation of Forest Remnants in a Tropical Biodiversity Hotspot. **PLoS ONE**, v. 7, n. 8, p. e41671. 2012.

CARNAVAL, A. C.; MORITZ, C. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. **J Biogeogr**, v. 35, p. 1187-1201. 2008.

CAVALCANTI, I. et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo. Oficina de Textos: 2016.

CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica**. Relatório Final. PROBIO – Ministério do Meio Ambiente, Brasil. IESB/UFRJ/UFF, 2007.

CUNHA, A. A. Conservação dos Mamíferos na Serra dos Órgãos: passado, presente e futuro. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, v. 1 – Trabalhos Técnicos 2004. Curitiba. **Anais... FBPN**, 2004, p. 213-224.

CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B. **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013.

DIAS, I. M. G. **Análise genética e fenotípica da população de *Micoureus paraguayanus* (Didelphimorphia: Didelphidae) no Parque Estadual do Rio Doce, MG**. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

DORNELES, L. P. P.; WAECHTER, J. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 815-824. 2004.

FARIA, L. R. R.; SILVEIRA, F. A. A fauna de abelhas euglossinas (Hymenoptera, Apidae) em uma área central do Cerrado, Brasil: importância das florestas ripárias como corredores para espécies de abelhas associadas a florestas. **Biota Neotrop**. v. 11, p. 87-94. 2011.

FONSECA, C. R. et al. Towards an ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1209-1219. 2009.

GALATI, E. A. B. et al. Phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in caves of the Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 283-296. 2003.

GALETTI, M. et al. Priority Areas for the conservation of Atlantic forest mammals. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1229-1241. 2009.

GONZAGA, L. P.; CARVALHAES, A. M. P.; BUZZETTI, D. R. C. A new species of Formicivora antwren from the Chapada Diamantina, eastern Brazil (Aves: Passeriformes: Thamnophilidae). **Zootaxa**, v. 1.473, p. 25-44. 2007.

HADLER, P. et al. Environmental change and marsupial assemblages in Holocene successions of Southern Brazil. **Mammalian Biology**, v. 74, p. 87-99. 2009.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Editora da Universidade de Brasília. 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências 1, 2ª edição revista e ampliada. IBGE, Rio de Janeiro. 2012.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. E. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 263-272. 2001.

KIRWAN, G. M.; BARNETT, J. M.; MINNS, J. Significant ornithological observations from the Rio São Francisco Valley, Minas Gerais, Brazil, with notes on conservation and biogeography. **Ararajuba**, v. 9, p. 145-161. 2001.

LARA, M. C.; GEISE, L.; SCHNEIDER, C. J. Diversification of small mammals in the Brazilian Atlantic forest of Brazil: testing the alternatives. In: LACEY, E. A.; MYERS, P. (Org.). **Mammalian diversification: from chromosomes to phylogeography (a celebration of the career of James L. Patton)**. Berkeley: University of California Publications in Zoology. University of California Press, p. 311-335. 2005.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 51-73. 2002.

LIMA, A. **Aspectos jurídicos da proteção da Mata Atlântica**. (Org.). São Paulo: Instituto Socioambiental, 2001.

LIMA, D. A. Present day refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, T. G. (Ed.). **Biological diversification in the tropics**. p. 245-254. New York, Columbia University Press. 1982.

LOPES, L. E. et al. Geographic distribution, habitat association, and conservation status of the Critically Endangered Minas Gerais Tyrannulet *Phylloscartes roquettei*. **Bird Cons. Int.**, v. 18, p. 53-62. 2008.

MATTEI, G.; MULLER, S. C.; PORTO, M. L. Corredores de imigração e distribuição de espécies arbóreas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 12-14. 2007.

METZGER, J. P. et al. Time-lag responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1166-1177. 2009.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Cidade do México: CEMEX S.A. 2004.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.

NAPOLI, M. F.; JUNCÁ, F. A. A new species of the *Bokermannohyla circumdata* group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Chapada Diamantina, State of Bahia, Brazil. **Zootaxa**, v. 1244, p. 57-68. 2006.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro, 1979.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Org.). **Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: CRC Press. 2006. p. 151-184.

OLIVEIRA, J. A.; GONÇALVES, P. R.; BONVICINO, C. R. Mamíferos da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003.

- OLIVEIRA, P. E. de, BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 152, p. 319-337. 1999.
- OLSON, D. M. et al. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. **BioScience**, v. 51, p. 933-938. 2001.
- ORMSBY, T. et al. **Getting to know ArcGIS desktop**: basics of ArcView, ArcEditor, and ArcInfo. Redlands: ESRI Press. 2004.
- PARDINI, R. et al. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: a multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agro-forestry mosaic in southern Bahia. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1178-1190. 2009.
- PEREIRA, A. B. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. **Nucleus**, v. 6, p. 27-53. 2009.
- PEREIRA, L. G.; GEISE, L. Karyotype composition of some rodents and marsupials from Chapada Diamantina (Bahia, Brasil). **Brazilian Journal Biology**, v. 67, p. 509-518. 2007.
- PINHEIRO, F. et al. Rock outcrop orchids reveal the genetic connectivity and diversity of inselbergs of northeastern Brazil. **BMC Evolutionary Biology**, v. 14, p. 49, 2014.
- PIVATTO, M. A. C. et al. Aves do Planalto da Bodoquena, estado de Mato Grosso do Sul (Brasil). **Atualidades Ornitológicas**, v. 129. 2006.
- PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003. p. 3-74.
- QUINTELA, F. M.; LOEBMANN, D.; GIANUCA, N. M. Répteis continentais do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v. 14, p. 180-188. 2006.
- QUINTELA, F. M.; PORCIÚNCULA, R. A.; PACHECO, S. M. Mammalia, Chiroptera, Vespertilionidae, *Myotis albescens*: new occurrence site in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Check List**, v. 4, p. 79-81. 2008.
- REZENDE, C. L. et al. From Hotspot to Hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.16, p. 208-221. 2018.
- RIBEIRO, K. T. et al. Aferição dos limites da Mata Atlântica na Serra do Cipó, MG, Brasil, visando maior compreensão e proteção de um mosaico vegetal fortemente ameaçado. **Natureza & Conservação**, v. 7, p. 30-48. 2009.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how much is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009a.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. Aspectos ecológicos. São Paulo: Hucitec/Edusp. v. 2, 1979.
- RODA, S. A.; CARLOS, C. J. Composição e sensibilidade da avifauna dos Brejos de Altitude do Estado de Pernambuco. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Org.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba**: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p. 211-228.
- RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003.
- RODRIGUES, M. T.; JUNCA, F. A. Herpetofauna of the quaternary sand dunes of the middle Rio São Francisco: Bahia, Brazil. vii. *Typhlops amoipira* sp. nov., a possible relative of *Typhlops yonenagae* (serpentes, Typhlopidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, p. 325-333, 2002.



- RODRIGUES, M. T. et al. A new species of lizard genus (Squamata, Leiosauridae) from the highlands of Chapada Diamantina, state of Bahia, Brazil, with a key to species. **Phyllomedusa**, v. 5, p. 11-24, 2006.
- SÁ NETO, R. J.; MARINHO FILHO, J. Bats in fragments of xeric woodland caatinga in Brazilian semiarid. **Journal of Arid Environments**, v. 90, p. 88-94. 2013.
- SANTOS, A. C. A. Peixes. In: ACUÑA, F.; JUNCÁ, L. F.; ROCHA, W. (Org.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 311-336, 2005.
- SILVA, L. A. M. **Comunidades de morcegos na Caatinga e Brejo de Altitude, no Agreste de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007. 161p.
- SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In: LEAL, C. G.; CÂMARA, I. G. (Org.) **Atlantic Forest: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C.: Island Press. 2003. p. 43-59.
- SILVESTRE, R.; DEMÉTRIO, M. F. Biogeografia e diversidade de formigas do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **Biológico**, v. 69, p. 225-227. 2007.
- SOUSA, M. A. N.; LANGUTH, A.; AMARAL, E. G. Mamíferos dos Brejos de Altitude de Paraíba e Pernambuco. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Org.) **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p. 211-228.
- TABARELLI, M.; CAVALCANTI, D. R. Distribuição das plantas amazônico-nordestinas no centro de endemismo de Pernambuco: brejos de altitude vs. florestas de terras baixas. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Org.) **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p. 279-290.
- VANZOLINNI, P. E. On the geographical differentiation of *Gymnodactylus geckoides* SPIX, 1825 (Sauria, Gekkonidae): speciation in the Brazilian Caatingas. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, p. 663-698. 2004.
- VASCONCELOS, V. V. Campos de Altitude, Campos Rupestres e Aplicação da Lei da Mata Atlântica: estudo prospectivo para o estado de Minas Gerais. **Bol. geogr., Maringá**, v. 32, p. 110-133. 2014.
- VIEIRA, M. V. et al. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1191-2000. 2009.
- VIVO, M. de. A mastofauna da Floresta Atlântica: padrões biogeográficos e implicações conservacionistas. In: V REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 1997, Blumenau. **Anais ... Blumenau**. CNPq, 1997. p. 60-63.
- WAETCHER, J. L. **O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1992. 163p.
- \_\_\_\_\_. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 93-108. 2002.

# Mata Atlântica Legal: integrando as visões da biogeografia às políticas públicas para conservação de um hotspot de biodiversidade

*Legal Atlantic Forest (Mata Atlântica Legal): integrating biogeography to public policies towards the conservation of the biodiversity hotspot*

André de Almeida Cunha<sup>a</sup>

Carla Bernadete Madureira Cruz<sup>b</sup>

Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca<sup>c</sup>

<sup>a</sup>*Professor Adjunto do Departamento de Ecologia, pesquisador do Centro de Excelência em Turismo – CET e do Centro de Estudos do Cerrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil  
End. Eletrônico: cunha.andre@gmail.com*

<sup>b</sup>*Professora Titular do Departamento de Geografia, Coordenadora do Laboratório Espaço de Sensoriamento Remoto e Estudos Ambientais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
End. Eletrônico: carlamad@gmail.com*

<sup>c</sup>*Professor Titular do Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil  
End. Eletrônico: gfonseca1@thegef.org*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27112

Received: 10/09/2019

Accepted: 16/11/2019

ARTICLE- DOSSIER

## RESUMO

A Mata Atlântica (MA) é um dos biomas mais biodiversos e ameaçados do planeta, mas a existência de dois limites oficiais (Bioma e Domínio – Lei da MA) suscita dúvidas e incertezas, com consequências para a aplicação de políticas públicas e a conservação dos remanescentes. Visando compreender a biogeografia e seus desdobramentos para a proteção da MA, foram comparadas as áreas dos dois limites, e a sobreposição com as unidades da Federação e ecorregiões que ocupam. Nossos resultados, apoiados pela literatura, indicam que o limite legal é mais abrangente e representativo da heterogeneidade e diversidade atual e evolutiva da MA, e proporciona uma base legal mais adequada para sua conservação e uso sustentável, principalmente na Região Nordeste, onde há a maior diferença entre os limites. Logo, o termo Mata Atlântica Legal deve ser amplamente difundido, visando reforçar a aplicação integral das leis que governam a proteção e uso sustentável do bioma.

*Palavras-chave:* Bioma. Domínio Mata Atlântica. Ecorregião. Áreas Protegidas. Remanescentes. Clima.

## ABSTRACT

The Atlantic Forest (AF) is one of the most biodiverse and threatened biomes on the planet, but the existence of two official boundaries (AF Biome and Domain – AF Law) causes uncertainties, with consequences for public policies and the conservation of remnants. In order to understand the biogeography and its influence for protection of the AF, the areas of the two boundaries and the overlap with states and ecoregions they occupy were compared. Our results, supported by the literature, indicate that the Legal boundary is broader and more representative of AF's current and evolutionary heterogeneity and diversity, and provides a more adequate legal basis for its conservation and sustainable use, especially in the northeast region, where the biggest difference between both limits were encountered. Thus, the term Legal Atlantic Forest should be increasingly used, in order to reinforce the full application of laws governing the protection and sustainable use of the biome.

*Keywords: Biome. Atlantic Forest Dominion. Ecoregion. Protected areas. Remnants. Climate.*

## 1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é conhecida como uma das regiões com maior riqueza e endemismo de espécies, assim como uma das mais ameaçadas do planeta, um *hotspot de biodiversidade* (MITTERMEIER et al., 2004; MYERS et al., 2000). A conservação dos escassos remanescentes depende do engajamento de diferentes setores da sociedade, além de políticas públicas eficazes (CUNHA; GUEDES, 2013; REZENDE et al., 2018). O termo Mata Atlântica é amplamente utilizado e aceito, mas seu significado científico ainda necessita ser melhor compreendido (CÂMARA, 2003). A biota de uma dada região é o resultado da sobreposição de espécies com diferentes histórias evolutivas (BROWN, 2004). A rica biodiversidade da Mata Atlântica é resultado de uma complexa história biogeográfica, influenciada por processos, como as glaciações do pleistoceno, os refúgios montanos e gradientes ecológicos (LARA et al., 2005), em constante interação com os biomas ao redor. Esse contexto dificulta a definição de limites biogeográficos e geopolíticos precisos.

Existem dois limites oficiais para a Mata Atlântica brasileira: o *Bioma* Mata Atlântica (BRASIL, 2004a) e a área de aplicação da Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2008), conhecido também como *Domínio* da Mata Atlântica. Ambos os limites foram elaborados com apoio de dezenas de pesquisadores e gestores, buscando um entendimento biogeográfico e uma base para a aplicação de políticas públicas.

Historicamente, diversos autores propuseram divisões para as fitofisionomias ou complexos ecológicos do Brasil, mas poucos citaram a expressão Mata Atlântica (IBGE, 2012) no sentido como atualmente é adotada (Quadro 1). Ab'Saber, por exemplo, em 1965, sugeriu dois "domínios morfoclimáticos", além de uma extensa "faixa de contato e transição bastante variada e complexa", entre as Florestas Atlânticas e de Araucárias com o Cerrado e a Caatinga (Quadro 1) (AB'SABER, 2003). No recente enfoque de ecorregiões (OLSON et al., 2001), em escala mais fina, a Mata Atlântica abrange 12 ecorregiões, além de porções da Caatinga, Cerrado e Savanas Uruguaias (Figura 1, Quadro 1).

Posteriormente, com base em endemismos de vertebrados, foi proposto o agrupamento e subdivisão destas em oito biorregiões (SILVA; CASTELETTI, 2003) no Domínio Mata Atlântica (BRASIL, 2008). O debate sobre a composição da biota, os padrões fitofisionômicos, biogeográficos, e os processos evolutivos da Mata Atlântica são extremamente instigantes. No entanto, considerando o avançado estado de perda de hábitat e da biodiversidade, são urgentes políticas públicas e ações, contínuas e coerentes, para buscar a preservação e recuperação dos remanescentes deste *hotspot*.

**Quadro 1** | Classificações das sub-regiões da Mata Atlântica brasileira propostas no século XX.

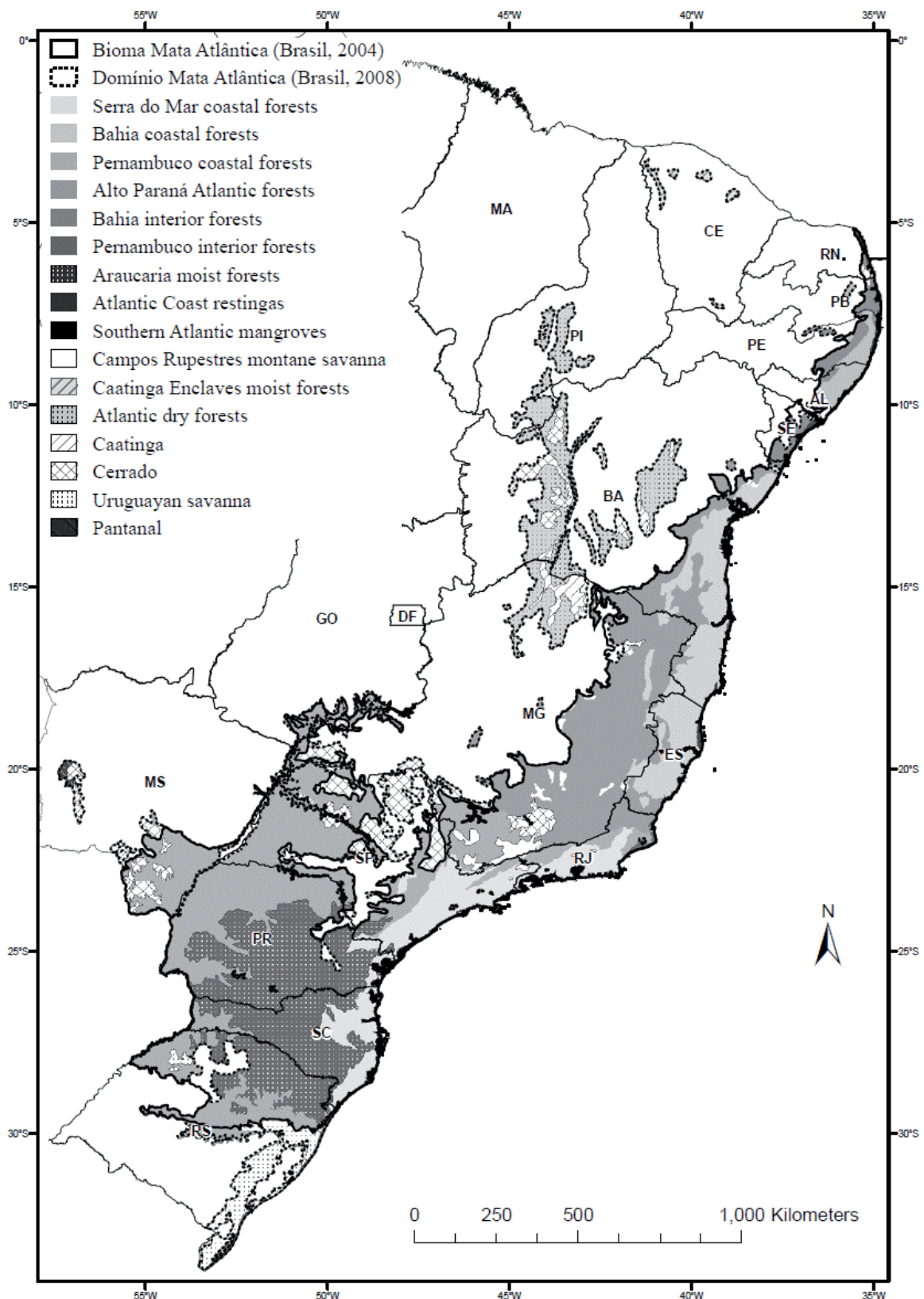
<i>Domínios Morfoclimáticos Brasileiros</i>	<i>As Florestas da América do Sul</i>	<i>Tratado de Fitogeografia do Brasil</i>	<i>Ecorregiões</i>
Ab'Saber (1965)	Hueck (1972)	Rizzini (1979)	Olson et al. (2001)
Áreas Mamelonares Florestadas, ou Domínio Tropical-Atlântico	Mata pluvial costeira do Brasil	Floresta Atlântica	Floresta Costeira da Bahia
			Floresta do Interior da Bahia
			Floresta Costeira de Pernambuco
	Floresta do Interior de Pernambuco		
	Região das matas subtropicais do leste e do sul do Brasil		Floresta Costeira da Serra do Mar
			Floresta Atlântica do Alto Paraná
Planaltos subtropicais com araucárias	Região das matas de araucária do Sul do Brasil	Pinheiral	Floresta Úmida de Araucária
	Região costeira do Brasil	Restingas	Restinga da Costa Atlântica
			Mangues Sul-Atlânticos
Faixas de transição não diferenciadas			Floresta Seca Atlântica
			Floresta Úmida dos Enclaves da Caatinga
			Campos Rupestres de Savana Montana

Fonte: Elaboração dos autores.

Atualmente, entre 12% e 16% do território total do Domínio Mata Atlântica (RIBEIRO et al., 2009), ou, dependendo do estudo, de 22% a 28% do Bioma Mata Atlântica (CRUZ; VICENS, 2007; REZENDE et al., 2018), apresenta remanescentes semelhantes à cobertura original ou histórica, da época da pré-colonização europeia. Apesar de extremamente fragmentados e degradados (RIBEIRO et al., 2009), ainda suportam elevada riqueza de espécies (FONSECA et al., 2009; PARDINI et al., 2009; VIEIRA et al., 2009).

As unidades de conservação cobrem cerca de 10% do bioma, mas menos de 2,6% sob proteção integral (CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2019), e as populações de grandes vertebrados já não são viáveis na maioria das paisagens (GALETTI et al., 2009), com diversas extinções locais já registradas (CANALE et al., 2012; CUNHA, 2004). Caso a paisagem não seja manejada de uma forma adequada e eficaz (METZGER et al., 2009), o débito de extinção não tardará em mostrar seus efeitos, levando à perda de diversas espécies (BROOKS et al., 2002). Logo, a tomada de decisão e a conservação da natureza, na prática, necessitam de definições pragmáticas, incluindo a delimitação geográfica para a aplicação das políticas públicas.

Visando compreender a biogeografia para basear políticas públicas coerentes, foram comparados os dois limites geopolíticos estabelecidos para a Mata Atlântica (Bioma vs Domínio) e as áreas divergentes entre eles. Foram analisadas: (1) a abrangência geográfica e a sobreposição dos dois limites da Mata Atlântica com as ecorregiões (OLSON et al., 2001), e com estados (UF) e regiões do País (Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste); e (2) a composição e as relações biogeográficas da biota nas áreas de divergência entre os dois limites. Por fim, foram considerados sobre os desdobramentos para a tomada de decisão, políticas públicas e para a conservação na prática dos remanescentes da Mata Atlântica.



**Figura 1** | Limites da Mata Atlântica no território brasileiro. A linha tracejada representa o Domínio da Mata Atlântica, ou Mata Atlântica Legal (BRASIL, 2008), e a linha contínua delimita o Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2004b). Os tons de cinza representam as ecorregiões abrangidas, com a denominação original em inglês (OLSON et al., 2001).

Fonte: Elaboração dos autores.



## 2 MÉTODOS

A abrangência geográfica e as áreas divergentes entre os limites do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2004a) e do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2008), conhecido também como Domínio Mata Atlântica, foram analisadas em sistemas de informações geográficas. Ambos os limites foram elaborados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE a partir do Mapa de Vegetação do Brasil (BRASIL, 1993, 2004b).

A diferença entre esses dois limites é que englobam diferentes porções de florestas decíduas e semidecíduas do centro e do Nordeste do Brasil (Figura 1). Isso é justificado com base na composição e biogeografia de algumas espécies, frequentemente aves e mamíferos (SILVA; CATELETTI, 2003). Os polígonos (*shape-files*) desses limites foram superpostos aos polígonos das ecorregiões (OLSON et al., 2001), e das unidades federativas (estados – UF) e Regiões (Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul) do Brasil, utilizando a ferramenta *intersect* do programa ArcGIS 9.0, e padronizados para o sistema de projeção (latitude e longitude) e o *sistema geodésico* (SIRGAS, 2000). As áreas resultantes foram calculadas com a projeção “equivalente de Albers” (ORMSBY et al., 2004). Foram contabilizadas (i) a área absoluta (km<sup>2</sup>) das ecorregiões e dos estados (UF) abrangidos para cada um dos dois limites propostos para a Mata Atlântica, *Domínio* e *Bioma*, (ii) o percentual da área de cada UF e de cada ecorregião ocupado por cada um dos limites da Mata Atlântica, e (iii) o quanto essa área representa da área total do *Domínio* e do *Bioma* Mata Atlântica (Tabelas 1 e 2).

Para subsidiar as considerações biogeográficas sobre a composição da biota nas áreas da Mata Atlântica divergentes entre o limite do *Domínio*, ou área legal da Mata Atlântica, e o *Bioma* foram consultadas referências bibliográficas já publicadas sobre o tema. A maioria é de inventários pontuais de vertebrados, mas também revisões de inventários de plantas lenhosas, além de alguns poucos trabalhos para outros táxons (veja a discussão). Esses inventários são de táxons particulares, com delineamentos amostrais, técnicas de coleta e esforços de captura diferentes. Assim, optamos por analisar a composição da biota nas áreas divergentes entre os dois limites e suas relações com os biomas circundantes, baseados na argumentação dos autores desses inventários. A classificação das espécies quanto à distribuição geográfica, como endêmicas, seguiu exclusivamente aquela utilizada nos estudos consultados, mesmo quando não foi explicitada a definição de Mata Atlântica, ou de endemismo, assumida por cada um deles.

Dessa forma, comparamos a abrangência dos dois limites propostos para a Mata Atlântica brasileira, *Domínio* (BRASIL, 2008) vs. *Bioma* (BRASIL, 2004a), considerando a composição da biota e a biogeografia, e tecemos considerações sobre as implicações para a conservação dos remanescentes da cobertura histórica da vegetação, quando considerados esses dois limites distintos.

## 3 RESULTADOS

Os limites do *Bioma* e do *Domínio* Mata Atlântica se sobrepõem na maior parte de suas extensões (Figura 1). Entretanto, a área da Lei da Mata Atlântica (*Domínio*) (BRASIL, 2008) é 235 mil km<sup>2</sup>, cerca de 25% maior do que a área ocupada pelo Bioma (BRASIL, 2004a). Desta diferença, 118 mil km<sup>2</sup> (50%) estão na Região Nordeste, 80 mil km<sup>2</sup> (34%) na Região Sudeste, 30 mil km<sup>2</sup> (13%) no Sul do Brasil, e oito mil km<sup>2</sup> (3%) em Mato Grosso do Sul (MS), na Região Centro-Oeste (Figura 1, Tabela 1). O *Domínio* abrange todos os estados das regiões Sul, Sudeste e Nordeste (exceto Maranhão), além de MS e Goiás, na Região Centro-Oeste. O *Bioma* abrange os mesmos estados, exceto Ceará e Piauí, no Nordeste (Figuras 1 e 2).

**Tabela 1 |** Extensão da Mata Atlântica nas unidades federativas – UF, ou estados, do Brasil, de acordo com os limites da Mata Atlântica Legal (Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica, ou Domínio) (BRASIL, 2008) e do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2004a).

REGIÃO	UF	Mata Atlântica Legal (BRASIL, 2008) ¶	Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2004a)¶	Diferença (MA Legal – Bioma)
Nordeste	PI	22.822 (1,7/9,1)	-	22.822
	CE	4.845 (0,4/3,3)	-	4.845
	RN	3.271 (0,2/6,2)	2.848 (0,3/5,4)	423
	PB	6.697 (0,5/11,9)	5.058 (0,4/9,0)	1.639
	PE	17.713 (1,3/18,0)	17.093 (1,5/18,0)	620
	AL	14.410 (1,1/51,9)	14.707 (1,3/52,9)	-297
	SE	7.856 (0,6/35,9)	11.796 (1,1/53,9)	-3.940
	BA	203.176 (15,1/36,0)	111.077 (10,0/19,7)	92.099
	Total NE*	280.791 (20,8/23,0)	162.578 (14,6/13,3)	118.213
Centro-Oeste	GO	10.649 (0,8/3,1)	10.513 (0,9/3,1)	136
	MS	57.910 (4,3/16,2)	50.397 (4,5/14,1)	7.513
	Total CO*	68.559 (5,1/9,8)	60.910 (5,5/8,7)	7.649
Sudeste	MG	287.329 (21,3/49,0)	241.718 (21,7/41,2)	45.611
	ES	46.030 (3,4/99,9)	45.945 (4,1/99,7)	85
	RJ	43.550 (3,4/99,9)	43.626 (3,9/99,8)	-76
	SP	201.352 (14,9/81,1)	166.889 (15,0/67,2)	34.463
	Total SE	578.261 (42,9/62,5)	498.178 (44,7/53,8)	80.083
Sul	PR	193.555 (14,3/97,1)	194.386 (17,4/97,5)	-831
	SC	95.227 (7,1/99,9)	94.674 (8,5/99,2)	553
	RS	132.662 (9,8/47,1)	102.931 (9,2/36,5)	29.731
	Total Sul	421.443 (31,2/73,1)	391.991 (35,2/68,0)	29.452
	Total	1.349.055	1.113.657	235.398

Os números indicam a área absoluta (km<sup>2</sup>) da Mata Atlântica em cada UF, e entre parênteses constam (i) a porcentagem da Mata Atlântica encontrada na UF/ e (ii) a porcentagem da UF dentro da Mata Atlântica. \*Os valores totais para o Nordeste e Centro-Oeste contabilizam apenas a área das UF listadas.

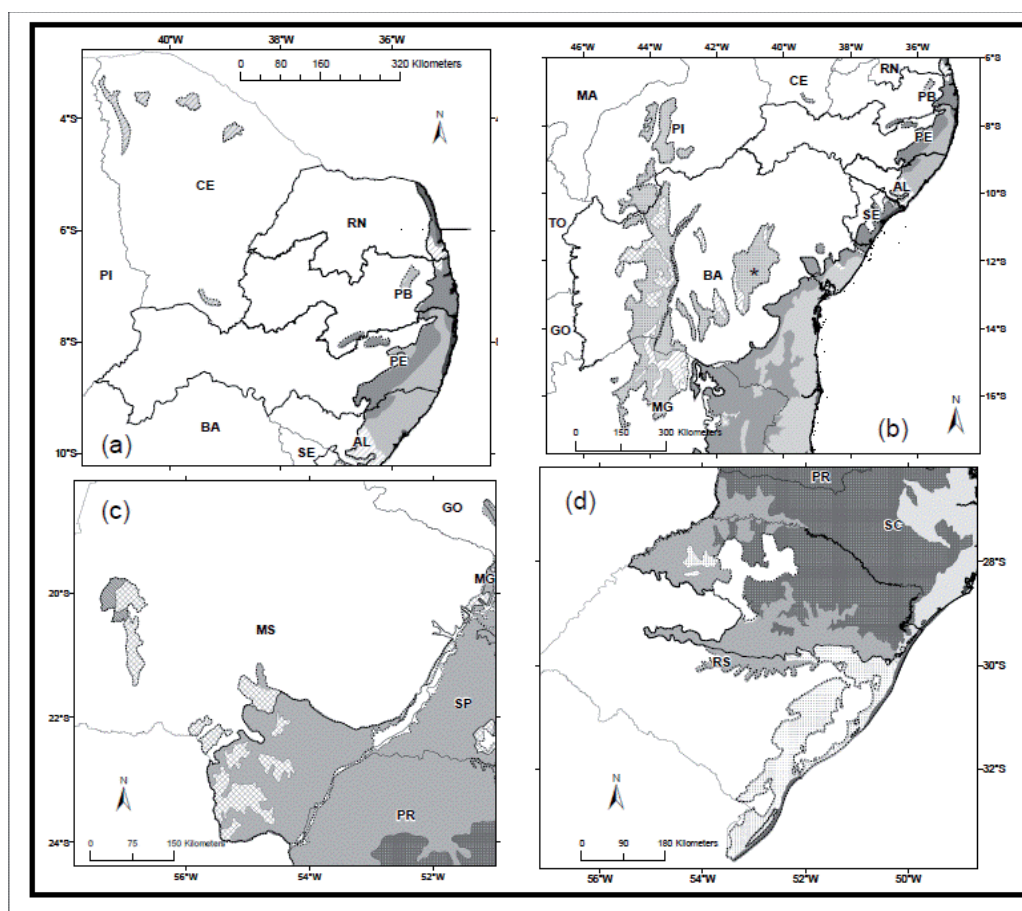
Fonte: Elaboração dos autores.

Em ambos os limites, a maior fração da Mata Atlântica está na Região Sudeste, 43% vs. 45% da área total do Domínio e do Bioma, respectivamente, seguida da Região Sul 31% vs. 35%, Nordeste 21% vs. 15%,

e no Centro-Oeste 5,1% vs. 5,5%. Os estados de Minas Gerais (MG), Paraná (PR), São Paulo (SP), Bahia (BA), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Mato Grosso do Sul (MS), Espírito Santo (ES) e Rio de Janeiro (RJ) abrangem as maiores áreas absolutas, tanto no *Domínio* quanto no *Bioma* (Tabela 1).

Alguns estados estão totalmente inseridos na Mata Atlântica, considerando ambos os limites, como ES, RJ, SC e PR. Entre 1/3 e 2/3 dos estados de SP, MG, RS, Sergipe (SE) e Alagoas (AL) estão na Mata Atlântica (Tabela 1). Sobretudo, a área abrangida pelos dois limites difere notadamente nos estados de SE, BA, SP e RS, há diferenças menos expressivas em MG, Paraíba (PB) e MS. A Mata Atlântica do Piauí e Ceará é reconhecida somente pelo limite da lei (*Domínio*), mas não pelo *Bioma* (Tabela 1, Figuras 1 e 2).

O limite do *Domínio* engloba mais de 99% da área do limite do *Bioma* (BRASIL, 2004a), e vai além, abrangendo as florestas secas do São Francisco (MG, BA e PI); a região da Chapada Diamantina (BA); os Brejos Nordestinos (PI, CE, RN, PB e PE); a Serra da Bodoquena (MS); e parte das Savanas Uruguaias e florestas do RS, além de áreas do Cerrado, em SP e MG. O limite do *Bioma* inclui, além do *Domínio*, áreas de SE, AL, PB e RN, e pequenas porções de MG e SP, não incluídas no limite do *Domínio* (Figuras 1 e 2), embora isso represente apenas 1% da área do *Bioma*.



**Figura 2** | Áreas divergentes entre os limites da Mata Atlântica no território brasileiro: (a) Brejos nordestinos, no Ceará, abrangendo a ecorregião Floresta Úmida dos Enclaves da Caatinga, no norte da Paraíba, a Floresta Costeira de Pernambuco no sul da Paraíba e em Pernambuco, a Floresta do Interior de Pernambuco; (b) Florestas Secas do São Francisco e Chapada Diamantina (destacada com asterisco), ocupadas majoritariamente pela ecorregião Floresta Seca Atlântica, e porções menores do Cerrado e Caatinga; (c) Serra da Bodoquena, abarcando o Cerrado e Pantanal; e (d) sul das Florestas do Rio Grande do Sul, e entorno da Lagoa dos Patos, nas ecorregiões Florestas do Alto Paraná e Savanas Uruguaias, respectivamente. Para legenda, consulte a Figura 1.

Fonte: Elaboração dos autores.

O *Domínio* Mata Atlântica inclui 15 ecorregiões, duas além do *Bioma* (Figura 1): a Floresta Seca Atlântica, ou Florestas Secas do São Francisco (108 mil km<sup>2</sup>); e a Floresta Úmida dos Enclaves da Caatinga, ou Brejos Nordestinos (4,4 mil km<sup>2</sup>), além de porções maiores das ecorregiões do Cerrado (+67 mil km<sup>2</sup>), da Caatinga (+15 mil km<sup>2</sup>) e das Savanas Uruguaias (+20 mil km<sup>2</sup>) (Figura 2 e Tabela 2).

**Tabela 2** | Extensão das ecorregiões na Mata Atlântica abrangidas pelos limites da Mata Atlântica Legal (BRASIL, 2008) e do Bioma Mata Atlântica (BRASIL, 2004a).

<i>Ecorregião (OLSON et al., 2001)</i>	<i>Mata Atlântica Legal*</i>	<i>Bioma*</i>
Floresta Atlântica do Alto Paraná	340.127 (25,2/74,1)	336.353 (30,2/73,3)
Floresta do Interior da Bahia	224.104 (16,6/97,8)	220.966 (19,8/96,4)
Floresta Úmida de Araucária	210.617 (15,6/97,7)	211.044 (19,0/97,9)
Floresta Costeira da Bahia	109.123 (8,1/99,8)	108.858 (9,8/99,6)
Floresta Seca Atlântica	108.363 (8,0/94,5)	-
Floresta Costeira da Serra do Mar	104.005 (7,7/99,5)	103.539 (9,3/99,0)
Cerrado	103.893 (7,7/5,5)	37.064 (3,3/2,0)
Savanas Uruguaias	35.611 (2,6/10,1)	15.376 (1,4/4,4)
Caatinga	28.021 (2,1/3,9)	13.641 (1,2/1,9)
Floresta do Interior de Pernambuco	21.953 (1,6/97,2)	20.943 (1,9/92,7)
Campos Rupestres de Savana Montana	20.040 (1,5/81,3)	17.059 (1,5/69,2)
Floresta Costeira de Pernambuco	17.161 (1,3/98,1)	16.428 (1,5/93,9)
Mangues Sul-Atlânticos	9.476 (0,7/97,6)	9.046 (0,8/93,2)
Restinga da Costa Atlântica	7.538 (0,6/96,7)	4.052 (0,4/51,6)
Florestas Úmidas de Enclave da Caatinga	4.371 (0,3/91,5)	-

\*Os valores entre parênteses representam a porcentagem da Mata Atlântica na ecorregião/e a porcentagem da ecorregião dentro de dado limite.

Fonte: Elaboração dos autores.

## 4 DISCUSSÃO

Os dois limites propostos para a Mata Atlântica, *Domínio* e *Bioma*, diferem em 235 mil km<sup>2</sup>, ou seja, o *Domínio* é cerca de 20% maior do que o *Bioma*. As áreas divergentes incluem fisionomias e biotas com características da Mata Atlântica *strictu sensu*, das Regiões Sul e Sudeste (BRASIL, 2008; OLIVEIRA FILHO et al., 2006), mas também de áreas de transição com outros biomas, como o Cerrado e a Caatinga. O *Domínio* Mata Atlântica (BRASIL, 2008) engloba a maioria das formações florestais extra-amazônicas do Brasil (BRASIL, 2004b).

A maior parte das áreas incongruentes entre os dois limites (*Domínio* e *Bioma*) foi classificada por Ab'Saber (2003) como áreas de transição não diferenciadas. São compostas por florestas decíduas,

savanas estépicas, florestas abertas e semidecíduas, além de zonas de transição entre as savanas e as florestas secas (BRASIL, 2004b). Destacam-se cinco grandes regiões divergentes entre os dois limites: (1) as Florestas Secas do Rio São Francisco; a (2) Chapada Diamantina (Figura 2b); (3) os Brejos de Altitude nordestinos (Figura 2a); (4) o Planalto ou Serra da Bodoquena (Figura 2c); e (5) o sul das florestas secas do Rio Grande do Sul e o entorno da Lagoa dos Patos (Figura 2d). A composição da biota reforça a elevada heterogeneidade, mas também o compartilhamento de características típicas da Mata Atlântica, assim como o caráter de transição dessas áreas, conforme detalhado abaixo:

#### FLORESTAS SECAS DO SÃO FRANCISCO

Esta região (Figura 2b) é composta por florestas decíduas e manchas de Cerrado e Caatinga, além de zonas de tensão, de contato, ou de transição, entre estas (BRASIL, 2004b; BRASIL, 2008). No primeiro mapa dos *hotspots* de biodiversidade (MYERS et al., 2000), essa região estava incluída na Mata Atlântica, já no novo mapa, não (MITTERMEIER et al., 2004).

Os inventários bióticos destacam a elevada ocorrência de espécies endêmicas para a Caatinga (OLIVEIRA et al., 2003; PRADO, 2003; RODRIGUES, 2003; RODRIGUES, JUNCÁ, 2002). No entanto, ocorrem também espécies de aves endêmicas da Mata Atlântica (LOPES et al., 2008; SILVA; CASTELETTI, 2003) e outras típicas das florestas secas do Sudeste do Brasil e da Chapada Diamantina (KIRWAN et al., 2001). Nas matas secas da Serra do Espinhaço, na porção sul dessa região, são encontradas abelhas nativas (FARIA; SILVEIRA, 2011) e morcegos (SÁ NETO; MARINHO FILHO, 2013) comuns com outras áreas da Mata Atlântica.

Evolutivamente, as florestas secas do São Francisco são áreas fundamentais para o fluxo da biota florestal, inclusive no contexto de mudanças climáticas passadas e futuras. Durante as flutuações climáticas do Pleistoceno, o Rio São Francisco foi uma área limítrofe das áreas florestais da Mata Atlântica (CARNAVAL; MORITZ, 2008). A história evolutiva das espécies que abrangem essas áreas de transição ainda necessita ser melhor estudada, mas embora sejam áreas importantes para os endemismos da Caatinga, compartilham também a biodiversidade da Mata Atlântica, justificando assim sua inclusão como Mata Atlântica. Portanto, as Florestas Secas do São Francisco são unidades da paisagem fundamentais para a manutenção da biodiversidade da Caatinga, mas também da Mata Atlântica.

#### A CHAPADA DIAMANTINA

Está situada entre as florestas secas do São Francisco e as florestas costeiras da Bahia (Figura 2b), inserida no bioma Caatinga próxima aos limites com os biomas Mata Atlântica e Cerrado (BRASIL, 2004a). É um mosaico de formações de Floresta Decídua, Semidecídua e, em menor proporção, manchas de Refúgios Montano e Savana-estépica, ou Caatinga (BRASIL, 2004b). No Pleistoceno tardio, formou-se uma conexão florestal entre a Amazônia e a Mata Atlântica (CARNAVAL; MORITZ, 2008; OLIVEIRA et al., 1999).

Estudos filogeográficos indicam uma maior conexão da Chapada Diamantina com a Mata Atlântica (THOMÉ et al., 2016). A composição atual da fauna reflete o mosaico de fitofisionomias presentes, resultante da dinâmica histórica dos biomas nessa região. São encontrados pequenos mamíferos típicos do Cerrado, da Caatinga e da Mata Atlântica, ocorrendo em diferentes tipos de hábitat (PEREIRA; GEISE, 2007). A população mais divergente de um lagarto típico da Caatinga (*Gymnodactylus gekkonidae*) ocorre nesta região (VANZOLINNI, 2004). Novas espécies de vertebrados, mais relacionadas aos táxons da Mata Atlântica do Sudeste, ocorrem nas encostas leste desta região (GONZAGA et al., 2007; NAPOLI, JUNCÁ, 2006; RODRIGUES et al., 2006). Há ainda alguns peixes endêmicos, exclusivos das bacias do Leste (costeiras) do Brasil, em rios do leste da Chapada (SANTOS, 2005). A composição da biota nas encostas leste da Chapada Diamantina aparenta ter maior relação com a Mata Atlântica do Sudeste, enquanto as encostas a oeste têm forte relação com as espécies da Caatinga e do Cerrado. Logo, também é adequado considerar essa região de transição como pertencente à Mata Atlântica.



## OS BREJOS NORDESTINOS

Os Brejos do Nordeste brasileiro correspondem à ecorregião Florestas Úmidas de Enclave da Caatinga (Figura 2a), são “ilhas” de Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecídua cercadas pela vegetação aberta da Caatinga (BRASIL, 2004b). Os Brejos são encontrados em diferentes altitudes e situações geográficas (PEREIRA, 2009), são remanescentes de formações florestais que ocuparam a maior parte do Nordeste brasileiro durante as oscilações climáticas do Quaternário (CARNAVAL; MORITZ, 2008), antes da expansão das caatingas (LIMA, 1982).

A flora das matas de baixada do Nordeste é mais semelhante às florestas amazônicas (OLIVEIRA FILHO et al., 2006), já nas matas de encosta, está mais relacionada às florestas de encostas do Sudeste (TABARELLI; CAVALCANTI, 2004). A ocorrência e estrutura genética das orquídeas corroboram a conexão dos Brejos com a Mata Atlântica (PINHEIRO et al., 2014). Por outro lado, a ocorrência de mamíferos tipicamente amazônicos, como o bugio-de-mãos-ruivas (*Alouatta belzebul*) e o tamanduá (*Cyclopes didactylus*) (VIVO, 1997), além do maior fluxo gênico do marsupial arborícola *Marmosa (Micoureus) paraguayanus* (DIAS, 2007), indica o intercâmbio biótico entre a Amazônia e as florestas do Nordeste.

Os pequenos mamíferos dos Brejos são táxons da Mata Atlântica e da Caatinga (SOUSA et al., 2004), incluindo espécies de morcegos típicos da Mata Atlântica (SILVA, 2007), e provavelmente espécies endêmicas ainda não estudadas (OLIVEIRA et al., 2003). As aves são endêmicas da Caatinga, da Mata Atlântica e outras exclusivas de formações florestais do Nordeste brasileiro (RODA; CARLOS, 2004). Os lagartos são predominantemente espécies com distribuição ampla (42%), além de endêmicas (13%), e outras tipicamente da Mata Atlântica (10%) e da Amazônia (8%) (BORGES-NOJOSA; CARAMASCHI, 2003). As borboletas do centro de endemismo de Pernambuco têm grande influência das espécies da Bahia, mas também do centro de endemismo de Belém (BROWN, 1987).

Lima (1982) destaca que existe um gradiente, um cline biogeográfico, para a flora, no qual as florestas dos Brejos do Ceará são mais relacionadas à Amazônia, enquanto que os Brejos da Paraíba e Rio Grande do Norte têm mais elementos da Mata Atlântica. Em Pernambuco e na Paraíba, os Brejos abarcam as ecorregiões Florestas de Pernambuco (Costeira e do Interior) e Caatinga (OLSON et al., 2001), ocupadas pela Floresta Ombrófila Aberta e Savana Estépica, além de zonas de contato entre essas duas fisionomias (BRASIL, 2004a). No Ceará, os Brejos estão classificados em uma ecorregião à parte, as Florestas Úmidas dos Enclaves da Caatinga (OLSON et al., 2001), composta por Floresta Ombrófila Aberta, e zonas de contato do Cerrado e da Caatinga com a Floresta Estacional (BRASIL, 2004b). Portanto, os Brejos não são regiões uniformes quanto à composição e à origem da biota, são áreas tipicamente de transição, com forte influência da biota da Mata Atlântica, da Amazônia, do Cerrado e da Caatinga. Há um gradiente longitudinal e altitudinal, com a biota dos Brejos a oeste e em baixa altitude mais relacionada à Amazônia, e aqueles mais elevados e mais ao leste, com maior relação com a Mata Atlântica.

## A SERRA DA BODOQUENA

Está localizada na região Centro-Oeste do Brasil, no estado de Mato Grosso do Sul (Figura 2c), no limite do bioma Cerrado com o bioma Pantanal (BRASIL, 2004a). As aves da região são majoritariamente do Cerrado e do Pantanal (PIVATTO et al., 2006), mas a ocorrência de algumas espécies, como *Synallaxis ruficapilla*, endêmica da Mata Atlântica (BRAZ, 2003), evidencia a relação evolutiva comum dessas regiões.

A composição da mastofauna tem predominância de espécies do Cerrado (CÁCERES et al., 2007). Os dípteros são típicos do Pantanal (GALATI et al., 2003), e as formigas, provavelmente, mais semelhantes ao Cerrado (SILVESTRE; DEMÉTRIO, 2007). A fisionomia predominante é de contato entre savana (Cerrado) e Floresta Estacional Decidual, além de manchas de Floresta Estacional Semidecidual e de Cerrado (BRASIL, 2004b). Portanto, é adequado classificar essa região como uma área de transição do Cerrado com elementos da Mata Atlântica.

## FLORESTAS SECAS E BANHADOS DO RIO GRANDE DO SUL

A região costeira do sul do Rio Grande do Sul, ao redor da Lagoa dos Patos, e as florestas secas do centro-norte do RS (Figura 2d) englobam um mosaico de fitofisionomias distintas, com manchas de floresta estacional semidecidual, estepes, restingas, florestas turfosas e banhados (BRASIL, 2004b; BRASIL, 2008; DORNELES; WAETCHER, 2004; LEITE, 2002). A composição da flora do RS é predominantemente de origem chaquenha, com elementos tropicais xerofíticos, campestres ou savânicos (WAETCHER, 2002).

Nas florestas semidecíduas do norte do RS há uma predominância de arbustos de origem atlântica (JARENKOW; WAETCHER, 2001). As florestas no limite norte da Lagoa dos Patos são semidecíduas moderadas, com imigração recente de fluxo florístico costeiro (atlântico) sobre um fluxo estacional continental residente, e ainda com influência de elementos amazônicos (LEITE, 2002). Logo, com o aumento da latitude, há uma diluição gradativa do componente atlântico nas florestas estacionais (MATTEI et al., 2007), assim como das epífitas da planície costeira do RS (WAETCHER, 1992).

Os répteis do sul do RS têm domínio pampeano (QUINTELA et al., 2006), assim como os morcegos, com influência de espécies típicas de formações abertas (QUINTELA et al., 2008), sobretudo, estudos das mudanças da biota ao longo do Holoceno, nos últimos 10 mil anos, indicam uma dinâmica gradual de expansão e retração de florestas úmidas, florestas secas, e savanas nessa região, com a presença de marsupiais típicos de áreas da Mata Atlântica do Sudeste e das matas secas do Brasil central (HADLER et al., 2009). Portanto, a biota dessa região tem caráter de transição da Mata Atlântica com a influência de fitofisionomias de biomas circundantes.

## CLIMA

Existe uma complexa diversificação climática nas diferentes regiões que compõem a Mata Atlântica, o que influencia diretamente a fisionomia e a composição da biota, e dificulta ainda mais a delimitação acurada de uma unidade biogeográfica tão ampla e diversa que englobe a biodiversidade da Mata Atlântica, sobretudo, modelos paleoclimáticos indicam que embora tenha havido uma intensa história de expansões e retrações, as formações florestais do que chamamos Domínio Mata Atlântica têm uma história em comum (CARNAVAL; MORITZ, 2008; HADLER et al., 2009). Logo, embora altamente heterogêneas quanto à biogeografia e ao clima (CAVALCANTI et al., 2016; NIEMER, 1979), as áreas de divergência entre os dois limites (Bioma e Domínio) fazem parte da história biogeográfica e são fitofisionomias fundamentais para a manutenção da biodiversidade da Mata Atlântica e para o fluxo da biota florestal com os demais biomas brasileiros, particularmente em uma escala evolutiva. Portanto, é adequado considerarmos o limite do Domínio, ou área de aplicação da Lei da Mata Atlântica, difundindo cada vez mais a importância da *Mata Atlântica Legal*.

## MATA ATLÂNTICA LEGAL: IMPLICAÇÕES PARA A CONSERVAÇÃO

A Mata Atlântica é um Patrimônio Nacional, de acordo com a Constituição Federal. Os termos para sua proteção foram definidos pelos decretos federais n. 750/93, e n. 6.660/2008 e pela Lei da Mata Atlântica, Lei n. 11.428/08. Essa Lei traz avanços e representa um marco legal importante, mas utiliza o termo “Bioma Mata Atlântica”, apesar do Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2008) delimitar a área do Domínio e não do Bioma. Logo, a nomenclatura “Bioma”, utilizada na Lei, traz certa confusão para aplicações práticas desta.

A interpretação e o mapeamento adequado da Mata Atlântica Legal são particularmente importantes no dia a dia para aplicação das políticas públicas em ações de licenciamento, fiscalização, e de incentivos para a proteção e uso sustentável (VASCONCELOS, 2014). Assim, é importante atentar para as implicações da adoção dos diferentes limites (*Bioma* e *Domínio*). Somado a isso, ainda devemos considerar a precariedade institucional e o avançado grau de perda da biodiversidade.

A Mata Atlântica abriga 70% das espécies de vertebrados ameaçados de extinção no Brasil, sendo que mais de um terço destes são espécies endêmicas. Logo, cada remanescente da Mata Atlântica é

estratégico para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ambientais associados. A existência de legislação específica traz um instrumento eficaz para a aplicação de medidas práticas para a proteção da natureza, apesar da carência de recursos humanos e financeiros e de interesses contrários por diferentes setores da sociedade (LIMA, 2001). Assim, a aplicação adequada da Lei é urgente dentro de toda a área pertencente à *Mata Atlântica Legal*.

Atenção especial deve ser dada à Região Nordeste, pois é onde existe a maior diferença, a maior porção adicional da *Mata Atlântica Legal* quando comparada ao limite do Bioma (Figuras 1 e 2 e Tabela 1). Para agravar a situação, os escassos remanescentes são fragmentos pequenos, severamente depauperados, isolados e desprotegidos, particularmente nas florestas secas do Nordeste (REZENDE et al., 2018; RIBEIRO et al., 2009; SILVA; CASTELETTI, 2003). Essas áreas têm elevada riqueza e endemismo de espécies, além de englobar extremos para a distribuição de diversos táxons, e, ao mesmo tempo, são também as regiões mais devastadas da Mata Atlântica (OLIVEIRA FILHO et al., 2006; RIBEIRO et al., 2009). A reduzida rede de áreas protegidas agrava ainda mais o *status* de conservação, ou de ameaça, dessas áreas. Logo, assegurar o devido cumprimento da lei dentro dos limites da *Mata Atlântica Legal* na Região Nordeste do Brasil é fundamental para a preservação da biodiversidade e dos serviços ambientais deste *hotspot* de biodiversidade.

Além das políticas públicas, é urgente a aplicação eficaz de recursos humanos e financeiros, particularmente no nível dos governos estaduais e municipais, para a conservação, restauração e promoção do uso sustentável dos seus remanescentes. Os governos locais devem incentivar o cumprimento das leis e regulamentações de controle e de incentivo à proteção da Mata Atlântica (BRASIL, 2006), assim como a integração e sinergias com outras legislações vigentes, como o novo Código Florestal e a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, n. 12.727/2012. O papel dos estados e municípios é cada vez mais importante, como, por exemplo, no Cadastro Ambiental Rural (CAR), na designação de áreas e remanescentes a serem protegidos com Reservas Legais (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs), assim como na autorização e fiscalização de eventuais supressões da vegetação e compensações ambientais, e orientações para a implantação de empreendimentos. Logo, a presença do Estado, com sistemas de informação atualizados e operantes, e com pessoal capacitado e motivado, é fundamental para a gestão ambiental da Mata Atlântica, seguindo toda a legislação pertinente (VASCONCELOS, 2014).

A integração e aplicação em campo dependem também de mapeamentos com resolução espacial adequada, preferencialmente em escala 1:50.000 ou 1:10.000 (*e.g.* REZENDE et al., 2018; VASCONCELOS, 2014). Cabe citar que o mapa da Mata Atlântica Legal foi elaborado em escala de 1:5.000.000; é um limite indicativo, em escala simplificada, e sua aplicação em campo depende de mapas com resolução adequada e identificação *in loco* (VASCONCELOS, 2014). A adequação desses limites pode levar a diferenças expressivas de áreas consideradas como da Mata Atlântica Legal ou não, como no caso da Serra do Cipó (RIBEIRO et al., 2009b). Portanto, a delimitação da *Mata Atlântica Legal* e suas consequências práticas necessita ainda de mapeamentos detalhados aplicados à realidade do campo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Mata Atlântica engloba ecossistemas e assembleias de espécies muito heterogêneas, além de climas distintos. O limite biogeográfico é diferente para cada táxon, com distintas histórias evolutivas. Além disso, os remanescentes florestais nas áreas limítrofes da Mata Atlântica estão severamente degradados e fragmentados. Logo, a delimitação de uma unidade geopolítica ou biogeográfica é uma tarefa complexa e arbitrária, mas necessária.

Os dois limites estabelecidos para a Mata Atlântica brasileira, Bioma e Domínio, divergem quanto à inclusão de extensas áreas de transição com outros biomas, cuja composição e relações da biota ainda estão sendo conhecidas. Considerando que a composição e distribuição das espécies nessas áreas

de transição é dinâmica, na escala evolutiva, e que há presença frequente de táxons e fisionomias típicas da Mata Atlântica, o limite mais adequado, de acordo com este estudo, é o do Domínio, ou a *Mata Atlântica Legal*. Por fim, a aplicação de políticas públicas para a conservação e uso sustentável da biodiversidade necessita de mapeamentos mais detalhados, de incentivos eficazes, e de órgãos ambientais mais fortalecidos, particularmente na Região Nordeste do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

À A. Paglia, C. Pádua, F. Rodrigues, J. Fragoso, J. A. Drummond e J. L. Andrade-Franco e revisores anônimos pelas valiosas contribuições em versões preliminares deste trabalho. Ao corpo docente e discente do PPECMVS da UFMG, onde este trabalho foi realizado como parte do doutorado de A. A. Cunha, com bolsa do CNPq e apoio da US Fish & Wildlife Service, e da Society for Conservation GIS – SCGIS. Às equipes dos Laboratórios Espaço, do Departamento de Geografia e de Vertebrados, e do Departamento de Ecologia da UFRJ; e de Mastozoologia da UFMG, pelos produtivos diálogos. Ao apoio da Conservação Internacional do Brasil, equipe Mata Atlântica, à época, L. P. Pinto, A. Paglia, A. Paese, I. Lamas e L. Bedê. A diversos outros pesquisadores e autores, muitos citados neste trabalho, por referências e trocas de ideias sobre a biodiversidade da Mata Atlântica, e a L. Machado pelas conversas sobre o clima.

## REFERÊNCIAS

- AB´SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- BORGES-NOJOSA, D. M.; CARAMASCHI, U. Composição e análise comparativa da diversidade e das afinidades biogeográficas dos lagartos e anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 463-512.
- BRASIL. **Mapa da Vegetação do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1993. Rio de Janeiro, IBGE. 1993.
- BRASIL. **Mapa dos Biomas do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil. 2004<sup>a</sup>.
- BRASIL. **Mapa da Vegetação do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil. 2004<sup>b</sup>.
- BRASIL. **Lei n. 11.428, de 22 de dezembro de 2006: Lei da Mata Atlântica**. Governo Federal, Brasília. 2006.
- BRASIL. **Mapa de Aplicação da Lei nº 11.428/2006**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro, Brasil. 2008.
- BRAZ, V. da S. **A representatividade das unidades de conservação do Cerrado na preservação da avifauna**. Brasília, Tese (Doutorado em Biologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2003.
- BROOKS, T. et al. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**, v. 16, p. 909-923, 2002.
- BROWN, J. H. Concluding remarks. In: LOMOLINO, M. V.; HEANEY, L. R. (Org.). **Frontiers of biogeography: new directions in the geography of nature**. Sunderland, Sinauer Associates / International Biogeography Society. 2004. p. 361-368.
- BROWN, K. Biogeography and evolution of neotropical butterflies. In: WHITMORE T. C.; PRANCE, G. T. (Org.). **Biogeography and quaternary history in tropical America**. Oxford, Oxford University Press. 1987. p. 66-104.

CÁCERES, N. C. et al. Mammals of the Bodoquena Mountains, southwestern Brazil: an ecological and conservation analysis. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 426-435, 2007.

CADASTRO NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2019. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

CÂMARA, I. G. Brief history of conservation in the Atlantic forest. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Org.). **Atlantic Forest: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C., Island Press. 2003, p. 31-42.

CANALE, G. R. et al. Pervasive Defaunation of Forest Remnants in a Tropical Biodiversity Hotspot. **PLoS ONE**, v. 7, n. 8, p. e41671. 2012.

CARNAVAL, A. C.; MORITZ, C. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. **J Biogeogr**, v. 35, p. 1187-1201. 2008.

CAVALCANTI, I. et al. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo. Oficina de Textos: 2016.

CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica**. Relatório Final. PROBIO – Ministério do Meio Ambiente, Brasil. IESB/UFRJ/UFF, 2007.

CUNHA, A. A. Conservação dos Mamíferos na Serra dos Órgãos: passado, presente e futuro. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, v. 1 – Trabalhos Técnicos 2004. Curitiba. **Anais...** FBPN, 2004, p. 213-224.

CUNHA, A. A.; GUEDES, F. B. **Mapeamentos para a conservação e recuperação da biodiversidade na Mata Atlântica: em busca de uma estratégia espacial integradora para orientar ações aplicadas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013.

DIAS, I. M. G. **Análise genética e fenotípica da população de *Micoureus paraguayanus* (Didelphimorphia: Didelphidae) no Parque Estadual do Rio Doce, MG**. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

DORNELES, L. P. P.; WAECHTER, J. Fitossociologia do componente arbóreo na floresta turfosa do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, p. 815-824. 2004.

FARIA, L. R. R.; SILVEIRA, F. A. A fauna de abelhas euglossinas (Hymenoptera, Apidae) em uma área central do Cerrado, Brasil: importância das florestas ripárias como corredores para espécies de abelhas associadas a florestas. **Biota Neotrop**. v. 11, p. 87-94. 2011.

FONSECA, C. R. et al. Towards an ecologically-sustainable forestry in the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1209-1219. 2009.

GALATI, E. A. B. et al. Phlebotomines (Diptera, Psychodidae) in caves of the Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 283-296. 2003.

GALETTI, M. et al. Priority Areas for the conservation of Atlantic forest mammals. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1229-1241. 2009.

GONZAGA, L. P.; CARVALHAES, A. M. P.; BUZZETTI, D. R. C. A new species of Formicivora antwren from the Chapada Diamantina, eastern Brazil (Aves: Passeriformes: Thamnophilidae). **Zootaxa**, v. 1.473, p. 25-44. 2007.

HADLER, P. et al. Environmental change and marsupial assemblages in Holocene successions of Southern Brazil. **Mammalian Biology**, v. 74, p. 87-99. 2009.



HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Editora da Universidade de Brasília. 1972.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências 1, 2ª edição revista e ampliada. IBGE, Rio de Janeiro. 2012.

JARENKOW, J. A.; WAECHTER, J. E. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, p. 263-272. 2001.

KIRWAN, G. M.; BARNETT, J. M.; MINNS, J. Significant ornithological observations from the Rio São Francisco Valley, Minas Gerais, Brazil, with notes on conservation and biogeography. **Ararajuba**, v. 9, p. 145-161. 2001.

LARA, M. C.; GEISE, L.; SCHNEIDER, C. J. Diversification of small mammals in the Brazilian Atlantic forest of Brazil: testing the alternatives. In: LACEY, E. A.; MYERS, P. (Org.). **Mammalian diversification: from chromosomes to phylogeography** (a celebration of the career of James L. Patton). Berkeley: University of California Publications in Zoology. University of California Press, p. 311-335. 2005.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 51-73. 2002.

LIMA, A. **Aspectos jurídicos da proteção da Mata Atlântica**. (Org.). São Paulo: Instituto Socioambiental, 2001.

LIMA, D. A. Present day refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, T. G. (Ed.). **Biological diversification in the tropics**. p. 245-254. New York, Columbia University Press. 1982.

LOPES, L. E. et al. Geographic distribution, habitat association, and conservation status of the Critically Endangered Minas Gerais Tyrannulet *Phylloscartes roquettei*. **Bird Cons. Int.**, v. 18, p. 53-62. 2008.

MATTEI, G.; MULLER, S. C.; PORTO, M. L. Corredores de imigração e distribuição de espécies arbóreas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 12-14. 2007.

METZGER, J. P. et al. Time-lag responses to landscape changes in a highly dynamic Atlantic forest region. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1166-1177. 2009.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Hotspots Revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Cidade do México: CEMEX S.A. 2004.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000.

NAPOLI, M. F.; JUNCÁ, F. A. A new species of the *Bokermannohyla circumdata* group (Amphibia: Anura: Hylidae) from Chapada Diamantina, State of Bahia, Brazil. **Zootaxa**, v. 1244, p. 57-68. 2006.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro, 1979.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Org.). **Neotropical savannas and dry forests: plant diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: CRC Press. 2006. p. 151-184.

OLIVEIRA, J. A.; GONÇALVES, P. R.; BONVICINO, C. R. Mamíferos da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003.

OLIVEIRA, P. E. de, BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 152, p. 319-337. 1999.

- OLSON, D. M. et al. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. **BioScience**, v. 51, p. 933-938. 2001.
- ORMSBY, T. et al. **Getting to know ArcGIS desktop**: basics of ArcView, ArcEditor, and ArcInfo. Redlands: ESRI Press. 2004.
- PARDINI, R. et al. The challenge of maintaining Atlantic forest biodiversity: a multi-taxa conservation assessment of specialist and generalist species in an agro-forestry mosaic in southern Bahia. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1178-1190. 2009.
- PEREIRA, A. B. Mata Atlântica: uma abordagem geográfica. **Nucleus**, v. 6, p. 27-53. 2009.
- PEREIRA, L. G.; GEISE, L. Karyotype composition of some rodents and marsupials from Chapada Diamantina (Bahia, Brasil). **Brazilian Journal Biology**, v. 67, p. 509-518. 2007.
- PINHEIRO, F. et al. Rock outcrop orchids reveal the genetic connectivity and diversity of inselbergs of northeastern Brazil. **BMC Evolutionary Biology**, v. 14, p. 49, 2014.
- PIVATTO, M. A. C. et al. Aves do Planalto da Bodoquena, estado de Mato Grosso do Sul (Brasil). **Atualidades Ornitológicas**, v. 129. 2006.
- PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003. p. 3-74.
- QUINTELA, F. M.; LOEBMANN, D.; GIANUCA, N. M. Répteis continentais do município de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v. 14, p. 180-188. 2006.
- QUINTELA, F. M.; PORCIÚNCULA, R. A.; PACHECO, S. M. Mammalia, Chiroptera, Vespertilionidae, *Myotis albescens*: new occurrence site in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Check List**, v. 4, p. 79-81. 2008.
- REZENDE, C. L. et al. From Hotspot to Hopespot: an opportunity for the Brazilian Atlantic forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.16, p. 208-221. 2018.
- RIBEIRO, K. T. et al. Aferição dos limites da Mata Atlântica na Serra do Cipó, MG, Brasil, visando maior compreensão e proteção de um mosaico vegetacional fortemente ameaçado. **Natureza & Conservação**, v. 7, p. 30-48. 2009.
- RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how much is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153. 2009a.
- RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. Aspectos ecológicos. São Paulo: Hucitec/Edusp. v. 2, 1979.
- RODA, S. A.; CARLOS, C. J. Composição e sensibilidade da avifauna dos Brejos de Altitude do Estado de Pernambuco. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Org.). **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba**: história natural, ecologia e conservação. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p. 211-228.
- RODRIGUES, M. T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. C. M. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE. 2003.
- RODRIGUES, M. T.; JUNCÁ, F. A. Herpetofauna of the quaternary sand dunes of the middle Rio São Francisco: Bahia, Brazil. vii. *Typhlops amoipira* sp. nov., a possible relative of *Typhlops yonenagae* (serpentes, Typhlopidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, p. 325-333, 2002.
- RODRIGUES, M. T. et al. A new species of lizard genus (Squamata, Leiosauridae) from the highlands of Chapada Diamantina, state of Bahia, Brazil, with a key to species. **Phyllomedusa**, v. 5, p. 11-24, 2006.

SÁ NETO, R. J.; MARINHO FILHO, J. Bats in fragments of xeric woodland caatinga in Brazilian semiarid. **Journal of Arid Environments**, v. 90, p. 88-94. 2013.

SANTOS, A. C. A. Peixes. In: ACUÑA, F.; JUNCÁ, L. F.; ROCHA, W. (Org.). **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 311-336, 2005.

SILVA, L. A. M. **Comunidades de morcegos na Caatinga e Brejo de Altitude, no Agreste de Pernambuco**. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007. 161p.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic forest of Brazil. In: LEAL, C. G.; CÂMARA, I. G. (Org.) **Atlantic Forest: biodiversity status, threats, and outlook**. Washington, D.C.: Island Press. 2003. p. 43-59.

SILVESTRE, R.; DEMÉTRIO, M. F. Biogeografia e diversidade de formigas do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **Biológico**, v. 69, p. 225-227. 2007.

SOUSA, M. A. N.; LANGUTH, A.; AMARAL, E. G. Mamíferos dos Brejos de Altitude de Paraíba e Pernambuco. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Org.) **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p. 211-228.

TABARELLI, M.; CAVALCANTI, D. R. Distribuição das plantas amazônico-nordestinas no centro de endemismo de Pernambuco: brejos de altitude vs. florestas de terras baixas. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (Org.) **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2004. p. 279-290.

VANZOLINNI, P. E. On the geographical differentiation of *Gymnodactylus geckoides* SPIX, 1825 (Sauria, Gekkonidae): speciation in the Brazilian Caatingas. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 76, p. 663-698. 2004.

VASCONCELOS, V. V. Campos de Altitude, Campos Rupestres e Aplicação da Lei da Mata Atlântica: estudo prospectivo para o estado de Minas Gerais. **Bol. geogr., Maringá**, v. 32, p. 110-133. 2014.

VIEIRA, M. V. et al. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1191-2000. 2009.

VIVO, M. de. A mastofauna da Floresta Atlântica: padrões biogeográficos e implicações conservacionistas. In: V REUNIÃO ESPECIAL DA SBPC, 1997, Blumenau. **Anais ... Blumenau**. CNPq, 1997. p. 60-63.

WAETCHER, J. L. **O epifitismo vascular na Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 1992. 163p.

\_\_\_\_\_. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 93-108. 2002.

# Deforestation and the ideologies of the frontier expansion: the case of criticism of the Brazilian Amazon monitoring program

*Desmatamento e as ideologias da expansão da fronteira agrícola: o caso das críticas ao sistema de monitoramento da floresta amazônica*

Roberto Araújo<sup>a</sup>

Ima Célia Guimarães Vieira<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Doutor em Etnologia, Museu Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil  
E-mail: araujo.roberto808@gmail.com

<sup>b</sup>Doutora em Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil  
E-mail: ima@museu-goeldi.com.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27258

Received: 23/09/2019

Accepted: 25/11/2019

ARTICLE - VARIA

## ABSTRACT

In this article, we present some facts to contextualize the recent attacks against the Brazilian Amazon Monitoring Project carried out by the Brazilian government on the question of deforestation rates. We argue that these attacks represent a symptom of fundamental aspects of the case that need a sociological analysis of the ideologies that justify the reproduction of inequalities in the expansion of the frontier, as well as the influence that the beneficiaries of this process have acquired within the national policies for the Amazon region.

Keywords: Deforestation. Amazon Region. Amazonian Frontier. Geopolitics

## RESUMO

Neste artigo, apresentamos alguns elementos que permitem contextualizar os recentes ataques ao Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite efetuados pelo governo brasileiro, sobre as taxas de desmatamento da Amazônia. Argumentamos que esses ataques representam um sintoma de aspectos fundamentais para uma análise sociológica das ideologias que justificam a reprodução de desigualdades na expansão da fronteira agrícola, bem como da influência que os beneficiários deste processo lograram adquirir no seio das políticas nacionais para a Amazônia.

Palavras-Chave: Desmatamento. Amazônia. Fronteira Amazônica. Geopolítica

## 1 INTRODUCTION

The Amazon is considered one of the most important frontiers of natural capital and its occupation occurs according to a society-nature relationship paradigm in which economic growth is seen as linear and infinite, and based on the continuous incorporation of land and resources (Becker, 2005). There are different geopolitical projects operating in the region, which are responsible for the agrarian and environmental conflicts, against the background of deforestation of the richest rainforest in the world.

The concept of “Frontier” is used here not only in reference to the expansion of agricultural activities over the natural environment, but also to the characterization of social and political dynamics and processes related to this expansion. It therefore refers to an important discussion in Brazilian and international geography and sociology (cf. Martins 1975; Velho 1979).

From this perspective, deforestation is a complex problem whose characteristics vary according to the dynamics of the land market, access to consumer markets and the degree of occupation of the agricultural frontier (Pacheco, 2012).

In recent decades, a considerable and successful public policy effort has been made to reduce deforestation in the Brazilian Amazon. However, since 2012, deforestation rates have been increasing again, partly due to failures in command and control actions.

From August 2018 to July 2019 Legal Amazon deforestation was estimated at 9,762 km<sup>2</sup>, which shows an increase of almost 30% over the previous period. This sudden and exponential increase is not the result of chance. Indeed, deforestation of the Amazon rainforest is nowadays explicitly encouraged by the government, as well as the devaluation of science, based on unfounded criticism of research institutions, the dismantling of environmental agencies responsible for controlling deforestation and burning. This is the symptom of an unprecedented institutional crisis. Instead of continuing policies based on constitutional normality, we have the subordination of government initiatives on the Amazon to the interests of the beneficiaries of illegal deforestation. This becomes justifiable through ideologies that deny the existence of social and environmental problems, replacing the discussion of real issues with persecutory discourse.

In this paper, we contextualize the recent attacks on the Brazilian Amazonian Satellite Forest Deforestation Monitoring Program (PRODES) by the Brazilian government, arguing that these attacks are associated with ideologies that justify the reproduction of inequalities in the expansion of the agricultural frontier, and that their resurgence is a symptom of the influence of the large owners’ (“ruralists”) lobbies on public policies for the Amazon. We also intend to put into perspective other phenomena associated with deforestation, such as land grabbing, to reaffirm the importance of monitoring deforestation, and to secure the territories of regional populations.

## 2 OCCUPATION AND DEFORESTATION IN BRAZILIAN AMAZON

For a long time, the occupation of the Brazilian Amazon was limited to the coastal region and the riverside strips of the main navigable rivers, as during the cycles of exploitation of the so-called “sertão drugs” in the colonial period. In the nineteenth century, the collection of rubber had caused the onslaught of the expanding fronts of national society to the high headwaters of rivers, entering uncharted territories and border areas, with new impacts on indigenous populations.

Despite this, as well as the intensification of wartime demographic expansion fronts (rubber soldiers), these extractive-based production systems had little impact on forest cover and land use. From the 1970s, however, the occupation of the Amazon became a national priority and the federal government began to make possible and subsidize the occupation of land for new activities, such as agricultural



colonization and, above all, livestock. The new waves of demographic expansion, induced by propaganda and government credit support, have transformed the use of land in the Amazon. With increasing logging operations, gold mining and, above all, extensive livestock raising, conflicts over territorial resources have intensified and a massive removal of vegetation cover has begun.

In 1988, when the first Amazon rainforest monitoring system was launched in Brazil - the PRODES Amazônia (Brazilian Satellite Rainforest Deforestation Monitoring Program), about 90% of the Atlantic Forest, 50% of the Cerrado, 23% of the Caatinga and 8% of the Amazon had already been totally destroyed.

Deforestation in the Legal Amazon between 1988 and 1990 was associated with the history of occupation of the Amazon, with the opening of federal roads and the implementation of colonization, hydroelectric and mining projects. and occurred especially in the so-called "arc of deforestation", encompassing mainly the states of Pará, Maranhão, Mato Grosso and Rondônia (Becker, 2005). Beginning in 2000 (Figure 1), new hotspots of deforestation emerged, localized and led by an endogenous regional economic dynamic characterized by a greater diversity of local actors with private capital (Becker, 2005).

PRODES, designed and implemented by the hands of selfless scientists at the National Institute for Space Research-INPE, was a pioneering initiative. Deforestation in the Amazon has been monitored by INPE since 1970, when the rate of destruction intensified, especially in the Amazon and Cerrado. With the creation of PRODES, whose data has an annual base and a historical series of about 30 years, the monitoring began to be done systematically, providing for the first time in the history of the planet a set of rigorously measured data about the use of forest resources. identifying and quantifying their consequences for climate change (carbon emissions), biodiversity and the maintenance of aquifers.

Moreover, the PRODES data made it possible to unambiguously associate certain economic activities with deforestation. The best example is extensive cattle ranching which, highly concentrated in land, accounted for over 60% of deforestation (Almeida et al., 2016). This was also confirmed by IBGE data. In a study of a universe of nearly 444,000 rural establishments registered in 1995 for the Amazon, large livestock, which housed only 11% of the people employed in the rural economy, took over 60% of the land and had been by far the largest beneficiary. of credit and technical assistance among all rural economic trajectories considered in the study of Costa (2012).

The creation of the National System of Conservation Units (SNUC) in 2000 represented an advance of perspectives by establishing a robust mechanism to ensure the creation, implementation and management of Conservation Units (UCs) in Brazil. From then on, the implementation by the federal government of a territorial management program began to guide the Amazonian productive systems towards more sustainable practices, while valuing those rural trajectories that had managed the forests without destroying them.

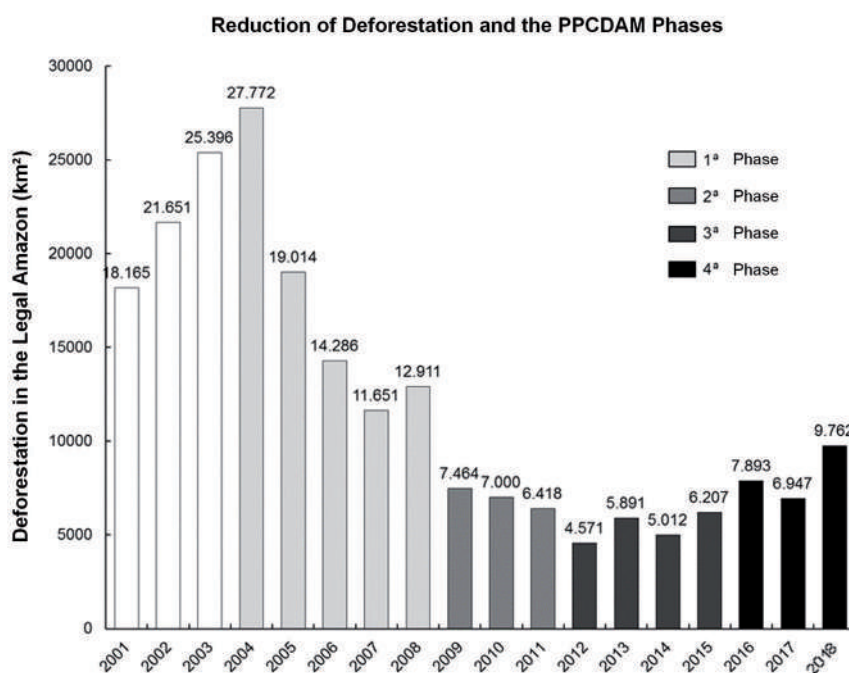
This was the case of the vast riverside populations, inhabitants of Sustainable Use Conservation Units, which have enormous relevance in food production and whose role in the regional economy, however, had always been minimized, if not entirely denied, by those who believe that only the large-scale business activity generates noteworthy value. This was also the case with indigenous populations, whose importance in the centuries-old management of forests, based on a thorough knowledge of plant and animal species, had been demonstrated since the 1980s (Posey, 1985).

The Protected Areas (Conservation Units plus Indigenous Lands, whose number of approvals had accelerated in the period 1995-20021) would quickly demonstrate their effectiveness in combating deforestation, whose amount was about ten to twenty times smaller inside Conservation Units and Indigenous Lands than in contiguous areas outside them (Ferreira et al., 2005).

Given the alarming level of the deforestation rate of over 20,000 km<sup>2</sup> in 2004, the Brazilian government created the Deforestation Prevention and Control Action Plan in the Brazilian Amazon—the PPCDAM. The creation of this plan took into account the complexity of the origins of deforestation and its environmental, social and economic consequences.

Deforestation in the Amazon has always been associated with problems such as violent land conflicts, leading to hundreds of murders of indigenous and peasants each year, land grabbing, and use of labor under slave-like conditions (Araújo et al. 2019). For this reason, it was dealt with at the highest level of public policy of the federal government, being coordinated by the Chief of Staff of the Presidency of the Republic (Casa Civil), with the participation of eleven ministries.

After 2006, there was a sharp decline in deforestation rates that continues until 2011 (Figure 1), reaching 6,238 km<sup>2</sup>, which is the lowest rate recorded in the historical series. The command and control actions of PPCDAM, articulated with transversal actions of various institutions of the Brazilian state, partly explain the decline in deforestation rates. The grain and meat market as well as internal and international pressures also contributed to this reduction.



**Figure 1** | Amazon deforestation in the period 2001-2018 and the PPCDAM phases.

Source: PRODES-INPE (2019).

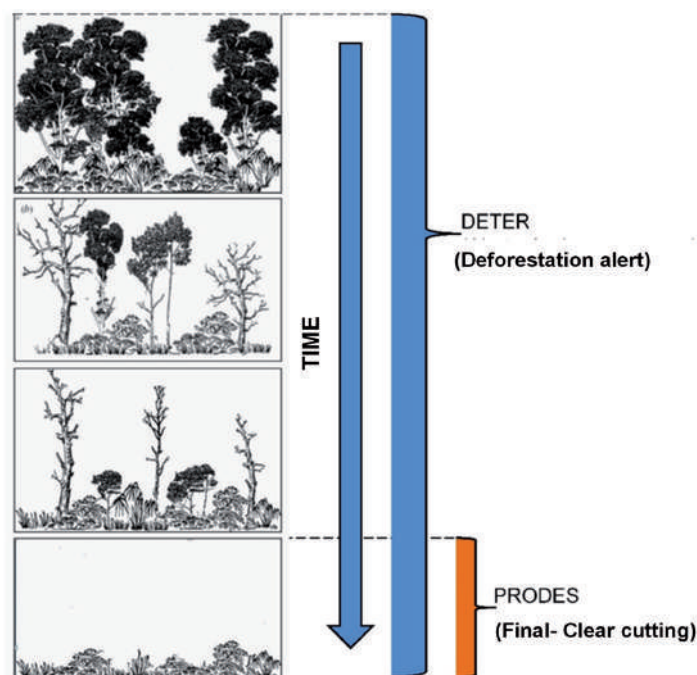
The PPCDAM's actions accounted for about 52% of the decline in this rate and prevented the emission of 270 to 621 billion tons of carbon dioxide between 2004 and 2010 (Assunção et al., 2012). Each enforcement action prevented deforestation from 4 to 9.9 ha (Borner et al., 2015) and this was considered the single largest contribution by one country to combating global warming.

The success of the PPCDAM was due to innovative forms of satellite monitoring, which in addition to PRODES, relied on the DETER--Real-Time Deforestation Detection system for the definition of command and control actions (Mello & Artaxo, 2017). This system allows to define and modify the actions of the inspection dynamics quickly. It was implemented under PPCDAM to support IBAMA's oversight and its data are released monthly and compared to the same period in previous years. Both systems are open and subject to public verification and have distinct functions.

To understand satellite monitoring systems it is necessary to understand the main disturbance processes underway in the Amazon rainforest. There are two distinct processes: logging and burning (or deforestation) and forest degradation. In deforestation, vegetation is cut at the beginning of the dry season and burned at the end of the dry season. In the process of forest degradation, selective logging is performed, followed by burning, new logging, and so on, in an increasing degradation of forest cover.

Regarding what is detected in the different systems, depending on their objectives, it is important to highlight that PRODES only identifies and accounts for areas that have been cleared, that is, the final stage of the deforestation process. In DETER, every change in forest cover verified in the period under analysis is indicated as an Alert area and can be monitored; so DETER seeks to identify the initial and intermediate stages of the deforestation process (INPE, 2019). INPE's PRODES and DETER monitoring systems detect these disturbances and monitor them as follows:

- **PRODES:** calculation of annual deforestation (clear cut deforestation) rates based on images from USGS Landsat 8 satellite (US), INPE / CRESDA CBERS-4 (Brazil / China), and ISRO ResourceSat 2 (India), covering the entire length of the Amazon annually.
- **DETER:** monitoring deforestation polygons based on new images collected every 4 days by the WFI sensor aboard the CBERS-4 satellite with a spatial resolution of 64 meters. The adopted procedure allows the identification of both clearcut and forest degradation stages, as illustrated in figure 2 (INPE, 2019).



**Figure 2 |** Comparison of PRODES and DETER systems regarding detection time and disturbance processes in the Amazon rainforest.

Source: INPE (2019).

### 3 GEOPOLITICS AND MEASURES TO STOP DEFORESTATION - GOVERNMENT CRITICS

President Jair Bolsonaro's criticism of this internationally recognized system, as well as his condemnation of physicist Ricardo O. Galvão, INPE director until July 2019, accused of "lying" about deforestation data and "serving some NGO" when disclosing information that puts Brazil "in a complicated situation", tried to weaken the legitimacy and the value for the Brazilian society of the Institute. These were not the first that INPE had to endure. First of all, it is worth noting that it is the tragedy of deforestation itself and the associated cohort of violence against local populations that puts Brazil in a "complicated situation", not its monthly (DETER) or annual (PRODES) data publication.

In 2008, the government of Mato Grosso, Blairo Maggi - also one of the soy production giants - had challenged INPE's deforestation data by confronting them with its own monitoring system - the SAD (deforestation alert system), developed – in this case - by a non-governmental organization, the Amazon

Institute of Man and Environment - IMAZON, working for the government of Mato Grosso. INPE then produced a report based on field data checking procedures demonstrating that its conclusions were accurate and in agreement with the reality verified in loco. A copy of the report was handed to a representative of the government of Mato Grosso during the seminar “Deforestation in the Amazon: A Necessary Dialogue. Is it possible?”, organized by the authors and other colleagues, in Belém-PA at the Museu Paraense Emilio Goeldi, on May 6 and 7, 2008.

The major interest of this seminar was to bring together scientists, public managers, and representatives of NGOs and the private sector to discuss deforestation. Some points raised, such as the need to restore pastures and intensify livestock to prevent their expansion to new forest areas, as well as the development of permanent crops - such as cocoa, especially for family farming - then seemed to gather some consensus among market stakeholders.

Initiatives associating these stakeholders with environmental protection have been ongoing since 2006, such as the soy moratorium, a pact in which associations such as the Brazilian Vegetable Oil Industry Association (ABIOVE) and the Brazilian Cereal Exporters Association (ANEC) pledged to not receive membership production planted in ad hoc deforested areas for large-scale agriculture. This was followed by the “cattle moratorium”. These product certification processes, with the participation of the private sector, also depended on the implementation of a Rural Environmental Registry (CAR), provided by the 2012 Forest Code, which would allow the producers’ compliance to be verified at the scale of the municipalities and properties, in accordance to environmental legislation and its provisions, such as the maintenance of the Legal Reserve (area of native vegetation maintained on the rural property) and the APP’s (Permanent Protection Areas, necessary for the preservation of aquifers, the reduction of erosion, etc.).

Although imperfect and the object of widespread criticism (Schmink et al., 2017) across the social fields, from large-scale farmers to environmentalists and social movements, these and other institutional arrangements represented attempts to establish the rules and institutional support (the *regras do jogo*--“rules of the game”) for a better use of the Amazonian natural resources, combining economic valorization, social protection of populations and mitigation of environmental impacts, in accordance with the laws and the Constitution of the country. However, it has also generated profound dissatisfaction and resistance, especially from local elites, who have benefited from the processes of illicit and violent appropriation of public lands, which have the political control of the municipalities, and the powerful support on the Brazil’s *bancada ruralista*, the agribusiness lobby in the National Congress.

The FAEPA (Pará Federation of Agriculture and Livestock) representative at the Goeldi Museum Seminar in 2008 synthesized the vision of the rural elites, stating that the protected areas caused a “stagnation of the economy of the Amazon”<sup>2</sup>. He said he did not agree with the proposal for a new (sustainable) economic model for the region and believed that there was a fundamental conflict between environmental issues and development. His talk outlined a conspiracy theory that NGOs, environmental activists and indigenous people would be the agents of something similar to the infamous protocol of the sages of Zion, a “Global Governance”, which would include “foreign government agencies from powerful countries (China), France, Germany ...”, while “sustainable development, Agenda 21, climate reports and reserves (protected areas) would be nothing more than disguises, masks to cover the truth: economic interest and market dominance” (sic).

Among the proposals presented by FAEPA aiming at a conciliation to stop the pressures of the national and international environmental apparatus, was the use of 100% of the already deforested areas, and the extinction of the legal reserves. We will come back in conclusion to this point, whose current relevance was renewed with the discussion of a bill authored by Senators Flávio Bolsonaro and Marcio Bittar.

## 4 CONSTITUTIONAL REGIME AND MORAL OF RESENTMENT

There is, however, a caveat. There is a clear reversal of the logic underlying the expansion of the agricultural frontier in the FAEPA speech. For in fact, instead of being a “global governance market domain”, protected areas stop deforestation precisely by establishing rules for the appropriation and use of natural resources. They thus interrupt the process of savage privatization of vast forested areas through the use of fraud and violence against resident populations whose tenure or property rights are undefined or poorly protected.

The owners of the lands, after “clearing” them (of forest and people), expect to sell part of them to other economic agents, as investments in infrastructure are emerging. This speculative activity is at the same time behind much of the region’s deforestation and the creation of a land market (Costa, 2012), benefiting a group of individuals who see themselves as “pioneers” (Boechat, 2014).

Although they share the epithet of “pioneers” with investors from outside the Amazon to multiply their assets in the region, several “pioneers” are rarely entrepreneurs in the modern sense of a professional exercising a business. These are often agents brought to the region by economic enterprises, *hommes a tout faire* of logging companies, large gold miners, etc., whose main characteristic beyond canine devotion to their patrons is the search for accumulation by any means available, rejecting any attempts to regulate their impulses.

We are not here, of course, to make moral judgments about the behavior of isolated individuals. It is about bringing to light certain ‘communities of dispositions and interests’ (Bourdieu, 2000: 99) that function as habitus in Bourdieu’s sense, and allow us to characterize observable systems of practice as structures determined by history. As the frontier consolidates, the “pioneers” become the political representatives of newly formed municipalities, with full control over the executive, the legislature, public security, and so on, in place (Fernandes, 1999). Structurally incapable of recognizing anything other than their irrepressible desire for social promotion, they can only destroy the legitimacy of the institutions they should represent, and try to relegate to invisibility or insignificance the other actors who dispute with them the territory (indigenous and quilombola populations and social movements).

Violence against these minorities, sometimes translated into murders of leaders as annually accounted by the Pastoral Land Commission (CPT, 2019), thus finds abundant ideological justification. We could mention these irregular, low-circulation editions, books and magazines produced by authors expressing the point of view of the rural elites. For example, the issue of the magazine “Hoje” no 3, year II, found in Altamira and which currently seems to have disappeared without leaving any trace, already announced in 2005 that “NGOs, the Catholic Church and PT want to transform the Amazon into the planet’s guinea pig”, and that “the environment and the Indians are used as subterfuge” for vested interests. Published in Oriximiná, the book *Konduriland*, whose author is chairman of a local OSCIP, stated - regarding the demarcation of quilombola areas presented as “the quilombos farce”:

Without ghosts (sic), tanks or submachine guns a large landholding on the order of 371,000 hectares is being formed, corresponding to about 3.4% of the territory of the municipality of Oriximiná. The mechanism may lie in a legal breach left by the constituents as the lights go out, now diligently manipulated by alien groups [who strictly follow the booklet of the Pro-Indian Commission of São Paulo] to the detriment of local interests, diminished by a good deal of omission of our rulers<sup>3</sup>.

To accuse environmentalists and NGOs of being agents of a “market dominance” is obviously contradictory to the fact that the authors of this discourse themselves are objective allies, facilitators, when not direct partners of the appropriation of the Amazonian natural resources by the capital (national or international). But coherence and truth are not relevant to the aims of this discourse, whose function is otherwise: to generate a consensus contrary to those perceived as ‘enemies’ and thus build their own legitimacy.



When the president states that the director of INPE “may be at the service of some NGO”, he takes up a narrative similar to that of FAEPA to discredit not only the scientific institution, but also the entire apparatus established over the last decades, to frame the negotiations on deforestation and resource use in the Northern region, including the relevance of the role of protected areas.

It would be a mistake to minimize the power of conviction of this discourse, or to disregard it for the lack of factual basis. For it is not based on facts, but on the construction of an imaginary enemy - communism, ethnic minorities, homosexuals, climate change, no matter what - that triggers reactions within Brazilian society. “I say they lie, so I tell the truth”: This syllogism of lies has considerable support in a system of power that seeks deregulation through the weakening of the constitutional regime. It takes deep root in a moral of resentment that shapes and divides the political field, invalidating any rational debate.

As Nietzsche<sup>4</sup> said:

“If we imagine ‘the enemy’ as a man of resentment conceives him—and right here we have his action, his creation: he has conceptualized ‘the evil enemy’, ‘the evil one’, as a fundamental idea—and from that he now thinks his way to an opposite image and counterpart, a ‘good man’—himself!” (NIETZSCHE, F., p. 55).

It turns out then that the summary dismissal of the director of INPE is simply a consequence of the systematic attempt to subject reality to a manufactured truth, turning institutions into a meaningless idea, by means of a strategy in which even the scandalous truculence of public pronouncements has its *raison d’être*, for it paves the way for previously repressed actions: attacks on public enforcement agents, murder of indigenous people, escalation of extermination by police groups and militias, etc<sup>5</sup>.

Recent examples abound: so during the attempt of land grabbing in an indigenous territory near S. Félix do Xingu area (Xicrin, Trancheira Bacajá) in the second half of June 2019, Bekara Xicrin, leader of one expedition against the land-grabbers, said he heard from one of them: “The land is free, Bolsonaro released it (for us), that’s why we came. We want to work, we want to help indigenous people”<sup>6</sup>.

On August 5, a newspaper from Novo Progresso, a municipality in the BR-163 area, announced the promise of a “fire day” in which rural farmers in the city pledged to increase fire outbreaks on August 10 “to draw the attention of the authorities that in the region the advance of production happens without government support, [and] show the President that we want to work and the only way is to deforest and to shape and clean our pastures is by the use of fire”<sup>7</sup>. Under the complacent scrutiny of the executive, there was in fact an extraordinary increase of fire outbreaks in several municipalities of western Pará.

The attacks against the truth are also seeking legislative support. The proposal to repeal the Legal Reserve areas in the Forest Code returned to discussion with the bill 2362/2019 of Senators Flávio Bolsonaro (PSL / RJ) and Marcio Bittar (MDB / AC), until recently pending in the Federal Senate, which justifies it to “enable the economic exploitation of these areas”. However, the Legal Reserve does not hinder Brazilian agricultural production and should not be considered “unproductive land” because its sustainable use has always been ensured by law. Legislation in defense of the expansion of agricultural frontiers and the interests of large landowners uses the “constitutional guarantee of protection of private property” argument, which is actually the subterfuge to increase the land market reserve for companies, ruralists (including politicians) and other agents.

Faced with national and international criticism of the increasing rate of forest destruction, however, PL 2362 has been - at least temporarily - removed from the agenda. But this is far from a breakthrough. One of the Project’s authors comments on the subject:

“(…) Ecological bureaucrats continue to propagate misinformation that inspires the unsuspecting to defame those who most preserve native vegetation: agricultural producers. NGOs and international bodies should reward them for preservation. (...) Unfortunately, a certain radical and fundamentalist environmentalism feeds actions interested in impeding our development (...) to allow the expansion of agriculture in other large producing countries (...). The withdrawal of the project was a vote of confidence to the Federal Government. There was an objective proposal to create an interministerial group, led by the President of the Republic and coordinated by the Minister of the Environment, with the objective of presenting (...) projects and programs to be executed in favor of the Amazon. I am part of the group with pride and a great desire to work. (...) It is known that the laws need to be relaxed to allow production in conservation areas, indigenous lands and extractive reserves”<sup>8</sup>.

The formation of this interministerial group apparently has the vocation of replacing the PPCDAM, and would already be born with the stated intention of contradicting the existing rules to allow the unbridled mechanisms that preside over the formation of the Amazonian land market.

## **5 WHO IS INTERESTED IN NOT MONITORING DEFORESTATION?**

A recent study (ITPS, 2019) recognizes the Amazon as the largest mineral province and main biogenetic reserve on the planet, and one of the most desired territories by Capital. As most privately occupied land is state-owned, uncontrolled by land tenure, environmental and deforestation problems in the Amazon tend to get worse until the land problem is resolved. In the state of Pará, champion of deforestation, 39% of the territory needs land regularization of possession and most of it is federal land (Bennatti & Fischer, 2017). The study states that by signaling the loosening of environmental laws, and giving priority to its infrastructure and financing projects, by the government of Jair Bolsonaro, the region is likely to become even more a land dispute hub and supplier of material commodities increasingly dependent on agribusiness and mining (ITPS 2019).

Given this scenario, knowing where deforestation happens is essential to efforts to prevent or slow its expansion in the Amazon frontier area. However, the satellite technology behind forest monitoring platforms is unable to identify the underlying vectors of loss of vegetation cover. Inpe's data show us the magnitude and location of the problem, but understanding the interests and actors behind deforestation requires in-depth study.

For at least ten years, scientists have been showing that there is a positive correlation between the growth of global commodity markets and the conversion of rainforest to agricultural use, which has replaced local demand as the main vector for deforestation (DeFries; Rosenzweig, 2010). Of course there is legal deforestation, but we have no way of knowing the figure of illegal versus legal.

It is estimated that in 2016, over 80% of deforestation in the Amazon and one third of the clearing of native vegetation in the Cerrado occurred on properties that had already cleared the legally permissible maximum area and are therefore likely to be illegal (Trase, 2018). The issue of land grabbing in the Amazon has become chronic and state-endorsed, with a favorable environment for reducing public lands and lands for traditional and indigenous populations over large areas.

The legalization of land grabbing (Figure 3) happens because the land agencies do not verify the existence of the area and the presence of previous residents in the municipal bodies, do not georeference the areas nor verify documents issued by the notary's offices in the region. As land registration in INCRA is self-declared there is no real knowledge of the extent of the problem. And the issue only gets worse, because the Rural Environmental Registry is also self-declared and totally dissociated from the land registry.

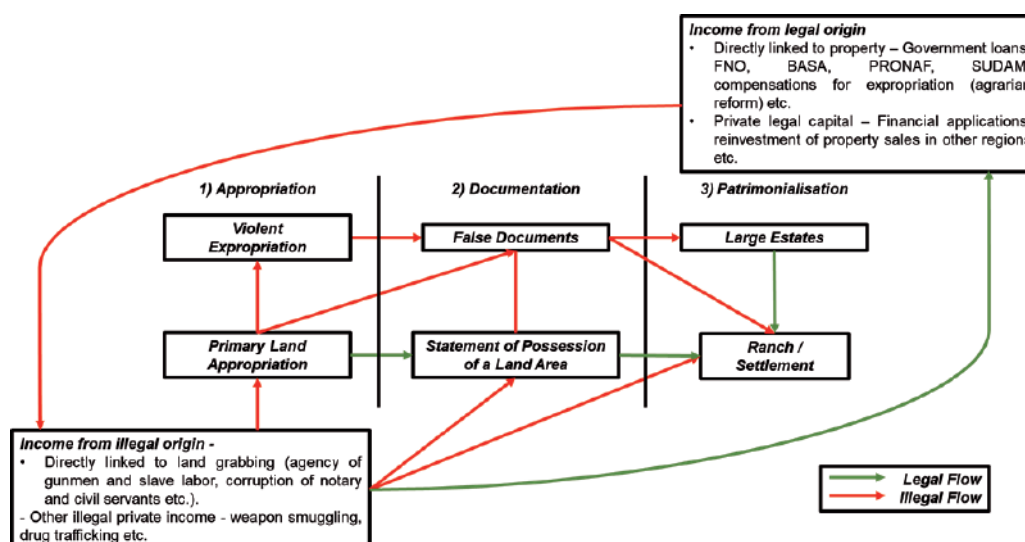


Figure 3 | Model of land grabbing in the Amazon.

Source: authors (2019).

Deforestation for land speculation (land grabbing) through the invasion of public land in 2016 was at least 24% of total deforestation (IPAM, 2017). On the other hand, the link between deforestation and land speculation (Miranda et al., 2019) suggests that land market prices in Brazil are not merely governed by expectations about rents and forest conversion costs. Expectations for future infrastructure improvements and conservation-induced land scarcity are taken into account in current land market transactions.

There is evidence that the Brazilian land market conveys information about possible conservation policy leaks and explores this conjecture using dynamic deforestation hotspot maps in both the Amazon and the Cerrado. From this perspective, it became clear that deforestation in the Amazon, which was under strong environmental monitoring and other governance measures (eg, Soy Moratorium), moved to Matopiba, a region composed of four Brazilian states, Maranhão, Tocantins, Piauí and Bahia, in a transition area between Amazonia and the Cerrado, where soybean plantations increased by 310% between 2001 and 2017. In fact, in the Cerrado, the level of legal protection was always lower than that of the Amazon and levels of institutional and technical capacity in local government agencies, including environmental enforcement, were also very low.

With the weakening of environmental inspection and environmental agencies, high rates of deforestation are expected in the Amazon region, as well as in the Brazilian Cerrado, from 2019.

## 6 FINAL CONSIDERATIONS

Deforestation in the Amazon affects more than trees. Traditional populations, especially indigenous peoples who have lived in these forests for thousands of years, and who have developed sustainable resource utilization systems, are often threatened and displaced by deforestation. For these people, as for other victims of expropriation, the tragedy is immediate; for others, the negative consequences of deforestation are less obvious. They are cumulative and their total impact is gradual and spans generations.

In such a context, maintaining INPE's environmental monitoring systems with transparency and autonomy is indispensable to support responsible decisions on land use management and the development of sustainable agricultural production. In addition, the systems ensure compliance with the New Forest Code and creates confidence in the country in international trade agreements.

Deforestation control systems thus represent an essential mechanism for true monitoring of the Amazon biome, enabling the conservation of its biological and social diversity, and guaranteeing the

territories of traditional populations. It is therefore essential that the collective character and social function of public policies, and the autonomy of institutions, be respected, so as not to give in to the mere interests of particular groups. Without this, illegal deforestation will continue to thrive, coupled with the predation of life and natural resources, based on the subversion of the institutional order.

In a democratic system of conducting science, it implies the exercise of social responsibility by scientists and full transparency of public data.

## NOTES

1 | Cf. <https://cimi.org.br/terras-indigenas/>. We could mention from this period the approval, in particular, of the Indigenous Land of Alto Rio Negro, with 10.6 million hectares. The Plan for the Protection of Indigenous Lands in the Legal Amazon (PPTAL), sub-program of the Pilot Plan for the Protection of Tropical Forests (PPG-7), fully operative at this time, would make a decisive contribution to the record numbers of approvals of indigenous lands by the administration (145), in a moment of great legitimacy of the “socio-environmental model” also due to the political impacts of the United Nations Conference on the Environment and Development, also known as Eco-92, in Rio de Janeiro. (cf. Araújo & Lena Da predação à sustentabilidade na Amazônia: a difícil metamorfose in Araújo & Lena eds. *Desenvolvimento Sustentável e Sociedades na Amazônia* Belém, MPEG 2011).

2 | Cf. Final report of the seminar “Desmatamento na Amazônia: um diálogo necessário. É possível?” [http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/relatorio\\_final\\_desmatamento.pdf](http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/relatorio_final_desmatamento.pdf).

3 | Almeida, J. B op.cit. Oriximiná, Fundação Ferreira de Almeida s/d p. 114.

4 | NIETZSCHE, F. *La généalogie de la Morale* (3 ed.) Mercure de France, Paris, 1900. Pp 55.

5 | Cf Grillo, C.; Godoi, R. Simulacros : a hiper-realidade do extermínio in *Le monde diplomatique* Brasil, junho de 2019 ; <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/policia-federal-e-acionada-para-investigar-ameacas-a-servidores-do-ibama.ghtml>; <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-publica/encontrado-corpo-de-colaborador-do-ibama-a9nk18dfrb5th27vrn5w5edzi/>; <https://cimi.org.br/2018/09/relatorio-cimi-violencia-contra-os-povos-indigenas-no-brasil-tem-aumento-sistemico-e-continuo/>

6| <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/08/abandonados-pelo-governo-federal-indios-xikrin-retomam-area-de-grileiros-no-pa.shtml>; <https://www.brasil247.com/brasil/indigenas-do-sudeste-do-para-podem-ser-atacados-por-grileiros-alerta-mpf>

7 | <http://www.folhadoprogresso.com.br/dia-do-fogo-produtores-planejam-data-para-queimada-na-regiao/>.

8 | Marcio Bittar <https://www.tercalivre.com.br/marcio-bittar-fala-sobre-o-fim-da-reserva-legal/>.

## REFERENCES

ALMEIDA, C. A. et al. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica*, v. 46, n. 3, 2016.

ANUÁRIO TRASE. **Sustentabilidade das cadeias de produção**: risco de desmatamento na exportação de soja brasileira. *Transparência para Economias Sustentáveis*. Instituto Ambiental de Estocolmo e Global Canopy. 2018.

ARAÚJO, R.; LÉNA, P. Da predação à sustentabilidade: a difícil metamorfose. In: \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. (ed.). **Desenvolvimento sustentável e sociedades na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 4-39, 2010.

ARAÚJO, R. et al. Territórios e alianças políticas do pós-ambientalismo. *Estudos Avançados*, v. 33, p. 67-90, 2019.

ASSUNÇÃO, J.; CLARISSA, C.; GANDOUR, R. R. **Deforestation slowdown in the Legal Amazon**: prices or policies? Climate Policy Initiative, San Francisco, California, USA. [on-line] URL: Disponível em: <<http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2012/03/Deforestation-Prices-or-Policies-Working-Paper.pdf>>. 2012.

- BECKER, B. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, 71-86. 2005.
- BENATTI, J. H.; FISCHER, L. R. da C. New trends in land tenure and environmental regularisation laws in the Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 18, p. 11-19, 2018.
- BOECHAT, C. A. O conceito de “pioneiro” na Geografia, na contraposição de estudos sobre expansão cafeeira e a citrícola. **Confins Revista Franco-brasileira de Geografia**, n. 21. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/confins/9667?lang=pt>>. 2014.
- BORNER, J.; MARINHO, E.; WUNDER, S. **Mixing carrots and sticks to conserve forests in the Brazilian Amazon: a spatial probabilistic modeling approach**. PloS one, v. 10, n. 2, p. e0116846, jan. 2015.
- BOURDIEU, P. **Le Sens Pratique**. Paris, Ed. De Minuit p. 94-95. 1980.
- COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. **Conflitos no campo Brasil 2018**. Centro de Documentação Tomás Balduino, Goiânia, 247p., 2019.
- COSTA, F. de A. Mercado de terras e trajetórias tecnológicas na Amazônia. **Economia e Sociedade**, v. 21, n. 2, 2012.
- DEFRIES, R.; ROSENZWEIG, C. **Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics**. Proc. Natl. Acad. Sci., 107, 19627-19632. 2010.
- FERNANDES, M. **Donos de Terras: trajetórias da união democrática ruralista**. Belém, Ed. NAEA, 1999.
- FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166. 2005.
- INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **Desmatamento zero na Amazônia: como e porque chegar lá**. Sumário Executivo. 2017.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Relatório Técnico INPE: monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélites**. Os Sistemas de Monitoramento Deter e PRODES, Julho de 2019.
- INSTITUTO TRICONTINENTAL DE PESQUISA SOCIAL. **Amazônia Brasileira: a pobreza do homem como resultado da riqueza da terra**. Dossiê n. 14, 2019.
- MARTINS, J. S. Frente pioneira: contribuição para uma caracterização sociológica. In: **Capitalismo e tradicionalismo no Brasil: estudos sobre as contradições da sociedade agrária no Brasil**. São Paulo: Ed. Pioneira, cap. 3, p. 43-50. 1975.
- MELLO, N. G. R.; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, Brasil, n. 66, p. 108-129, 2017.
- MIRANDA, J. et al. Land speculation and conservation policy leakage in Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 14, 2019.
- PACHECO, P. Actor and frontier types in the Brazilian Amazon: assessing interactions and outcomes associated with frontier expansion. **Geoforum**, v. 43, n. 4, p. 864-874, 2012.
- POSEY, D. A. **Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapó indians of the Brazilian Amazon in Agroforestry systems**. v. 3, p. 139-158, 1985.
- SCHMINK, M. et al. From contested to ‘green’ frontiers in the Amazon? A long-term analysis of São Félix do Xingu, Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v. 46, n. 2, p. 377-399, 2017.
- VELHO, O. **Capitalismo autoritário e campesinato**. São Paulo, Ed. Diffel. 1979.



# Desmatamento e as ideologias da expansão da fronteira agrícola: o caso das críticas ao sistema de monitoramento da floresta amazônica

*Deforestation and the ideologies of the frontier expansion:  
the case of criticism of the Brazilian amazon  
monitoring program*

Roberto Araújo  
Ima Célia Guimarães Vieirab

*aDoutor em Etnologia, Museu Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil  
End. Eletrônico: araujo.roberto808@gmail.com*

*bDoutora em Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA, Brasil  
End. Eletrônico: ima@museu-goeldi.com.br*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27258

Received: 23/09/2019

Accepted: 25/11/2019

ARTICLE- VARIA

## RESUMO

Neste artigo, apresentamos alguns elementos que permitem contextualizar os recentes ataques ao Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite efetuados pelo governo brasileiro sobre as taxas de desmatamento da Amazônia. Argumentamos que esses ataques representam um sintoma de aspectos fundamentais para uma análise sociológica das ideologias que justificam a reprodução de desigualdades na expansão da fronteira agrícola, bem como da influência que os beneficiários desse processo lograram adquirir no seio das políticas nacionais para a Amazônia.

Palavras-chave: Desmatamento. Amazônia. Fronteira Amazônica. Geopolítica.

## ABSTRACT

*In this article, we present some elements that allow to contextualize the recent attacks to the Brazilian Amazon Monitoring Project carried out by the Brazilian government on the deforestation rates. We argue that these attacks represent a symptom of fundamental aspects for a sociological analysis of the ideologies that justifies the reproduction of inequalities in the expansion of the frontier, as well as the influence that the beneficiaries of this process have acquired within the national policies for the Amazon region.*

Keywords: *Deforestation. Amazon Region. Amazonian Frontier. Geopolitics.*

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é tida como uma das mais importantes fronteiras do capital natural e sua ocupação ocorre de acordo com o paradigma de relação sociedade-natureza, em que o crescimento econômico é visto como linear e infinito, e baseado na contínua incorporação de terra e de recursos naturais (BECKER, 2005). Há diferentes projetos geopolíticos atuando na região, e que são a base dos conflitos agrários e ambientais existentes, tendo como pano de fundo o desmatamento da floresta mais rica do mundo.

O termo “Fronteira” é utilizado aqui não apenas em referência ao avanço das atividades agropecuárias sobre o meio natural, mas também à caracterização de dinâmicas e processos sociais e políticos em curso nesse avanço. Remete, portanto, a uma discussão importante na geografia e na sociologia brasileira e internacional (MARTINS, 1975; VELHO, 1979).

Nessa perspectiva, o desmatamento é um problema complexo, cujas características variam de acordo com a dinâmica do mercado fundiário, o acesso aos mercados consumidores e o grau de ocupação da fronteira agrícola (PACHECO, 2012).

Nas últimas décadas, foi feito um esforço considerável e bem-sucedido das políticas públicas para reduzir o desmatamento na Amazônia brasileira. Porém, desde 2012, vinha-se observando novamente um aumento nas taxas de desmatamento, em parte devido a falhas nas ações de comando e controle.

No período de agosto de 2018 a julho de 2019 o desmatamento da Amazônia Legal foi estimado em 9.762 km<sup>2</sup>, o que revela um aumento de quase 30% em relação ao período anterior. Esse incremento exponencial e súbito não é fruto do acaso. Na verdade, o desmatamento da floresta amazônica é, nos dias de hoje, incentivado explicitamente pelo poder público, bem como pela desvalorização da ciência, baseada na crítica infundada a instituições de pesquisa, e pelo desmonte dos órgãos ambientais responsáveis pelo controle do desmatamento e das queimadas. Isso constitui o sintoma de uma crise institucional sem precedentes. Em lugar da continuidade de políticas baseadas na normalidade constitucional, temos a subordinação das iniciativas governamentais sobre a Amazônia aos interesses dos beneficiários do desmatamento ilegal. Isso se torna justificável por intermédio de ideologias que negam a existência dos problemas socioambientais, substituindo a discussão das questões reais por um discurso persecutório.

Neste artigo, contextualizamos os recentes ataques ao Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (Prodes) efetuados pelo governo brasileiro, argumentando que esses ataques estão associados a ideologias que justificam a reprodução de desigualdades na expansão da fronteira agrícola, e que sua recrudescência é um sintoma da influência dos setores ruralistas nas políticas públicas para a Amazônia. Pretendemos também colocar em perspectiva outros fenômenos associados ao desmatamento, como a apropriação de terras, para reafirmar a importância do monitoramento do desmatamento, e para garantir os territórios das populações regionais.

## 2 OCUPAÇÃO E DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Por muito tempo, a ocupação da Amazônia brasileira limitou-se à região litorânea e às faixas de terras ribeirinhas dos principais rios navegáveis, como durante os ciclos de exploração das chamadas “drogas do sertão” no período colonial. No século XIX, a coleta da borracha havia provocado a investida das frentes da sociedade nacional até as altas cabeceiras dos rios, adentrando territórios inexplorados e áreas fronteiriças, com novos impactos sobre as populações indígenas.

A despeito disso, bem como da intensificação de frentes de expansão demográfica dirigidas durante a Segunda Guerra (soldados da borracha), esses sistemas de produção, baseados no extrativismo, pouco impacto tiveram sobre a cobertura florestal e o uso da terra. A partir, no entanto, dos anos 1970, a

ocupação da Amazônia tornou-se prioridade nacional e o governo federal passou a viabilizar e subsidiar a ocupação de terras para novas atividades, como a colonização agrícola e, sobretudo, a pecuária. As novas frentes de expansão demográfica, induzidas pela propaganda e apoio creditício governamental, transformaram em grau e natureza os usos da terra na Amazônia. Sobre o pano de fundo da exploração madeireira, do garimpo e, sobretudo, da grande pecuária extensiva, recrudesceram conflitos pelos recursos territoriais e deu-se início a uma maciça remoção da cobertura vegetal.

Em 1988, quando foi lançado no Brasil o primeiro sistema de monitoramento da floresta amazônica – o Prodes Amazônia (Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), cerca de 90% da Mata Atlântica, 50% do Cerrado, 23% da Caatinga e 8% da Amazônia já haviam sido totalmente destruídos.

O desmatamento na Amazônia Legal entre 1988 e 1990 estava associado à história de ocupação da Amazônia, com a abertura de estradas federais e a implantação de projetos de colonização, hidroelétricos e de mineração, e ocorriam de forma concentrada no chamado “arco do desmatamento”, abrangendo principalmente os estados do Pará, Maranhão, Mato Grosso e Rondônia (BECKER, 2005). A partir de 2000 (Figura 1), surgiram novas frentes de desmatamento, localizadas e comandadas por uma dinâmica regional endógena, caracterizada por uma maior diversidade de atores locais com capital privado (BECKER, 2005).

O Prodes, projetado e implementado pelas mãos de abnegados cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), constituía uma iniciativa pioneira. O desmatamento da Amazônia vinha sendo monitorado pelo Inpe desde 1970, época em que se acirrou de forma extraordinária o ritmo de destruição, sobretudo na Amazônia e no Cerrado. Com a criação do Prodes, que tem base anual e uma série histórica de cerca de 30 anos, o monitoramento passava a ser feito de forma sistemática, disponibilizando pela primeira vez na história do planeta um conjunto de informações rigorosamente aferidas sobre o uso de determinados recursos florestais, e permitindo identificar e quantificar suas consequências para as mudanças climáticas (emissão de carbono), para a biodiversidade e para a manutenção dos aquíferos.

Mais ainda: os dados do Prodes permitiam associar de forma inequívoca determinadas atividades econômicas ao desmatamento. O melhor exemplo é a pecuária extensiva que, altamente concentradora de terras, respondia por mais de 60% do desmatamento (ALMEIDA et al., 2016). Isso era confirmado também por elaborações a partir de dados do IBGE. Em estudo realizado sobre um universo de quase 444.000 estabelecimentos rurais recenseados em 1995 para a Amazônia, a grande pecuária, que abrigava somente 11% do pessoal ocupado na economia rural, abocanhava cerca de 60% das terras e tinha sido beneficiária de longe do maior volume de crédito e de assistência técnica entre todas as trajetórias rurais consideradas (COSTA, 2012).

A criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Snuc), em 2000, representou um avanço de perspectivas ao estabelecer um mecanismo robusto para assegurar a criação, implantação e gestão de Unidades de Conservação (UCs) no Brasil. A partir daí, a implementação pelo governo federal de um programa de gestão territorial passou a orientar os sistemas produtivos da Amazônia em direção a práticas mais sustentáveis, valorizando ao mesmo tempo aquelas trajetórias que já logravam explorar as florestas sem destruí-las.

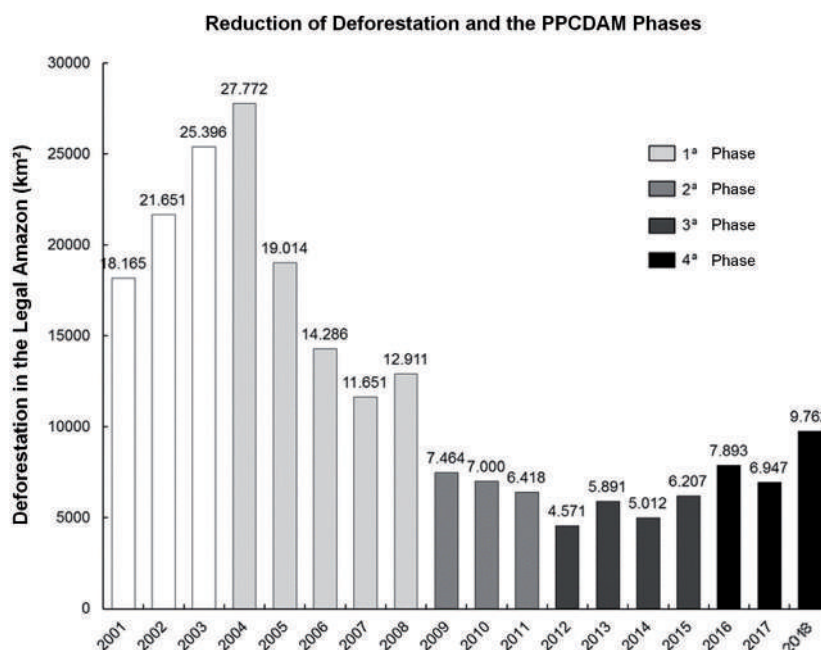
Era o caso das vastas populações ribeirinhas, habitantes das UCs de Uso Sustentável, que possuem enorme relevância na produção de alimentos e cujo papel na economia regional, a despeito disso, sempre fora minimizado, quando não inteiramente negado, por aqueles que acreditam que só uma atividade empresarial de grande escala gera valor digno de nota. Era o caso também das populações indígenas, cuja importância no manejo centenário das florestas, baseado em profundo conhecimento das espécies vegetais e animais, vinha sendo demonstrada desde os anos 1980 (POSEY, 1985).

As Áreas Protegidas (Unidades de Conservação acrescidas das Terras Indígenas cujo número de homologações fora acelerado no período 1995-2002<sup>1</sup>) rapidamente demonstrariam sua efetividade no combate ao desmatamento, cujo volume era cerca de dez a 20 vezes menor dentro das Unidades de Conservação e Terras Indígenas do que em áreas contíguas fora delas (FERREIRA et al., 2005).

Em face do nível alarmante da taxa de desmatamento de mais de 20 mil km<sup>2</sup> em 2004, o governo brasileiro partiu para a criação de um Plano de Ação de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Brasileira, o PPCDAM. A criação desse plano levou em consideração a complexidade das origens e das consequências ambientais, sociais e econômicas do desmatamento.

O desmatamento na Amazônia sempre esteve associado a problemas como conflitos fundiários violentos, desembocando em centenas de assassinatos de indígenas e camponeses a cada ano, a grilagem de terras públicas e ao uso de mão de obra em condições análogas à de escravo (ARAÚJO et al., 2019). Por isso, ele foi considerado no mais alto nível de políticas públicas do governo federal, sendo coordenado pela Casa Civil, com a participação de 11 ministérios.

Após 2006, houve uma queda acentuada nas taxas de desmatamento que se mantém até 2011 (Figura 1), chegando a 6.238 km<sup>2</sup>, sendo esta a menor taxa registrada da série histórica. As ações de comando e controle realizadas dentro de uma política nacional, que articula ações transversais de várias instituições do Estado brasileiro, como o PPCDAM, explicam, em parte, essa queda nas taxas. O mercado de grãos e da carne, e as pressões internas e internacionais também contribuíram.



**Figura 1** | Desmatamento da Amazônia no período 2001-2018 e as fases do PPCDAM.

Fonte: PRODES; INPE (2019).

As ações do plano foram responsáveis por cerca de 52% da queda dessa taxa e evitaram a emissão de 270 a 621 bilhões de toneladas de dióxido de carbono, entre 2004 e 2010 (ASSUNÇÃO et al., 2012). Cada ação de fiscalização evitou o desmatamento de 4 a 9,9 ha (BORNER et al., 2015) e isso foi a maior contribuição de um só país no combate ao aquecimento global.

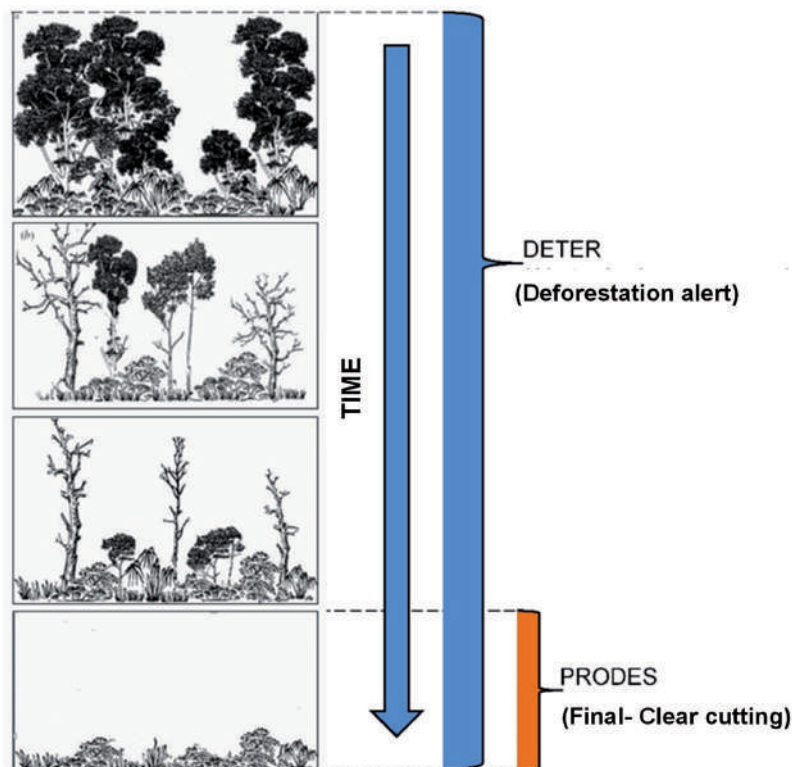
O sucesso do plano deveu-se a inovadoras formas de monitoramento por satélite, que, além do PRODES, contou com o sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter) para a definição de ações de comando e controle (MELLO; ARTAXO, 2017). Esse sistema permite definir e modificar as

ações das dinâmicas de fiscalização de forma rápida. Ele foi implementado, no âmbito do PPCDAM, para apoiar a fiscalização do Ibama, e seus dados são divulgados mensalmente e comparados com o mesmo período dos anos anteriores. Ambos os sistemas são abertos e sujeitos à verificação pública e possuem funções distintas.

Para entender os sistemas de monitoramento por satélite, é preciso conhecer os principais processos de perturbação da floresta amazônica. Existem dois processos distintos: desmatamento por corte e queima (ou desflorestamento) e degradação florestal. No desmatamento, o corte da vegetação é realizado no início da estação seca, e a queima no final da estação seca. Já no processo de degradação da floresta, é realizada a extração seletiva da madeira, seguida de queima, novas retiradas, e assim sucessivamente, em uma degradação crescente da cobertura florestal.

Com relação ao que é detectado nos diferentes sistemas, em função dos seus objetivos, é importante realçar que o PRODES apenas identifica e contabiliza as áreas que sofreram corte raso, ou seja, o estágio final do processo de desmatamento. No Deter, toda alteração da cobertura florestal verificada no período de análise é apontada como área de Alerta e passível de fiscalização, ou seja, o Deter procura identificar os estágios iniciais e intermediários do processo de desmatamento (INPE, 2019). Os sistemas de monitoramento do INPE, PRODES e Deter detectam essas perturbações e monitoram:

- **PRODES:** cálculo de taxas anuais de desmatamento (corte raso), com base em imagens do satélite Landsat 8 da USGS (EUA), Cbers-4 do INPE/Cresda (Brasil/China), e ResourceSat 2 da Isro (Índia), cobrindo toda a extensão da Amazônia, anualmente.
- **DETER:** monitoramento para fins de fiscalização de polígonos de desmatamento, com base nas novas imagens coletadas a cada 4 dias, pelo sensor WFI a bordo do satélite Cbers-4, com resolução espacial de 64 metros. O procedimento adotado permite a identificação tanto de corte raso quanto de estágios de degradação da floresta, como ilustra a Figura 2 (INPE, 2019).



**Figura 2** | Comparação dos sistemas PRODES e Deter quanto ao tempo de detecção e ao processo de perturbação da floresta amazônica.

Fonte: INPE (2019).



### 3 GEOPOLÍTICA E MEDIDAS PARA ESTANCAR O DESMATAMENTO – AS CRÍTICAS DO GOVERNO

As críticas do presidente da República Jair Bolsonaro a esse sistema, reconhecido internacionalmente, bem como ao físico Ricardo O. Galvão, diretor do INPE até julho de 2019, acusado de “mentir” sobre os dados do desmatamento e “atuar a serviço de uma ONG”, divulgando informações que deixam o Brasil “em situação complicada”, tentam enfraquecer a legitimidade e o interesse para a sociedade brasileira do Instituto. Elas não são as primeiras que o INPE teve que suportar. De imediato, é bom ressaltar que é a própria tragédia do desmatamento e a coorte associada de violências contra as populações locais os fatores que colocam o Brasil em “situação complicada”, e não a sua divulgação mensal (Deter) ou anual (PRODES).

Em 2008, o governo de Mato Grosso, então encabeçado por Blairo Maggi – também um dos gigantes da produção de soja – tinha contestado os dados do desmatamento do INPE confrontando-os a um sistema próprio de monitoramento – o Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD), desenvolvido, este sim, por uma organização não governamental, o Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), trabalhando para o governo de Mato Grosso. O INPE produziu, à época, um relatório com aferimentos in loco demonstrando que seus dados eram exatos e estavam de acordo com a realidade de campo. Uma cópia do relatório foi entregue a um representante do governo de Mato Grosso durante o seminário “Desmatamento na Amazônia: um diálogo necessário. É possível?”, organizado pelos autores e outros colegas, em Belém-PA, no Museu Paraense Emilio Goeldi, em 6 e 7 de maio de 2008.

O interesse desse seminário foi o de reunir cientistas, gestores públicos e representantes de ONGs e do setor privado para debater o desmatamento. Alguns pontos levantados, como a necessidade de recuperar pastagens e intensificar a pecuária para evitar a invasão de novas áreas florestais, bem como o desenvolvimento de culturas permanentes – a exemplo do cacau, em especial para a agricultura familiar – parecia então angariar algum consenso entre atores do mercado.

Iniciativas associando esses atores à proteção ambiental estavam em curso desde 2006, a exemplo da moratória da soja, um pacto em que associações como a Associação Brasileira da Indústria de Óleos Vegetais (Abiove) e a Associação Brasileira dos Exportadores de Cereais (Anec) se comprometiam a não receber a produção de associados plantada em áreas desmatadas ad hoc para a agricultura em larga escala. Seguiu-se a isso a “moratória do boi”. Esses processos de certificação dos produtos, contando com a participação do setor privado, dependiam também da implementação de um Cadastro Ambiental Rural (CAR), previsto no Código Florestal de 2012, que permitisse, na escala dos municípios e propriedades, verificar o respeito dos produtores à legislação ambiental e seus dispositivos, como a manutenção da Reserva Legal (área de vegetação nativa mantida na propriedade rural) e das Áreas de Proteção Permanente (APPs), necessárias à preservação dos aquíferos, à redução da erosão, etc.

Embora imperfeitos e objetos de críticas (SCHMINK et al., 2017) provenientes de todo o leque do campo social, dos produtores aos ambientalistas, passando pelas demandas dos movimentos sociais, esses e outros dispositivos representavam tentativas de estabelecer regras do jogo para um aproveitamento melhor equacionado dos recursos naturais da Amazônia, combinando valorização econômica, proteção social das populações e atenuação de impactos ambientais, de acordo com as leis e a Constituição do País. Porém, isso também gerou profunda insatisfação e resistência, principalmente por parte das elites locais, beneficiárias dos processos de apropriação ilícita e violenta de terras públicas, donas do controle político dos municípios, que dispõem de apoios poderosos na bancada ruralista do Congresso Nacional.

O representante da Federação da Agricultura e Pecuária do Pará (Faepa), no Seminário no Museu Goeldi em 2008, resumiu a visão das elites rurais, afirmando que as áreas protegidas provocavam um “engessamento da economia da Amazônia”<sup>2</sup>. Disse não concordar com a proposta de um novo modelo econômico (sustentável) para a região e acreditar que existia, sim, um conflito fundamental entre questões ambientais e desenvolvimento. Sua palestra esboçou uma teoria da conspiração, segundo a qual ONGs, ativistas ambientais e indigenistas seriam os agentes de algo similar ao famigerado protocolo

dos sábios de Sião, uma “Governança Global”, do qual fariam parte “agências de governos estrangeiros de países poderosos (China, França, Alemanha...)”, ao passo que “o desenvolvimento sustentável, a Agenda 21, os relatórios sobre o clima e as reservas (i.e áreas protegidas) não [passariam] de disfarces, de máscaras para encobrir a verdade: interesse econômico e domínio de mercado” (sic).

Entre as propostas apresentadas pela Faepa, objetivando uma conciliação para conter as pressões do aparato ambientalista nacional e internacional, havia o aproveitamento de 100% das áreas já alteradas, na sua totalidade, com extinção da Reserva Legal. Voltaremos em conclusão a esse ponto, cuja atualidade se renovou com a discussão de um projeto de lei de autoria dos senadores Flávio Bolsonaro e Marcio Bittar.

#### **4 REGIME CONSTITUCIONAL E MORAL DO RESENTIMENTO**

Aqui cabe, no entanto, uma ressalva. Há uma inversão patente da lógica que preside à expansão da fronteira agrícola no discurso da Faepa, pois, de fato, em vez de constituírem um “domínio de mercado da governança global”, as áreas protegidas estancam o desmatamento justamente na medida em que estabelecem regras para a apropriação e uso dos recursos. Elas interrompem, dessa forma, o processo de privatização selvagem de vastas extensões florestadas, por meio do emprego de fraude e de violência, contra populações residentes cujos direitos de posse ou propriedade se encontram indefinidos ou mal protegidos.

Os detentores das áreas, após “limpá-las” (de floresta e gente), têm a expectativa da venda de parte delas para outros agentes econômicos, na medida em que vão surgindo investimentos em infraestrutura. Essa atividade especulativa está por trás, simultaneamente, de grande parte do desmatamento na região e da formação de um mercado de terras (COSTA, 2012), beneficiando um grupo de indivíduos que se percebem como desbravadores ou “pioneiros” (BOECHAT, 2014).

Embora compartilhem o epíteto de “pioneiros” com investidores vindos de fora da Amazônia para multiplicar seu patrimônio na região, inúmeros “desbravadores” raramente são, de início, empresários na moderna acepção de um sujeito de direito exercendo profissionalmente uma empresa. Tratam-se, muitas vezes, de prepostos trazidos à região por empreendimentos econômicos, *hommes à tout faire* de empresas madeireiras, de patrões do garimpo, etc., cuja principal característica, além da devoção canina a seus patronos, é a busca da acumulação por quaisquer meios disponíveis, rechaçando toda e qualquer tentativa de regulação de suas pulsões aquisitivas.

Não estamos aqui, obviamente, emitindo julgamentos morais sobre o comportamento de indivíduos isolados. Trata-se de trazer à luz determinadas “comunidades de disposições e de interesses” (BOURDIEU, 2000, p. 99), que funcionam como *habitus* no sentido de Bourdieu, e permitem caracterizar sistemas observáveis de práticas como estruturas determinadas pela história. Ao sabor da consolidação da fronteira, os “pioneiros” tornam-se os representantes políticos de municípios recém-formados, com total controle sobre o Executivo, o Legislativo, a segurança pública, etc. no local (FERNANDES, 1999). Estruturalmente incapazes de reconhecer outra verdade que não a de seu irrepresível desejo de promoção social, só lhes resta destruir a legitimidade das instituições que deveriam representar, e tentar relegar à invisibilidade ou à insignificância os outros atores que com eles disputam o território (indígenas, movimentos sociais e quilombolas).

A violência contra essas minorias, traduzindo-se por vezes em assassinatos de lideranças e contabilizada anualmente pela Comissão Pastoral da Terra (CPT, 2019), encontra assim farta justificção ideológica. Pode-se mencionar, por exemplo, essas edições irregulares, de baixa tiragem, livros e revistas produzidos por autores que expressam o ponto de vista das elites. Por exemplo, a edição no 3, ano II, da revista “Hoje”, encontrada em Altamira e da qual atualmente não parece restar traço, anunciava já em 2005 que “ONGs, Igreja Católica e PT querem transformar a Amazônia em cobaia ecológica do planeta”, e

que “o meio ambiente e os índios são usados como subterfúgio” para interesses escusos. Publicado em Oriximiná, o livro *Kondurilândia*, cujo autor é presidente de uma OSCIP local, afirmava a respeito da demarcação de áreas quilombolas, apresentada como “a farsa dos quilombos”:

Sem fantasmas, tanques ou metralhadoras está em formação um latifúndio da ordem de 371 mil hectares correspondentes a cerca de 3,4% do território do município de Oriximiná. O mecanismo pode estar numa brecha legal deixada pelos constituintes ao apagar das luzes, hoje diligentemente manipulada por grupos alienígenas [que seguem à risca a cartilha da Comissão Pró-índio de São Paulo] em detrimento dos interesses locais, regados por uma boa dose de omissão dos governantes (ALMEIDA, J. B., p. 114)<sup>3</sup>.

Acusar os ambientalistas e as ONGs de serem agentes de um “domínio de mercado” é obviamente contraditório com o fato de os próprios autores desse discurso serem aliados objetivos, facilitadores, quando não sócios diretos da apropriação dos recursos naturais da Amazônia pelo capital (nacional ou estrangeiro). Porém, a coerência e a verdade não são relevantes para os objetivos desse discurso, cuja função é outra: gerar um consenso contrário àqueles percebidos como “inimigos” para, assim, construir a própria legitimidade.

Quando o presidente afirma que o diretor do INPE “pode estar a serviço de alguma ONG”, ele retoma uma narrativa semelhante à da Faepa para desacreditar não apenas a instituição científica, mas também todo o aparato instituído ao longo das últimas décadas para enquadrar as negociações sobre o desmatamento e o uso dos recursos na Região Norte, incluindo a relevância do papel das áreas protegidas.

Seria um erro minimizar o poder de convicção desse discurso, ou desprezá-lo pela ausência de bases factuais, pois ele não se sustenta em fatos, e sim na construção de um inimigo imaginário – o comunismo, as minorias étnicas, os homossexuais, as mudanças climáticas, pouco importa – que aciona gatilhos no interior da sociedade brasileira. “Eu digo que eles mentem, logo eu digo a verdade”: esse silogismo da mentira possui considerável sustentação em um sistema de poder que busca a desregulamentação por meio do enfraquecimento do regime constitucional. Ele deita raízes profundas em uma moral do ressentimento que conforma e divide o campo político, invalidando todo e qualquer debate racional.

Tal como dizia Nietzsche<sup>4</sup>:

se imaginarmos o “inimigo” como o concebe o homem do ressentimento, verificaremos que ele é o produto de sua própria criação: ele concebeu o “Inimigo nefasto”, o “Perverso” enquanto conceito fundamental, e é em face desse conceito que ele imagina uma antítese, o “Bom”, que é simplesmente ele próprio. (NIETZSCHE, F., p. 55).

Verifica-se que, então, a demissão sumária do diretor do INPE é simplesmente uma consequência da tentativa sistemática de submeter a realidade à sua própria verdade, esvaziando as instituições em uma estratégia em que mesmo a escandalosa truculência dos pronunciamentos públicos tem sua razão de ser, pois abre caminho para ações até então reprimidas: ataques a agentes públicos de fiscalização, assassinato de indígenas, escalada de ações de extermínio por grupos policiais e milícias, etc.<sup>5</sup>

Exemplos recentes abundam: assim, durante a retomada de terras pelos indígenas em uma invasão ocorrida na área de S. Félix do Xingu (Xicrin, Trincheira Bacajá), na segunda quinzena de junho de 2019, Bekara Xicrin, líder da expedição que retomou as terras, diz ter ouvido de um dos grileiros: “A terra está liberada, o Bolsonaro liberou, por isso que a gente veio. A gente quer trabalhar, quer ajudar indígena”<sup>6</sup>.

Em 5 de agosto, um jornal de Novo Progresso, município localizado na área da BR-163, anunciava a promessa de um “dia do fogo”, em que produtores rurais da cidade se comprometiam a aumentar os focos de incêndio no dia 10 de agosto “para chamar atenção das autoridades que na região o avanço da produção acontece sem apoio do governo, [e] mostrar para o presidente que queremos trabalhar

e o único jeito é derrubando, e para formar e limpar nossas pastagens é com fogo<sup>77</sup>. Sob o olhar complacente do Executivo, verificou-se de fato um aumento extraordinário dos focos de incêndio em diversos municípios do oeste do Pará.

As investidas contra a verdade passam também a buscar apoio no plano legislativo. A proposta de revogar no Código Florestal as áreas de Reserva Legal voltou à discussão com o PL 2362/2019 dos senadores Flávio Bolsonaro (PSL/RJ) e Marcio Bittar (MDB/AC), até recentemente em tramitação no Senado Federal, que o justifica para “possibilitar a exploração econômica dessas áreas”. Ora, a Reserva Legal não trava a produção agrícola brasileira e não deve ser considerada “terra improdutivo”, pois seu uso sustentável sempre foi assegurado em lei. Fragiliza-se a legislação em defesa da expansão das fronteiras agrícolas e dos interesses de grandes proprietários com o argumento de “garantia constitucional de proteção à propriedade privada”, o que na verdade é o subterfúgio para aumentar a reserva de mercado de terras para empresas, ruralistas (incluindo políticos) e outros agentes.

Diante, porém, das críticas nacionais e internacionais ao recrudescimento do ritmo de destruição da floresta, o PL 2362 foi – pelo menos temporariamente – retirado de pauta. Mas isso está longe de constituir um avanço. Um dos autores do Projeto comenta assim o assunto:

[...] Burocratas ecológicos continuam a propagar desinformações que insuflam os desavisados a difamar aqueles que mais preservam a vegetação nativa: os produtores agropecuários. ONGs e organismos internacionais deveriam premiá-los pela preservação. [...] Infelizmente, um certo ambientalismo radical e fundamentalista alimenta ações interessadas em impedir nosso desenvolvimento [...] para permitir a expansão da agropecuária em outros grandes países produtores [...]. A retirada do projeto foi um voto de confiança ao Governo Federal. Houve a proposta objetiva da criação de um grupo interministerial, liderado pelo presidente da República e coordenado pelo ministro do Meio Ambiente, com o objetivo de apresentar [...] projetos e programas para serem executados em prol da Amazônia. Faço parte do grupo com orgulho e muita vontade de trabalhar. [...] Sabe-se que é preciso flexibilizar as leis para permitir a produção em áreas de conservação, terras indígenas e reservas extrativistas<sup>87</sup>.

A formação desse grupo interministerial possui aparentemente a vocação de substituir o PPCDAM, e já nasceria com a intenção declarada de contrapor-se às regras existentes para deixar livre curso aos mecanismos selvagens que presidem à formação do mercado de terras na Amazônia.

## **5 A QUEM INTERESSA NÃO MONITORAR O DESMATAMENTO?**

Estudo recente (ITPS, 2019) reconhece a Amazônia como a maior província mineral e principal reserva biogenética do planeta, e um dos territórios mais desejados pelo Capital. Como a maioria das terras ocupadas de forma privada é de propriedade estatal, sem controle da situação fundiária, problemas ambientais e de desmatamento na Amazônia tendem a piorar até que se resolva a questão fundiária. No estado do Pará, campeão de desmatamento, 39% do território carece de regularização da posse e a maior parte é de terras federais (BENNATTI; FISCHER, 2017).

O estudo afirma que com a sinalização do afrouxamento das leis ambientais, e dando prioridade aos seus projetos de infraestrutura e financiamento, pelo governo de Jair Bolsonaro, a tendência é que a região se torne ainda mais um polo de disputa por terras e fornecedora de matérias-primas, cada vez mais dependentes do agronegócio e da mineração (ITPS, 2019).

Diante desse cenário, saber onde o desmatamento acontece é essencial para os esforços para impedir ou diminuir o seu avanço em uma área de fronteira. Porém, a tecnologia de satélite por trás das plataformas de monitoramento florestal é incapaz de identificar os vetores subjacentes da perda de cobertura vegetal. Os dados do INPE nos mostram a magnitude e a localização do problema, e compreender os interesses e atores por trás do desmatamento requer estudos aprofundados.

Há pelo menos dez anos, os cientistas vêm mostrando que existe correlação positiva entre o crescimento dos mercados globais por commodities e a conversão de floresta tropical para uso agrícola, que passaram a substituir a demanda local como principal vetor de desmatamento (DEFRIES; ROSENZWEIG, 2010). É claro que há desmatamento legal, mas não temos ainda como saber a cifra de ilegais versus legais.

Estima-se que em 2016 mais de 80% do desmatamento na Amazônia e um terço da derrubada da vegetação nativa no Cerrado ocorreram em propriedades que já haviam desmatado a área máxima legalmente admissível e, portanto, provavelmente são ilegais (TRASE, 2018). A questão da grilagem de terras na Amazônia tornou-se crônica e com aval do Estado, com um ambiente favorável para contrair terras públicas e terras de populações tradicionais e indígenas em grandes áreas de extensão.

A legalização da grilagem (Figura 3) acontece porque os órgãos fundiários não averiguam a existência da área e a presença de moradores anteriores nos órgãos municipais, não realizam georreferenciamento das áreas e nem a conferência de documentos emitidos pelos cartórios da região. Como o cadastro de terras no Incra é autodeclarado, não se tem a real amplitude do problema. E a questão só piora, pois o Cadastro Ambiental Rural também é autodeclaratório e totalmente dissociado do cadastro fundiário.

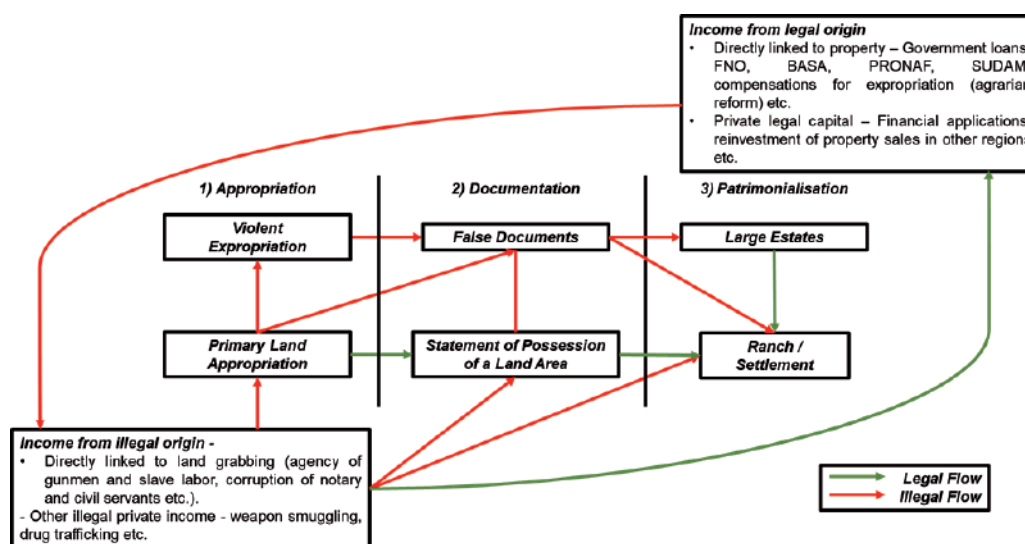


Figura 3 | Modelo de apropriação de terras na Amazônia.

Fonte: Autores (2019).

O desmatamento para especulação fundiária (grilagem), por meio da invasão de terras públicas em 2016, foi de pelo menos 24% do desmatamento total (IPAM, 2017). Por outro lado, a ligação entre desmatamento e especulação de terra (MIRANDA et al., 2019) sugere que os preços do mercado de terras no Brasil não são meramente governados por expectativas sobre aluguéis e custos de conversão de florestas. As expectativas sobre futuras melhorias de infraestrutura e escassez de terra induzida pela política de conservação são levadas em conta nas transações atuais do mercado de terras.

Há indícios de que o mercado de terras brasileiro transmite informações sobre possíveis vazamentos de políticas de conservação e explora essa conjectura usando mapas dinâmicos de hotspot de desmatamento, tanto na Amazônia como no Cerrado. Sob esse prisma, evidenciou-se que o desmatamento da Amazônia, que estava sob forte monitoramento ambiental e outras medidas de governança (Moratória da soja, por exemplo), se deslocou para o Matopiba, região composta por quatro estados brasileiros, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, em área de transição entre Amazônia e Cerrado, onde as plantações de soja aumentaram cerca de 310% entre 2001 e 2017. De fato, no Cerrado, o nível de proteção legal foi sempre mais baixo do que o da Amazônia, e os níveis de capacidade institucional e técnica nas agências governamentais locais, inclusive na fiscalização ambiental, também eram muito baixos.

Com o enfraquecimento da fiscalização ambiental e dos órgãos ambientais, prevem-se altas taxas de desmatamento na região amazônica, assim como no Cerrado brasileiro, a partir de 2019.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desmatamento na Amazônia afeta mais do que as árvores. As populações tradicionais, em especial os povos indígenas que vivem nessas florestas há milhares de anos, e que desenvolveram sistemas sustentáveis de utilização de recursos, são frequentemente ameaçadas e deslocadas por ele. Para essas pessoas, como para outras vítimas de expropriações, a tragédia é imediata; para os demais, as consequências negativas do desmatamento são mais enganosas. Elas são cumulativas e seu impacto total é gradual e se espalha por gerações.

Em um contexto como esse, manter os sistemas de monitoramento ambiental do INPE, com transparência e autonomia, é indispensável para subsidiar decisões responsáveis sobre a gestão dos usos da terra e o desenvolvimento de uma produção agrícola em bases sustentáveis. Além disso, os sistemas garantem o acompanhamento do Novo Código Florestal e empresta confiabilidade ao País no âmbito de acordos comerciais internacionais.

As ferramentas de controle do desmatamento representam, assim, um mecanismo essencial para um verdadeiro monitoramento do bioma amazônico, possibilitando a conservação da diversidade biológica e social, e garantindo os territórios das populações tradicionais. É, portanto, essencial que o caráter coletivo e a função social das políticas públicas, e a autonomia das instituições sejam respeitados, de forma a não ceder aos meros interesses de grupos particulares. Sem isso, o desmatamento ilegal continuará prosperando, associado à predação da vida e dos recursos naturais, graças à subversão da ordem institucional.

Um sistema democrático de condução da ciência requer o exercício de responsabilidade social por parte dos cientistas e a total transparência dos dados públicos.

## NOTAS

1. Cf. <https://cimi.org.br/terras-indigenas/>. Data deste período a homologação, em particular, da TI Alto Rio Negro, com 10,6 milhões de hectares. O Plano de Proteção das Terras Indígenas na Amazônia Legal, (PPTAL), sub-programa do Plano Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Grupo dos Sete (PPG-7), em vigor à época, contribuiria de maneira decisiva para o número recorde de homologações (145) da gestão FHC, em um momento de grande legitimidade do “modelo socioambiental” em decorrência também dos impactos políticos da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92, no Rio de Janeiro (Araújo, R.; Léna, P. Da predação à sustentabilidade na Amazônia: a difícil metamorfose. In: ARAUJO & LENA (Ed.). Desenvolvimento Sustentável e Sociedades na Amazônia. Belém, MPEG, 2011).

2. Ver relatório síntese do Seminário “Desmatamento na Amazônia: um diálogo necessário. É possível? Disponível em: <[http://www.INPE.br/noticias/arquivos/pdf/relatorio\\_final\\_desmatamento.pdf](http://www.INPE.br/noticias/arquivos/pdf/relatorio_final_desmatamento.pdf)>.

3. ALMEIDA, J. B. op.cit. Oriximiná, Fundação Ferreira de Almeida s/d. p. 114.

4. NIETZSCHE, F. La généalogie de la Morale (3. ed.) Mercure de France, Paris, 1900. p. 55.

5. Cf. GRILLO, C.; GODOI, R. Simulacros: a hiper-realidade do extermínio. Le Monde Diplomatique Brasil, junho de 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/policia-federal-e-acionada-para-investigar-ameacas-a-servidores-do-ibama.ghtml>>; <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-publica/encontrado-corpo-de-colaborador-do-ibama-a9nk18dfrb5th27vrn5w5edzi/>>;<<https://cimi.org.br/2018/09/relatorio-cimi-violencia-contra-os-povos-indigenas-no-brasil-tem-aumento-sistemico-e-continuo/>>.

6. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/08/abandonados-pelo-governo-federal-indios-xikrin-retomam-area-de-grileiros-no-pa.shtml>>;<<https://www.brasil247.com/brasil/indigenas-do-sudeste-do-para-podem-ser-atacados-por-grileiros-alerta-mpf>>.

7. Disponível em: <<http://www.folhadoprogresso.com.br/dia-do-fogo-produtores-planejam-data-para-queimada-na-regiao/>>

8. Marcio Bittar. Disponível em: <<https://www.tercalivre.com.br/marcio-bittar-fala-sobre-o-fim-da-reserva-legal/>>.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. et al. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amazonica**, v. 46, n. 3, 2016.

ANUÁRIO TRASE. **Sustentabilidade das cadeias de produção**: risco de desmatamento na exportação de soja brasileira. Transparência para Economias Sustentáveis. Instituto Ambiental de Estocolmo e Global Canopy. 2018.

ARAÚJO, R.; LÉNA, P. Da predação à sustentabilidade: a difícil metamorfose. In: \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. (ed.). **Desenvolvimento sustentável e sociedades na Amazônia**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, p. 4-39, 2010.

ARAÚJO, R. et al. Territórios e alianças políticas do pós-ambientalismo. **Estudos Avançados**, v. 33, p. 67-90, 2019.

ASSUNÇÃO, J.; CLARISSA, C.; GANDOUR, R. R. **Deforestation slowdown in the Legal Amazon: prices or policies?** Climate Policy Initiative, San Francisco, California, USA. [on-line] URL: Disponível em: <<http://climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2012/03/Deforestation-Prices-or-Policies-Working-Paper.pdf>>. 2012.

BECKER, B. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, 71-86. 2005.

BENATTI, J. H.; FISCHER, L. R. da C. New trends in land tenure and environmental regularisation laws in the Brazilian Amazon. **Regional Environmental Change**, v. 18, p. 11-19, 2018.

BOECHAT, C. A. O conceito de “pioneiro” na Geografia, na contraposição de estudos sobre expansão cafeeira e a citrícola. **Confins Revista Franco-brasileira de Geografia**, n. 21. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/confins/9667?lang=pt>>. 2014.

BORNER, J.; MARINHO, E.; WUNDER, S. **Mixing carrots and sticks to conserve forests in the Brazilian Amazon: a spatial probabilistic modeling approach**. PloS one, v. 10, n. 2, p. e0116846, jan. 2015.

BOURDIEU, P. **Le Sens Pratique**. Paris, Ed. De Minuit p. 94-95. 1980.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. **Conflitos no campo Brasil 2018**. Centro de Documentação Tomás Balduino, Goiânia, 247p., 2019.

COSTA, F. de A. Mercado de terras e trajetórias tecnológicas na Amazônia. **Economia e Sociedade**, v. 21, n. 2, 2012.

DEFRIES, R.; ROSENZWEIG, C. **Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics**. Proc. Natl. Acad. Sci., 107, 19627-19632. 2010.

FERNANDES, M. **Donos de Terras**: trajetórias da união democrática ruralista. Belém, Ed. NAEA, 1999.

FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 157-166. 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **Desmatamento zero na Amazônia**: como e porque chegar lá. Sumário Executivo. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Relatório Técnico INPE:** monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélites. Os Sistemas de Monitoramento Deter e PRODES, Julho de 2019.

INSTITUTO TRICONTINENTAL DE PESQUISA SOCIAL. **Amazônia Brasileira:** a pobreza do homem como resultado da riqueza da terra. Dossiê n. 14, 2019.

MARTINS, J. S. Frente pioneira: contribuição para uma caracterização sociológica. In: **Capitalismo e tradicionalismo no Brasil:** estudos sobre as contradições da sociedade agrária no Brasil. São Paulo: Ed. Pioneira, cap. 3, p. 43-50. 1975.

MELLO, N. G. R.; ARTAXO, P. Evolução do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, Brasil, n. 66, p. 108-129, 2017.

MIRANDA, J. et al. Land speculation and conservation policy leakage in Brazil. **Environmental Research Letters**, v. 14, 2019.

PACHECO, P. Actor and frontier types in the Brazilian Amazon: assessing interactions and outcomes associated with frontier expansion. **Geoforum**, v. 43, n. 4, p. 864-874, 2012.

POSEY, D. A. **Indigenous management of tropical forest ecosystems:** the case of the Kayapó indians of the Brazilian Amazon in Agroforestry systems. v. 3, p. 139-158, 1985.

SCHMINK, M. et al. From contested to 'green' frontiers in the Amazon? A long-term analysis of São Félix do Xingu, Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, v. 46, n. 2, p. 377-399, 2017.

VELHO, O. **Capitalismo autoritário e campesinato.** São Paulo, Ed. Diffel. 1979.

# International climate change negotiation: the role of Brazil

## *Negociação internacional da mudança do clima: o papel do Brasil*

Marcela Cardoso Guilles da Conceição<sup>a</sup>

Renato Aragão Ribeiro Rodrigues<sup>b</sup>

Fernanda Reis Cordeiro<sup>c</sup>

Fernando Vieira Cesário<sup>d</sup>

Gracie Verde Selva<sup>e</sup>

Carolinna Maria<sup>f</sup>

Eduardo da Silva Matos<sup>g</sup>

Renato Campello Cordeiro<sup>h</sup>

Edison Dausacker Bidone<sup>i</sup>

<sup>a</sup>*Doutora em Geociências, Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, RJ, Brasil*  
E-mail: marcelaguilles.clima@gmail.com

<sup>b</sup>*Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*  
E-mail: renato.rodrigues@embrapa.br

<sup>c</sup>*Mestranda em Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil*  
E-mail: fereis.cordeiro@gmail.com

<sup>d</sup>*Doutor em Geografia, Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, RJ, Brasil*  
E-mail: fernandovieiracesario@gmail.com

<sup>e</sup>*Consultora, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade, IABS, Brasília, DF, Brasil*  
E-mail: gracieselva@gmail.com

<sup>f</sup>*Doutoranda em Relações Internacionais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil*  
E-mail: carolinnamaria1@gmail.com

<sup>g</sup>*Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária, Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas, Brasília, DF, Brasil*  
E-mail: eduardo.matos@embrapa.br

<sup>h</sup>*Professor Associado III, Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, RJ, Brasil*  
E-mail: rccordeiro@geoq.uff.br

<sup>i</sup>*Professor Titular do Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, UFF, Niterói, RJ, Brasil*  
E-mail: ebidone@yahoo.com.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.27962

Received: 28/10/2019

Accepted: 26/11/2019

ARTICLE - VARIA

## ABSTRACT

The increase of greenhouse gases in the atmosphere raises the average temperature of the planet, triggering problems that threaten the survival of humans. Protecting the global climate from the effects of climate change is an essential condition for sustaining life. For this reason, governments, scientists, and society are joining forces to propose better solutions that could well-rounded environmentally, social and economic development relationships. International climate change negotiations involve many countries in establishing strategies to mitigate the problem. Therefore, understanding international negotiation processes and how ratified agreements impact a country is of fundamental importance. The purpose of this paper is to systematize information about how climate negotiations have progressed, detailing key moments and results, analyzing the role that Brazil played in the course of these negotiations and the country's future perspectives.

Keywords: Intergovernmental Panel on Climate Change. United Nations Framework Convention on Climate Change. Conference of the Parties. Sustainable Development. Low Carbon Agriculture.

## RESUMO

*O aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera eleva a temperatura média do planeta, desencadeando problemas que ameaçam a sobrevivência do ser humano. A proteção do clima global frente aos efeitos das mudanças climáticas é uma condição essencial para a sustentação da vida. Por essa razão, governos, cientistas e a sociedade estão unindo forças para propor melhores soluções que possam agregar relações de desenvolvimento ambiental, social e econômico. As negociações internacionais sobre a mudança do clima envolvem muitos países no estabelecimento de estratégias para a mitigação do problema. Portanto, entender os processos internacionais de negociação e de que maneira os acordos ratificados impactam um país são de importância fundamental. O objetivo deste artigo é sistematizar informações sobre como as negociações têm procedido, detalhando momentos chave e os resultados, analisando o papel que o Brasil desempenhou no decorrer dessas negociações e as perspectivas futuras do País.*

*Palavras-Chave: Painel Intergovernamental em Mudança do Clima. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Conferência das Partes. Desenvolvimento Sustentável. Agricultura de Baixo Carbono.*

## 1 INTRODUCTION

In 1988, the United Nations Environment Program (UNEP) and the World Meteorological Organization (WMO) established the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), an intergovernmental body of the United Nations with the purpose of scientifically evaluating the possible socioeconomic and environmental impacts of climate change and formulating realistic strategies to deal with the problem (MIGUEZ, 2002). Their reports are essential to recognizing the effect of greenhouse gases (GHG) on the climate system. The first IPCC assessment report, AR1, was published in 1990 and featured work on two items: (a) evaluation of how developing countries could increase their participation and cooperation with IPCC work and (b) elements for implementing future work on international cooperation within the theme (IPCC, 1990).

The Second World Climate Conference (WCC), held in Geneva in 1990, was the starting point for discussions on the establishment of the United Nations Framework Convention on Climate Change



(UNFCCC) (hereinafter referred to as the Convention), a treaty between almost every country in the world setting the principles, norms, roles and cooperation between the parties for decision-making on climate change. The Intergovernmental Negotiating Committee for the Convention was established in the same year at the United Nations General Assembly, and the participating countries signed the document at the United Nations Conference on Environment and Development (Rio 92) in 1992 (MENDES, 2014). Brazil was the first country to sign the agreement and had a significant presence in international environmental articulations and debates.

The Convention that was implemented in 1994 convenes the participating countries once a year at the Annual Conference of the Parties (COP), which features discussions, debates, results, agreements, and decision-making on the challenges of economic development, environmental maintenance and social problems in the face of climate change (CENCI, 2020).

The Convention follows the principle of multilateralism, which is contained in the UN Charter, and considers that each signatory country is a party to the agreement (hence the term “Conference of the Parties”) and that any decision taken must be consensual, not determined by a simple majority of votes. Moreover, decisions are part of a global agreement of interest to all Parties. In the language of negotiation: “nothing is decided until everything is decided” (UNFCCC, 1992).

For its time, considering the lack of full knowledge about the processes and impacts of climate change, the text of the Convention brought significant advances to the discussion of the environment. The Convention recognized, amongst other points, that (UNFCCC, 1992):

- Earth’s climate change and its adverse effects are a common concern of humanity;
- The largest share of global, historical and current emissions of greenhouse gases originates in developed countries;
- Per capita emissions from developing countries are still relatively low, and the share of global emissions from developing countries will grow so that they can meet their social and development needs.

Moreover, the ultimate objective was to “achieve stabilization of GHG concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system” (UNFCCC, 1992, p4). The text further warned that such a level should be achieved within a sufficient period to enable ecosystems to adapt naturally to climate change, ensure that food production is not threatened, and enable economic development to proceed sustainably.

The Convention imposed a set of targets for GHG emission reductions for some countries, mainly the developed ones, listed in the Convention Annex I. The Convention did not impose initial emission reduction targets for developing and least developed countries (UNFCCC, 1992), because the developed countries accounted for most of the emissions, most of the concentration of gases in the atmosphere, and the rise in the average temperature of the planet. Further, Annex I listed countries were required to promote policies and measures for the reduction of emissions to reach the emission level of the year 1990, a commitment that has not been achieved.

The Convention still contains two fundamental principles for the consolidation of international negotiation and sustainable development, especially in developing countries (UNFCCC, 1992):

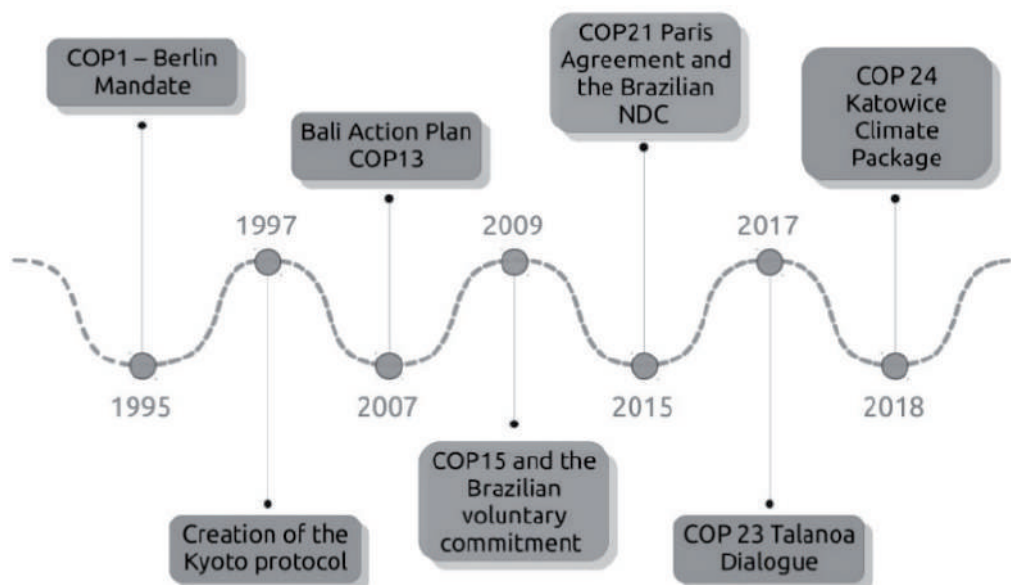
- Precautionary Principle: Lack of full scientific certainty should not be used as a reason for countries to postpone measures to predict, prevent, or minimize the causes of climate change and mitigate its adverse effects.
- Principle of Common but Differentiated Responsibilities: Parties shall protect the climate system for the benefit of present and future generations based on equity and following their common but differentiated responsibilities and respective capabilities. In this regard,

developed country Parties should take the lead in addressing climate change and the adverse impacts of climate change.

The Convention, through the Principle of Common but Differentiated Responsibilities, proposed a series of commitments common to all signatory Parties, such as:

- Preparation of a National Communication, containing the inventory of anthropogenic GHG emissions by gas and economic sector;
- Promotion of mitigation and adaptation programs;
- Development of technologies for emission reduction and prevention;
- Protection of carbon sinks, such as forests and oceans;
- Consideration of climate change in social, economic and environmental policies;
- Promotion of scientific research on climate change;
- Promotion of education, training and awareness actions.

A plethora of decisions and documents have been produced throughout the more than 20 years of negotiation. This paper will explore seven crucial moments that occurred during this extensive process of negotiations and future perspectives of Brazil's role in international negotiations. In chronological order (Figure 1) we will present and discuss the main issues of the first COP and the Brazilian Proposal;



the creation of the Kyoto Protocol; the Bali Action Plan; COP15 and Brazil's voluntary commitment; COP21, the Paris Agreement and Brazil's Nationally Determined Contribution; the Talanoa Dialogue and finally COP24 and the Katowice Climate Package.

**Figure 1 |** Chronological order of the international negotiations events for climate change.

*Source: elaborated by the authors*

## 2 MATERIAL AND METHODS

To conduct this research the method of literature review was used. First, fifteen key terms were defined for our topic: Climate change; International negotiations; Greenhouse gases; Intergovernmental Panel on Climate Change; United Nations Framework Convention on Climate Change; Conference of the

Parties; Environmental maintenance; Challenges of economic development; Kyoto Protocol; Paris Agreement; Brazil's Nationally Determined Contribution; Talanoa Dialogue; Katowice Climate Package; Bali Action Plan and Low Carbon Agriculture Plan of National policy on climate change.

Second, a systematic search was conducted using library catalogs, abstracts and reviews, citation indexes, bibliographies, websites and national and international journals. We restrict the search to Portuguese and English, focusing on literature between 1990 and 2018. The web-based search was proceeded using only seven websites: Google Scholar, Science Direct, Springerlink, Scielo, ERIC, Science.gov, and ScienceResearch.

For each website, we include items embracing thesis, scientific papers, books, book chapters, reviews, reports, and government documents. All documents were identified in three categories: i) broader documents, that is, documents that match one key term, but the scope is not related to climate theme or is not related to Brazil; ii) related documents, that is, documents that match key term and the theme embrace climate and Brazil; iii) narrower documents, that is, documents that exactly about International climate change negotiations involving Brazil. Finally, a list of 187 key references was obtained and 94 evaluated. As exclusion criteria, we exclude documents that are focusing mainly on the effects of climate on biophysical systems; documents that not included negotiations strategies, or are not clear; documents that not mention sustainable Brazil programs.

### 3 INTERNATIONAL NEGOTIATION ON CLIMATE CHANGE

#### 3.1 COP1 AND THE BRAZILIAN PROPOSAL

The first COP was held in Berlin in 1995, after the actual implementation of the Convention in 1994. At that first meeting, it was already possible to identify that there existed an increase in GHG emissions and that the initial goal of emission reductions proposed for developed countries would be insufficient. The proposed solution was “jointly implemented activities”, presented in the document called the “Berlin Mandate” (Ad Hoc Group on the Berlin Mandate - AGBM).

At this COP, Brazil played an important role in presenting elements for a protocol in response to the Berlin Mandate, known as the “Brazilian Proposal”. This Proposal was a very innovative approach, and the document presented two elements to support discussion regarding the future negotiation process (UNFCCC, 1997): (a) the Proposal of objective criteria to establish the individual responsibility of Annex I countries in relation to the causes of the greenhouse effect; and (b) the idea of a Clean Development Fund.

This proposal assumed that the responsibility of each country should not be taken solely concerning its GHG emissions or its contribution to increasing the concentration of GHG in the atmosphere. Thus, as the higher concentrations of GHG in the atmosphere increase the planet's temperature, the responsibility of each country must also be related to its contribution to the increase of global temperature. This difference in parameters implies that Annex I countries have made an even more significant contribution to the problem, as shown in Figure 2.

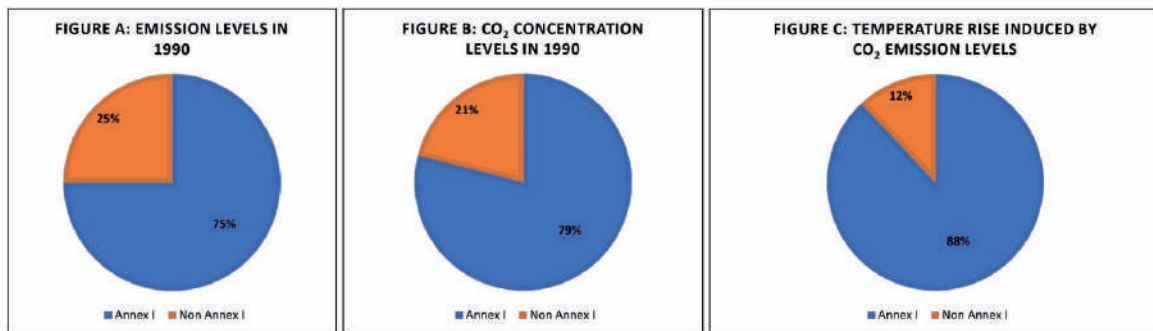


Figure 2: Relative contribution allocated to each Party according to the First Report of the IPCC (1990).  
Source: adapted from FRONDIZI (2009).

### 3.2 CREATION OF THE KYOTO PROTOCOL

The Brazilian proposal, in the first COP, was not entirely accepted by the developed countries (BRAZIL, 2010), but it provided influential subsidies for international negotiations and was a precursor to the COP3 decision (in 1997) with the signing of the Kyoto Protocol, which conferring real regard to the human influence on climate (OPPENHEIMER et al., 2007). At the moment, Brazil start to emerge as a climate mitigation-wise country.

The Kyoto Protocol was the first legally binding agreement to reduce GHG emissions and created three important mechanisms for industrialized countries to meet their reduction targets; which are Emissions trading, Joint implementation and the Clean Development Mechanism (CDM) (MAAMOUN, 2019; UNFCCC, 1998).

However, for the Kyoto Protocol to enter into force, two requirements were necessary: (a) at least 55 Convention countries would have to ratify the Protocol, and (b) the inclusion of Annex I countries representing at least 55% of total CO<sub>2</sub> emissions in 1990 (UNFCCC, 1998).

These requirements somehow embraced a twofold way and gave the US and Russia veto power, polarizing these countries again after the cold war, a kind of climate war. This is because if one of them did not ratify the agreement, the value of 55% of emissions would not be reached. The US did not accede to the agreement but made its participation conditional to any Convention protocol if commitments to limit and reduce GHG emissions were also made by developing countries in the same period. This a priori political US position seems to be intended to safeguard a privileged position in the global scenario, however, it may have been the key to the effectiveness of the protocol (MAAMOUN, 2019; MOSS et al., 2008).

An intense negotiation period followed until the US announced, in March 2001, that they would not ratify the Protocol. With that, the only way forward was to ensure Russia's presence in the agreement, which was finally granted on November 4, 2004.

Since the ratification of the Kyoto Protocol in 2004, there has been a significant change in the negotiation process resulting in "two tracks": the Convention (Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action - AWG-LCA - ad hoc group for long-term dialogues for the implementation of the Convention) and the Kyoto Protocol (Ad Hoc Working Group on Further Committees for Annex I Parties under the Kyoto Protocol - AWG-KP - ad hoc group for establishing the Kyoto Protocol). Thus, the COP came to host a new modality of meeting: the COP/MOP, where the Conference of the Parties serves as the basis for the meeting of the Kyoto Protocol.

Maamoun (2019) assessed emissions data from countries committed to the Kyoto protocol and found that the protocol was a successful first step. The author noted that the protocol prevented a worse emission level from occurring even though leading countries in GHG emissions, such as the US, did not participate in the agreement.

### 3.3 BALI ACTION PLAN

During the COP13 (2007) in Bali (Indonesia), the Bali Action Plan (BAP) was created to guide negotiations until COP15, when a new legally binding agreement was expected. The BAP was composed of negotiating areas, the main ones being: expanded international and national action on mitigation, expanded action on adaptation and expanded action on technology transfer and development (UNFCCC, 2008).

The expanded mitigation action negotiation area was subdivided into six areas: (i) mitigation in Annex I countries; (ii) mitigation in non-Annex I countries; (iii) reduce emissions from deforestation and forest degradation and maintain soil carbon stocks through forest management; (iv) market; (v) economic measures and (vi) social measures.

Reducing emissions from deforestation and forest degradation has the acronym REDD while reducing emissions from deforestation and forest degradation, maintaining soil carbon stocks through forest management has the acronym REDD+. This area deserves attention, as it refers to a mechanism that allows compensation to those who maintain forests without deforestation, avoiding greenhouse gas emissions, plus conservation activities, sustainable forest management, and increased stocks in developing countries (ARTS; INGRAM; BROCKHAUS, 2019).

The BAP proposed to intensify mitigation measures under three premises (UNFCCC, 2008):

- Measurable, reported and verified (MRV) commitments or mitigation measures for each country, including quantified emission limitation and reduction targets, from all Annex I Parties, ensuring comparability between them and taking into account differences in national circumstances;
- Country-appropriate mitigation measures for non-Annex I Parties, in the context of sustainable development, with appropriate technological, financial and capacity support, to enable MRV requirements to be met;
- Approaches to cross-sectoral cooperation and sector-specific measures to improve implementation of Article 4, paragraph 1 (c) of the Convention, which is primarily measures to promote and cooperate with development including technology transfer and commitments that control, reduce or prevent anthropogenic GHG emissions.

Developing countries do not have emission reduction targets. However, the BAP demanded that the implementation of the Convention were extended with nationally appropriate mitigation actions, leading to a substantial deviation of emissions from non-Annex I countries from the trend path. These actions were to be supported by Annex I countries in terms of financing, technology transfer, and capacity building.

Thus, Brazil has the following examples of mitigation actions (BRAZIL, 2010):

- Deforestation: further reduction of deforestation focusing on the Amazon and Cerrado;
- Energy: energy efficiency, increased use of biofuels, an increased supply of energy by hydropower, alternative sources of energy;
- Agriculture: recovery of degraded pastures, crop-livestock integration, no-tillage system, biological nitrogen fixation;
- Industry: increased reforestation area for coal production for the steel industry.

Brazil's participation increased the significant effort to reduce emissions already made in the country in order to achieve a substantial slowdown in its emissions growth. According to the Brazilian view of the time, mitigation actions should not be a means of offsetting emissions from the Annex I countries, because it was an agreement under the Convention where there are no mandatory targets for developing countries, but a framework that guides developing countries in terms of mitigating climate change.



Concerning broadened action on adaptation, the BAP takes into account international cooperation for the urgent implementation of adaptation measures to the adverse effects of climate change in developing and least developed countries. Also, for these countries, it provides for risk management and mitigation strategies, disaster reduction strategies, economic diversification to increase resilience and synergies between activities and processes as a way of supporting adaptation in a coherent and integrated manner (UNFCCC, 2008).

With respect to expanded action in technology transfer and development, the BAP aims to remove obstacles and provide financial resources, accelerate the diffusion and expansion of technology deployment as well as promoting cooperation between research and development (R&D) for current, new and innovative technologies (UNFCCC, 2008).

### 3.4 COP15 AND THE BRAZILIAN VOLUNTARY COMMITMENT

The Copenhagen Conference in 2009 (COP15) generated high expectations from the Parties, the world press and society. A new, broadly and legally binding agreement was expected to bring a “solution” to the problem of climate change. Under pressure from all sides, the COP presidency considered necessary to present a proposal. That was the moment the Copenhagen Accord was created.

The Copenhagen Accord presented legal and procedural problems that hindered its operation. It was prepared by 29 countries and had the direct participation of several Heads of State. Several parties formally rejected it based on various procedural irregularities denounced during the Conference. The main problem was the lack of consensus, which would be enough to make the Accord non-operational. The COP observed the rejection of the Accord expressed by some parties, becoming a document without legal value. Consequently, it is not part of the official architecture of the Convention and has been repeatedly challenged by the Parties that have rejected it (DIMITROV, 2010).

However, although the general outcome of COP15 was not as expected, for Brazil it was significant, especially for the agricultural sector. During COP15, Brazil made a voluntary commitment to reduce emissions, playing a crucial role in the negotiations and motivating other developing countries to send voluntary commitments as well. The Brazilian commitment foresees a reduction of 36.1% to 38.9% of projected emissions by 2020, thus avoiding the emission of about 1 billion tons of CO<sub>2</sub> equivalent (tCO<sub>2</sub>e), which represents the most significant reduction effort on the planet (BRAZIL, 2010).

In late January 2010, Brazil submitted to the Convention Secretariat two reports ratifying mitigation actions appropriate to the national context that had been proposed in Copenhagen. It also expressed, with due caution, its accession to the Copenhagen Accord. The proposals presented in Copenhagen were internalized by Law 12.187/09, which instituted the National Policy on Climate Change.

In 2010, Sectoral Plans were created to achieve this voluntary commitment, among them the ABC (Low Carbon Agriculture) Plan. According to Rodrigues and Galvão (2018), the National Policy on Climate Change established institutions that would be responsible for the governance of an essentially environmental policy with direct connections to the performance of the Brazilian economy, as demanded by the Brazilian climate change policy.

### 3.5 COP21, THE PARIS AGREEMENT AND THE BRAZILIAN NDC

Following the unmet expectations at COP15 and the hard work of regaining confidence in the multilateral process of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its signatory countries, COP21, which took place in Paris, had the mission to finally reach a legally binding global agreement that could meet the objective requirements of the Convention (MILKOREIT, 2019).

Lower expectations from the press and civil society facilitated the process, and the outcome of the Conference was the Paris Agreement, which was opened for ratification in April 2016. The Parties to the Agreement reflected the original content of the Convention, seeking to achieve the goals guided by the principles, justice and common but differentiated responsibilities, and their respective capacities, according to their different national circumstances.

The Agreement was marked by recognizing the need to respond effectively to the threats of climate change, based on substantial scientific knowledge, and the need to identify which countries could be most affected by climate change and also the measures taken by them. Priority was placed on ensuring food security and eradicating hunger, defending and protecting food production systems from the negative impacts of climate change, as well as recognizing the importance of conserving and strengthening anticipated greenhouse gas sinks and reservoirs (SHARMA; PAYAL, 2019). It was recognized that the adoption of sustainable lifestyles and sustainable consumption and production patterns will play an essential role in combating climate change, with developed countries taking the lead (UNFCCC, 2015).

By strengthening the implementation of the Convention, including its objective, this Agreement aims to strengthen the global response to the threat of climate change in the context of sustainable development and poverty eradication efforts, including (UNFCCC, 2015):

- I. To maintain the overall average temperature increase below 2°C above pre-industrial levels and to make efforts to limit this temperature increase to 1.5°C in relation to pre-industrial levels, recognizing that this would reduce the risks and impacts of climate change;
- II. To increase the capacity to adapt to the negative impacts of climate change and promote resilience to climate change and low GHG emissions in a way that does not threaten food production; and
- III. To make financial flows compatible with a path towards low GHG emissions and resilient to climate change.

The adoption by consensus that the increase in global average temperature should not exceed 2°C was an essential complement to the central objective of the Convention. The limitations of using annual GHG emissions inventories and applying different metrics for gas equivalence were also identified. It has been shown that, for mitigation target-based policy monitoring, the Global Temperature Change Potential (GTP) metric is more appropriate than the Global Warming Potential (GWP) metric currently most commonly used in inventory and mitigation policy analysis (MENDES, 2014).

In the IPCC's first assessment report, the GWP is proposed as a method for comparing the potential climate impact of different non-CO<sub>2</sub> GHGs as a CO<sub>2</sub> equivalent unit. However, the use of GWP does not explain the magnitude of climate change, and scientists have proposed GTP as an alternative measure to GWP to assess its potential impact on increasing planetary surface temperature (KUMARI et al., 2019).

Article 3 of the Agreement brings a new dimension to the action strategies of countries regarding the mitigation of GHG emissions, with measures more appropriate to the reality of each Party. However, it was recognized that countries of Annex I have greater participation in the status quo of the GHG emissions problem, and the difficulties that non-Annex I countries will encounter in achieving these reductions (UNFCCC, 2015, p. 22).

In this way, we return to the main objective of the Convention, which seeks to limit the rise in the average temperature of the planet in the short term through the immediate reduction of emissions from developed countries, and in the short to medium-long term for developing countries. Commitments to

reduce emissions by country or by block of countries (such as the European Union) must be notified to the Convention through “Nationally Determined Contributions” (NDC).

Brazil was the first country to ratify the Paris Agreement, presenting its NDC to reduce emissions. The delivery of this document before COP21 was intended to demonstrate Brazil’s goodwill with international negotiations and the signing of a legally binding agreement, in line with the Convention’s guidelines and principles. The initial document used the term “intended” (iNDC) because, at the time, it still depended on the ratification, acceptance or approval of the Paris Agreement, and could thus be adjusted.

In its iNDC, Brazil proposed actions to mitigate GHG emissions and actions for adaptation to the effects of climate change, as well as outlining ways to implement these actions in the country and other developing countries through South-South cooperation based on solidarity and shared priorities for sustainable development. In expanding cooperation initiatives to other developing countries, the area of resilient and low-carbon agriculture plays a prominent role (BRAZIL, 2015).

Regarding mitigation, Brazil committed to reducing GHG emissions by 37% below 2005 levels by 2025, in addition to a subsequent indicative contribution to reduce GHG emissions by 43% below 2005 levels by 2030. The reference year 2005 uses the emissions as calculated in the inventory in Brazil’s second communication to the UNFCCC, which was the official document lodged with the United Nations when the iNDC was announced on September 2015 (BRAZIL, 2015).

This reduction of emissions may occur throughout the national territory for the whole economy, including CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, perfluorocarbons, hydrofluorocarbons, and SF<sub>6</sub>. The metric adopted was the Global Warming Potential in 100 years (GWP-100) using IPCC AR5 values.

Among the mitigation actions presented by Brazil, the following stand out (BRAZIL, 2015):

- I. Increase the share of sustainable bioenergy in the Brazilian energy matrix to approximately 18% by 2030, expanding biofuel consumption, increasing ethanol supply, including increases in the share of advanced biofuels (second generation), and enlarging the share of biodiesel in the blend of diesel;
- II. In the forest sector and in terms of land-use change, strengthen compliance with the Forest Code at the federal, state and municipal levels; strengthen policies and measures aimed at achieving zero illegal deforestation in the Brazilian Amazon by 2030 and offset GHG emissions from legal vegetation suppression by 2030; restore and reforest 12 million hectares of forest by 2030 for multiple uses; expand sustainable native forest management systems through georeferencing and traceability systems applicable to native forest management to discourage illegal and unsustainable practices;
- III. In the energy sector, achieve an estimated 45% share of renewable energy in the energy matrix by 2030, including: expanding the use of renewable sources to between 28% to 33% by 2030; expand domestic use of non-fossil energy sources by increasing the share of renewable energy (in addition to hydropower) in electricity supply to at least 23% by 2030, including wind, biomass and solar energy increases; achieve 10% efficiency gains in the electricity sector by 2030;
- IV. In the agricultural sector, strengthen the strategy for sustainable intensification in agriculture, including restoring an additional 15 million hectares of degraded pasture by 2030 and increasing by 5 million hectares the area with integrated crop-livestock-forest systems (ICLF) by 2030.

This new commitment, in addition to the one proposed by Brazil at COP15, largely reinforces the consolidation of low carbon agriculture and, in particular, the recovery of degraded pastures and ICLF, as a real way to achieve sustainable intensification of agricultural production. These technologies contribute to the mitigation of greenhouse gas emissions, increase productivity and income, increase social benefits to producers and consolidate sustainable development.

### 3.6 TALANOA DIALOGUE

The Paris Agreement will only come into force in 2020. Thus, during the COP 23 held in Germany in 2017, the Talanoa Dialogue was created with the aims to encourage UNFCCC signatory countries to strengthen their commitments to curb global warming during the period before 2020 (LESNIEWSKA; SIEGELE, 2018). The Talanoa Dialogue consists of an international platform where all countries can share their actions to combat climate change and thus exchange experiences.

Talanoa is a word used to reflect an inclusive, participatory, and transparent dialogue process in Fiji and other Pacific islands. Talanoa's goal is to share stories, build empathy, and make wise decisions for the collective good. The Talanoa process involves the sharing of ideas, skills, and experiences through narrative (UNFCCC, 2018).

In Brazil, this inclusive dialogue process began on August 2, 2018, at an event called Talanoa Dialogue - Brazil, coordinated by the Ministry of the Environment and the Ministry of Foreign Relations, with support from the World Bank. This event took place in Rio de Janeiro and was attended by more than 30 representatives from different sectors (government, the private sector, academia, civil society, and rural settlement communities). Throughout the year 2018, several Talanoas occurred in Brazil, organized by different sectors of society.

### 3.7 KATOWICE CLIMATE PACKAGE

With the creation of the Paris Agreement at COP 21, the next step was to create a way to implement the Agreement. Thus, during the Conference of the Parties (COP24) in Katowice, Poland (2018), the parties adopted a package of guidelines for implementing the Paris Agreement, called the Katowice Climate Package. The main objective of the Package is to operationalize the climate change regime contained in the Paris Agreement.

The Katowice package includes (UNFCCC, 2019):

- The transparency mechanism, which details how to measure national efforts to operationalize the transparency framework jointly and the definition of how countries will provide information about their NDCs with their respective mitigation and adaptation actions;
- Guidelines related to the process of establishing new funding targets from 2025, based on the current goal of mobilizing \$100 billion per year from 2020 to support developing countries, as well as guidelines to assess progress in the development and transfer of technology;
- Rules on how to update each country's goals in five-year cycles, among other items.

Furthermore, the Climate Package emphasizes the urgent need to increase the mobilization of climate finance. On the other hand, issues such as the use of cooperative approaches and sustainable development mechanism, as set out in Article 6 of the Paris Agreement, are still pending. The use of such a mechanism would allow countries to meet some of their national mitigation targets through the use of so-called "market mechanisms". The idea of these market mechanisms is to provide flexible instruments to reduce the costs of mitigation actions, for example, through the use of carbon markets.

Thus, the outcome document of COP24 underscores the importance of strengthening countries responsibility in replenishing the impact of programs of the Global Environment Facility. It also requests that the Global Environment Facility ensures that its policies and procedures relating to the consideration and review of funding proposals are duly and efficiently followed up. Further, the document looks forward to the planned delivery of reductions in GHG emissions in the seventh replacement period, which is double than foreseen for the sixth replacement period.

For some critics, from a climate point of view, Katowice failed (OBSERVATÓRIO DO CLIMA, 2019). For them, the Package failed to adequately capture the sense of urgency communicated by science about action against climate chaos. Also, it left in the hands of the individual countries any decision on how to use this information. For Patricia Espinosa, the Executive Secretary of the UNFCCC, Katowice was a success: “The result of Katowice is a breakthrough that all governments can be proud of! It strengthens the Paris Accord and opens the door to implementing climate action around the world!” (UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE, 2019).

#### 4 FUTURE PERSPECTIVES OF BRAZIL IN CLIMATE NEGOTIATIONS

The world went through the industrial race and countries like England, France and Germany came out ahead. In a second moment, we had a technological race, for example, the space race and advances in computing. Since the 1990s, there has been an increase in environmental concern, which is linked to sustainable production. This fact paved the way for environmental protagonism in the world. However, there is no environmental power yet. There is still no country that is promoting sustainable development by aligning environmental preservation, that’s because big challenges must be faced and cooperation between the countries is essential.

Some authors argue for the possibility of economic development and environmental preservation through strategic decision-making among government agencies, industry players, and non-governmental organizations following the Sustainable Development Goals developed by the ONU (OPOKU, 2019). However, other authors raise the issue that sustainable development prioritizes economic development and will inevitably cause damage to environmental preservation.

These authors argue that the path to environmental preservation would be an economic downturn through an awareness of society concerning the high consumption, aiming at the search for social equity and human well-being (SANDBERG; KLOCKARS; WILÉN, 2019). However, from this discussion, questions emerge that still have no answer. Will current or future technology be able to increase productivity and preserve the environment to optimal limits? Nevertheless, would not a greater awareness of society and a quest for social equality be an essential pillar of sustainable development? Thus, a possible solution would be in the middle path, which is a balance between the social, economic, and environmental aspects.

A descriptive analysis conducted by Sforza (2019) shows that most developing countries demonstrates a willingness to actively contribute to climate change mitigation in cooperation with developed countries. However, external support requirements in the form of technology transfer, training, and financial support are paramount for these countries. At the same time, the author shows that the demand for climate finance from developing countries is higher than the current supply from developed countries and that trying to fill this gap is one of the critical challenges to controlling GHG emissions and thus reducing the catastrophic effects of climate change.

Brazil, however, is a country that has a higher potential to assume the role of great green power on the planet, especially when it comes to agriculture and biodiversity. Regarding agriculture development, environmental, and biodiversity protection, some countries, especially Brazil, have the opportunity to be future agri-environmental world potency. This opportunity is significant, as countries like Brazil



will no longer achieve the technological status of developed countries. Thus, there is an opportunity for Brazil's agri-environment role in the world, but this will make future negotiations much more complicated and force the government to act intelligently.

In the last 45 years, Brazil has consolidated itself as a significant agricultural power. Grain production grew more than fivefold, while the planted area increased by only 60%. However, the most significant boost has occurred since 1990, partly due to the growth in exports, which have become the driving force of recent growth in Brazilian agribusiness. The country is currently the leading exporter of orange juice, coffee, pulp and paper, chicken meat, soy complex, and the second largest exporter of sugar and corn (USDA, 2017).

The total area of land occupied and in use in Brazil is approximately 30%, while Permanent Preservation Areas (indigenous lands and protected areas) and areas of native vegetation on private properties, separated according to environmental legislation—such as Legal Reserve - represent almost 50% of the Brazilian territory. If added to the native vegetation in unregistered lands, this percentage reaches 66%. Crops and planted forests occupy only 9% of the territory; planted pastures 13%; and native ones 8% (MIRANDA, 2017). On the other hand, from January 2019, with the new Brazilian government of Jair Bolsonaro, satellite data from Brazil's National Institute for Space Research (INPE) show a significant increase in Amazon deforestation and an expansion of the exploratory agricultural frontier (KAMIMURA; SAUER, 2019). This increase in deforestation is related to the President's aggressive discourse and policies for economic development by promoting agriculture and mining on protected lands (ESCOBAR, 2019). Not surprisingly, the current government denies that humans have a direct impact on climate change and elects a foreign minister who believes global warming is an "invention of Marxist ideology" (FERRANTE; FEARNside, 2019).

The president's policies loosen legislation and weaken institutions that help fight deforestation, as well as the participation of civil society and NGOs concerned with environmental preservation (RODRIGUES et al., 2019). A clear example is the flexibility of the forest code by President Bolsonaro and the Minister of Agriculture, Tereza Cristina Dias, which includes a longer deadline for ruralists to restore natural vegetation in illegally deforested areas (FERRANTE & Fearnside, 2019).

Besides, the new minister Ricardo Salles, very close to the ruralists and condemned for altering an environmental plan to benefit the companies (PEREIRA; VIOLA, 2019), extinguished the Secretariat of Climate Change and Forests, early in the government. This fact has impacted Brazil's relationship with project donor countries, such as Norway and Germany, and has shaken international relations and the execution of important projects and partnerships, such as the Amazon Fund. These political decisions drastically affect Brazil's role in the fight against deforestation and environmental preservation, which are fundamental for reducing greenhouse gas emissions.

No other country in the world, not even the major agribusiness players, has the same conditions as Brazil to advance sustainable food production in the coming decades, and the governments must understand this position. The old idea of agricultural expansion through advancement in forested areas must be abandoned in favor of more integrated agriculture. Countries like China are already preparing to dominate the world agri-environment scenario in a clear vision of true patriotism, which implies protecting their people and dialoguing with the rest of the world for political empowerment (GUAN, 2019; LIU et al., 2015).

Meanwhile, Brazil, which has agri-environmental technology and a biodiverse landscape to assume this scenario, is still assuming a light idea of patriotism and betting on the old bankrupt commodity model. The danger of this nationalism so defended by the current Brazilian government, as well as other countries in the world, is worrying as it leads to separation, war, and conflict, while the practical solution to the challenges of climate change lies in cooperation between countries. No country can solve climate change issues on its own. Extreme nationalism, therefore, limits humanity's ability to deal with the current and future challenges the planet will face (HARARI, 2018).

Brazil has a structure of science and innovation that has recently produced an unprecedented revolution in the rural zone, as well as farmers that are creative, enterprising and sensitive in incorporating new technologies into production. Pasture area which functions below its productive capacity still occurs, which represents room for growth in production and productivity, without opening new productive areas (EMBRAPA, 2018).

Thus, it is clear that Brazil's significant competitive advantage in the international scenario for the next decade is sustainable development, combining efficient agricultural production and preservation of natural environments. Since 2009, Brazil has taken on a massive role in this agenda, when it made voluntary commitments to reduce GHG emissions and adapt to climate change. Brazil's position in the negotiation motivated other developing countries to submit voluntary commitments.

The proposals presented in Copenhagen were internalized in the National Policy on Climate Change. In 2010, in order to achieve this commitment Sector Plans were created, including the Low Carbon Agriculture Plan (ABC Plan, from the acronym in Portuguese). In addition to Copenhagen, in 2015, Brazil submitted to the UNFCCC its intended Nationally Determined Contribution (iNDC), in the context of negotiations on a protocol, other legal instruments, or outcomes legally agreed upon under the Convention, applicable to all Parties.

This new commitment, made in addition to the one proposed by Brazil at COP15, reinforces the consolidation of low carbon agriculture and, in particular, the recovery of degraded pastures and ICLF as a real way to achieve the sustainable intensification of agricultural production. These technologies, beyond their ability to contribute to the mitigation of GHG emissions, may have the potential to increase productivity, income, and social benefits to farmers and consolidate sustainable rural development (RODRIGUES et al., 2019).

## **5 CONCLUSIONS**

Following the ratification of the Kyoto Protocol, in 2009, Brazil made a voluntary commitment to reduce GHG emissions and, with the Paris Agreement in 2016, a new commitment to further reduce GHG emissions in some sectors. It is noteworthy that both the voluntary commitment made at COP15 and the commitment made at COP21 through the NDCs are not actions linked to the commitment of Annex I countries to the Kyoto Protocol. All actions reported in this paper have demonstrated not only Brazil's commitment to contribute to the negotiations under the Convention, but also its interest in making the country's economy a world reference, based on the sustainable use of its natural resources and optimization processes involving all sectors of the economy.

Since the founding of the UNFCCC during Rio 92, Brazil has shown immense leadership in international negotiations and gained respect from all parties. All this effort has shown Brazil's commitment and prominent role in promoting actions to reduce global warming and the development of a more sustainable economy.

However, this scenario is already changing dramatically with the new policies and decision-making of the current government, which took office in 2019. Current political leaders deny the anthropic impacts on global climate change and weaken institutions that promote environmental preservation and oversee the deforestation.

While most emissions are the responsibility of developed countries, the countries that will be most affected by the catastrophic consequences of climate change are developing and underdeveloped countries. So as long as the current government does not leverage the actions proposed by the climate change mitigation agenda, the country's economic development is doomed to failure.

Future challenges, given population growth, the effects of climate change, technological advances, and inequality in income distribution and concentration, significantly increase the importance of international negotiation and effective mechanisms for regulating the planet's climate. For this to happen, it is necessary to establish a new economic model, giving up the extreme nationalism advocated by the current Brazilian government.

Therefore, Brazil's consolidation as the world's first green energy (in agriculture and environmental preservation) must be worked on as a country, not as a government agenda.

## REFERENCES

ARTS, B.; INGRAM, V.; BROCKHAUS, M. The Performance of REDD+: From Global Governance to Local Practices. *Forests*, v. 10, n. 10, p. 837, out. 2019.

BRAZIL. **Brazil's Nationally Appropriate Mitigation Actions** Brazil, 2010. Disponível em: <[https://unfccc.int/files/focus/mitigation/application/pdf/brazil\\_namas\\_and\\_mrv.pdf](https://unfccc.int/files/focus/mitigation/application/pdf/brazil_namas_and_mrv.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2019

BRAZIL. **Brazil Intended Nationally Determined Contribution (INDCs)**, 2015. Disponível em: <<https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Brazil/1/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019

CENCI, D. Climate Change: Paradoxes in the Implementation of Agreements and Protocols in Latin America and Brazil. In: **Latin America in Times of Global Environmental Change**. [s.l.] Springer, 2020. p. 157–170.

DIMITROV, R. S. Inside UN climate change negotiations: The Copenhagen conference. *Review of policy research*, v. 27, n. 6, p. 795–821, 2010.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira - Portal Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ESCOBAR, H. Brazilian president attacks deforestation data. *Science*, v. 365, n. 6452, p. 419–419, 2 ago. 2019.

FERRANTE, L.; FEARNSTIDE, P. M. Brazil's new president and 'ruralists' threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. *Environmental Conservation*, v. 46, n. 4, p. 261–263, dez. 2019.

FRONDIZI, I. M. DE R. L. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: guia de orientação-2009**. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, 2009.

GUAN, J. Climate Change Policies in China. In: HEFELE, P. et al. (Eds.). **Climate and Energy Protection in the EU and China: 5th Workshop on EU-Asia Relations in Global Politics**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 121–128.

HARARI, Y. N. **21 Lessons for the 21st Century**. [s.l.] Random House, 2018.

IPCC, C. C. **Climate change: the IPCC scientific assessment**. New York: Cambridge University Press, 1990. Disponível em: <[https://www.nrel.colostate.edu/assets/nrel\\_files/labs/ryan-lab/pubs/Melillo\\_et\\_al\\_1990\\_IPCC1\\_WG1.PDF](https://www.nrel.colostate.edu/assets/nrel_files/labs/ryan-lab/pubs/Melillo_et_al_1990_IPCC1_WG1.PDF)>. Acesso em: 25 out. 2019.

KAMIMURA, A.; SAUER, I. L. Amazon Deforestation and the Tragedy of the Commons. **Unpublished**, 2019.

KUMARI, S. et al. Methane Emission Assessment from Indian Livestock and Its Role in Climate Change Using Climate Metrics. *Climate Change and Agriculture*, 5 jun. 2019.

LESNIEWSKA, F.; SIEGELE, L. The Talanoa Dialogue: A Crucible to Spur Ambitious Global Climate Action to Stay within the 1.5 Degree Celsius Limit. **Carbon & Climate Law Review (CCLR)**, v. 2018, p. 41, 2018.

LIU, Z. et al. Climate policy: Steps to China's carbon peak. **Nature**, v. 522, n. 7556, p. 279–281, jun. 2015.

MAAMOUN, N. The Kyoto protocol: Empirical evidence of a hidden success. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 95, p. 227–256, 2019.

MENDES, T. DE A. **Desenvolvimento sustentável, política e gestão da mudança global do clima: sinergias e contradições brasileiras**. Brasília: Universidade de Brasília, 2014.

MIGUEZ, J. D. Equity, responsibility and climate change. **Ethics, Equity and International Negotiations on Climate Change**, Edward Elgar, Northampton, p. 7–35, 2002.

MILKOREIT, M. The Paris Agreement on Climate Change—Made in USA? **Perspectives on Politics**, p. 1–19, 2019.

MIRANDA, E. E. DE. Meio ambiente: a salvação pela lavoura. **Ciência e Cultura**, v. 69, n. 4, p. 38–44, 2017.

MOSS, R. et al. **Towards new scenarios for the analysis of emissions: Climate change, impacts and response strategies**. [s.l.] Intergovernmental Panel on Climate Change Secretariat (IPCC), 2008.

OBSERVATÓRIO DO CLIMA. **COP24 entrega regras claras, mas países precisam querer jogar - Observatório do Clima**. Disponível em: <<http://www.observatoriodoclima.eco.br/cop24-entrega-regras-claras-mas-paises-precisam-querer-jogar/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

OPOKU, A. Biodiversity and the built environment: Implications for the Sustainable Development Goals (SDGs). **Resources, Conservation and Recycling**, v. 141, p. 1–7, 1 fev. 2019.

OPPENHEIMER, M. et al. The Limits of Consensus. **Science**, v. 317, n. 5844, p. 1505–1506, 14 set. 2007.

PEREIRA, J. C.; VIOLA, E. Catastrophic Climate Risk and Brazilian Amazonian Politics and Policies: A New Research Agenda. **Global Environmental Politics**, v. 19, n. 2, p. 93–103, 24 abr. 2019.

RODRIGUES, D. F.; GALVÃO, V. K. Atores e instituições na formulação da Política de Mudanças Climáticas no Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 9, n. 1, p. 145–157, 2018.

RODRIGUES, R. DE A. R. et al. The actions of the Brazilian agricultural sector in the context of climate change negotiations. **Sustentabilidade em Debate**, v. 10, n. 2, p. 28–37, 31 ago. 2019.

SANDBERG, M.; KLOCKARS, K.; WILÉN, K. Green growth or degrowth? Assessing the normative justifications for environmental sustainability and economic growth through critical social theory. **Journal of Cleaner Production**, v. 206, p. 133–141, 1 jan. 2019.

SFORNA, G. Climate change and developing countries: from background actors to protagonists of climate negotiations. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v. 19, n. 3, p. 273–295, 2019.

SHARMA, P.; PAYAL, P. Climate Change and Sustainable Development: Special Context to Paris Agreement. **Available at SSRN 3356829**, 2019.

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change**, 1992. Disponível em: <<https://unfccc.int/sites/default/files/conveng.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change. Implementation of the Berlin Mandate**, 1997. Disponível em: <<http://unfccc.int/cop3/resource/docs/1997/agbm/misc01a3.htm>>. Acesso em: 25 out. 2019

UNFCCC. **Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change**, 1998. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019

UNFCCC. **Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session, held in Bali**, 2008. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/2007/cop13/eng/06a01.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change. Paris Agreement**, 2015. Disponível em: <[https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2019

UNFCCC. **United Nations Framework Convention on Climate Change. Talanoa Dialogue Platform**, 2018. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement/2018-talanoa-dialogue-platform>>. Acesso em: 25 out. 2019

UNFCCC. **Report of the Conference of the Parties on its twenty-fourth session, held in Katowice from 2 to 15 December 2018**, 2019. Disponível em: <<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/10a1.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. **The Katowice climate package: Making The Paris Agreement Work For All | UNFCCC**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/katowice-climate-package>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

USDA. **USDA Agricultural Projections to 2026**. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=82538>>. Acesso em: 25 nov. 2019.



# Socioenvironmental networks and international cooperation: The Global Alliance for Recycling and Sustainable Development- GARSD

*Redes socioambientais e a cooperação internacional:  
Global Alliance for Recycling and Sustainable  
Development- GARSD*

Luciana Aparecida Iotti Ziglio<sup>a</sup>

Wagner Costa Ribeiro<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Post-Doc, School of Arts, Sciences and Humanities - EACH/USP, Doctor in Human Geography, University of Sao Paulo, São Paulo, SP, Brazil  
E-mail: lziglio@yahoo.com.br

<sup>b</sup>Professor of Human Geography, University of Sao Paulo  
Researcher of the National Council for Scientific and Technological Development - CNPq  
São Paulo, SP, Brazil  
E-mail: wribeiro@usp.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.19328

Received: 18/11/2018

Accepted: 26/09/2019

ARTICLE- VARIA

## ABSTRACT

Networks of nongovernmental organizations dedicated to socio-environmental issues have emerged in recent decades. The involvement of these networks in the international sphere has enabled new approaches to international cooperation. This article introduces the concept of international cooperation and the Global Alliance for Recycling and Sustainable Development (GARSD), a socio-environmental network created by a coalition of NGOs dedicated to promoting recycling of municipal solid waste. This article is the result of a doctoral study conducted using documentary analysis, participant observation and other qualitative data collection methods. The study conclusively finds that it is necessary to analyze the work of these non-state actors within the context of international cooperation between nation states and the possibility of (re)creating political-territorial arrangements, such as networks comprising a variety of actors especially geared towards socio-environmental issues.

Keywords: Non-governmental organizations. International cooperation. National States. Socioenvironmental Networks. GARSD.

## RESUMO

*Durante as últimas décadas, surgiram redes de organizações não governamentais que se dedicam aos temas socioambientais. O envolvimento dessas redes com a esfera internacional ocasiona novas abordagens para a cooperação internacional. Apresentar o conceito de cooperação internacional e a rede socioambiental Global Alliance for Recycling and Sustainable Development - GARSD é o objetivo deste artigo. A GARSD, é resultado da coalizção de organizações não governamentais dedicadas à promoção da reciclagem de resíduos sólidos urbanos. O artigo é o resultado de pesquisa realizada em processo de doutoramento, que utilizou por procedimentos metodológicos a análise documental, pesquisa participante e a coleta de dados de abordagem qualitativa. Conclusivamente, torna-se inerente analisar as atuações destes atores não estatais diante das relações de cooperação internacional estabelecidas entre Estados Nacionais na possibilidade para a (re)criação de arranjos político-territoriais como a construção de redes entre os diversos atores, especialmente, nos temas socioambientais.*

*Palavras-chave: Organizações não governamentais. Cooperação internacional. Estados Nacionais. Redes Socioambientais. GARSD.*

## 1 INTRODUCTION

Nation states, holders of legal capacity in the ambit of Public International Law, have articulated, in the last decades, proposals to seek a sustainable environment. The objective is to provide a healthy environment to societies, which involves issues associated to quality and quantity water availability, air pollution and management of solid urban wastes, among other aspects.

With consumption increase, urban solid waste management becomes a challenge. Data from the World Bank (KAZA, et.al, 2018, p.17) indicate that its production worldwide, in 2016, reached around 2.1 billion tons. For 2050, the institution estimates 3.4 billion tons. In face of this scenario, it is necessary to advance research and international meetings to encourage non generation and appropriate management of wastes.

International environmental conferences, like Rio 92 (1992) and Rio + 20 (2012) gathered heads of state, , representative of university research centers, environmentalists, press, non-governmental organizations (NGOs) and members of the civil society to debate themes like environment conservation, climate changes, desertification, and solid wastes, among others. Such meetings gathered participants in official sessions and, simultaneously, in parallel forums, particularly for socio-environmental movements and civil society representatives.

Since 1992, spheres of the society gathered and took a position in face of socio-environmental themes by means of non-state actors from several countries. Little by little, “NGOs and their international relations were an important element to align the world society and, particularly, the Brazilian society, with the new complexities and their paradigms” (OLIVEIRA, et al., 2007, p.1).

The increasingly more distinguished role of NGOs, especially those working with socio-environmental themes, is one of the justifications for this paper. By means of international cooperation, they influence the states to create and ratify international treaties on socio-environmental issues, seeking to implement the Public International Law. However, as warns Diegues (2008), even by contributing to deepen international cooperation relations with their socio-environmental actions in different localities, monitoring and inspection of interventions practiced by these non-state actors should occur, since, in many cases, they act where the state is not present.

Discussing international cooperation associated to the networks of non-state actors for socio-environmental theme requires re-thinking States’ agendas and establishing new reading for the relations between state and society. Moreover, the proliferation of NGOs networks indicates not only a quantitative vector, but also requires quality assessment of the scope of actions of these organizations.

It is not about assessing their performance like isolated agents, but their capillarity and insertion in the society, particularly with regard to themes that the state did not face with the required urgency.

This paper aims at addressing a specific network, the Global Alliance for Recycling and Sustainable Development (GARSD), which emerged from the international cooperation for management of urban solid wastes. With its socio-environmental actions, the network seeks to expand its speech and, simultaneously, position itself as an important non-state actor in the international cooperation with States.

Turned to the management of urban solid wastes by means of practices that encourage recycling, the GARSD seeks to face one of the most serious contemporary problems: increase in waste generation indices. Data from the World Bank (Kaza, et.al, 2018, p. 3) demonstrate increase in world production between 19% and 40% for the coming years. This increment is directly associated to per capita income values of countries. The network works in countries that, according to World Bank projections (Kaza, et.al, 2018, p. 3), can present raise of up to 40% in solid waste generation until 2050. Brazil, Argentina, Mexico and South Africa can have 15% to 20% increase, while for Thailand and increase of around 30% is estimated for 2050.

Data from this same institution indicate that world recycling and composting indices reach 19% of the total generated, and the final disposal in open dumps reaches 33% of the total of urban solid wastes. The countries involved by GARSD NGOs present recycling indices below 15% of the total of wastes produced. On the other hand the final destination in open dumps presents numbers far above the world average (KAZA, et.al, 2018, p. 5).

It is also worth mentioning that such final destination of solid wastes in open dumps causes the movement of individuals to these locations, creating the waste mining. That because, for these populations, it is the way of making money even under socio-environmental vulnerability (DIAS, 2012; ROGGERO, 2018;). Data from the World Bank state that large Latin-American cities have, on average, 4 thousand waste pickers (KAZA, et.al, 2018, p. 55). The GARSD involves eight countries, of which six are from Latin American.

The central objective of the text is to point out how the creation of GARSD proved to be an alternative to solid waste management for some metropolises. For that, the paper presents the following structure: introduction, methodological procedures, theoretical contributions on international cooperation and non-governmental organization, history of GARSD network, along with contemporary analyses of the theme and, finally, the final considerations.

## **2 METHODOLOGICAL PROCEDURES**

This paper results of a doctorate research with monographic, contemporary, phenomenological and participative approach.

Monographic is understood, according to Eco (1985, p.10) as “the approach to one single theme, addressing its description and behavior” (translated). This idea is complemented by Severino (1996, p.150), who defines monograph as the “approach to a single theme that requires own research in the scientific field where it is situated, like specific methodological instruments” (translated). Therefore, it is seen as monographic for presenting the emergence of socio-environmental networks, specifically the GARSD.

A theme is considered contemporary when it is under permanent construction, such as occurs with the network of NGOs analyzed in this article. As states Eco (1985, p.13), “the contemporary theme is always more difficult. (...) there is, usually, a more reduced bibliography (...)” (translated). It is understood as contemporary for discussing a highly relevant theme: management of urban solid wastes. Moreover, it analyzes the first manifestations of the network, its emergence and initial challenges as socio-environmental network.

According to Diehl and Tatim (2004, p. 50), a research is conceptualized as phenomenological when it “concerns with the direct description of the experience as it is” (translated). This research procedure was used for the network presentation.

Participatory research was also adopted for the research. It is described by Brandão (1988, p.34) as “learning to improve the research through action, through participatory research”. The author’s involvement with the network made possible the direct observation of information and reports that resulted in materials disposed on electronic and print media of GARS network. She also participated in meetings organized by the network as technical advisor.

In order to provide support to the participatory research, the qualitative approach was used. This approach is conceptualized according to Tatim et al. (2004, p.52):

- data are collected preferably in the contexts on what the phenomena;
- data analysis is developed, preferably, while they are being collected;
- studies are presented in a descriptive way, with focus on the understanding and interpretation in the light of the meanings of the subjects themselves and other associated references in the literature;
- the theory is built by means of analysis of empirical data, to be later improved with the reading of other authors;
- interaction between researcher and researched is fundamental, reason why it is demanded from the researcher improvement in techniques associated to the object.

Finally, document analyses were included by means of review of literature found in books and articles by reference researchers in the universe of human sciences, particularly Geography, International Relations, and Social Sciences, to analyze definitions of NGOs, networks and international cooperation.

### **3 INTERNATIONAL COOPERATION AND NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

In the last decades, there has been increase in international treaties and the creation of programs to encourage cooperation in its multiple forms: economic, environmental, technical and scientific. Many of these relations, according to Gosovic (2016) occur between countries from the North and South hemispheres. Hence, to understand this current scenario of relations, one must review the notion of international cooperation; learn who are the actors involved, and the means and objectives chosen by them.

The initial premise is that countries are the main actors in international relations to solve world impasses. However, this scenario has recently received the inclusion of other international actors like NGOs. For authors of the political realism geopolitical tradition, cooperation is intended to ensure the order of the system of Nation States founded on the principles of sovereignty, since the non-existence of authority above states makes each of them responsible for their own survival. Therefore, as described by Aron (2002, p.54) “States issue rules destined to ensure their aspirations” (translated). International relations and cooperation are used to maintain states sovereignty.

In the theoretical matrix of political realism, Nation States are the actors that channel, block and control economic, social and environmental actions in the international scenario. Thus, there is no need to cooperate with non-state actors, which are not included in inter-state relations. It is remarkable, according to Villa (1999, p.22), that “state actors in the international plan use violent (coercion) and non-violent (consensus) means to be successful with the desires expressed by their will” (translated). In other words, expressed by Villa (1999, p.23), “they use good weapons and good laws” (translated). Under the realism perspective, a NGO translates the expression of state control in actions on the territory only where it has legal legitimacy, defined by the State. In this conception, international

cooperation is a task of the State and NGOs would play a secondary role, restricted to the interior of the national territory as long as in accordance with the interests defined by the sovereign power.

International relations' theories define international cooperation as a principle that walks in the opposite direction of conflict. As pointed out by Outhwaite (1996, p.119), "we can say that two or more agents cooperate when they commit to a joint undertaking for whose result actions by both are required" (translated).

For cooperation to occur, there must be common objectives among the Nation States in certain moments, however, other interests can interfere with the cooperation process. Thus, Bobbio (1995, p.287) "States cooperate so that this association will represent their interests and activities through the solidarity to collaboration forms, because from it the removal or neutralization of conflict elements can occur" (translated). However, States are also concerned with ensuring their sovereignty when they assume international commitments to avoid intervention in domestic affairs.

The interdependence theory examines, in addition to cooperation, the transnationalism phenomenon, that is, the emergence of new non-state actors beyond state frontiers. For Nye e Keohane (2001), interdependence of actors in the international system would increase cooperation. However, this interdependence is not symmetrical, but complex. It establishes power differences among actors and is present in cooperation agreements, and, to occur, it may even cause tensions before its concretization. Therefore, as stated by Keohane et.al:

[...] Interdependence, most simply defined, means mutual dependence. Interdependence in world politics refers to situations characterized by reciprocal effects among countries or among actors in different countries. (...)The effects of on interdependence will depend on the constraints, or costs, associated with them (KEOHANE, et.al, 2001, p.7-8).

Keohane *et. al* (2001) also present fundamental aspects of complex interdependence:

Multiple channels connect societies, including: informal ties between governmental elites as well as formal foreign office arrangements; informal ties among nongovernmental elites (face-to-face and through telecommunications); and transnational organizations (such as multinational banks or corporations). These channels can be summarized as interstate, transgovernmental, and transnational relations (KEOHANE, et.al, 2001, p.21).

The emergence of new non-state actors like NGOs poses new questions for international cooperation and the classical realistic paradigm. Cooperation among non-state actors in different countries points to transnational cooperation and its relation with Nation States. A transnational relation is the one that transcends States' frontiers, involving several actors, including non-state actors, like NGOs. As stated by Villa (2001, p. 83) "thus is considered, then, the concrete practice of transnational relations and their interactions with inter-state and supranational levels" (translated).

International cooperation, therefore, is different from the realistic view – like an open, decentralized, non-linear process that can have a transformation impact on actors and on the functioning of the international system, but still with prevalence of Nation States in these sharing relations (Sikkink, 2005).

Therefore, cooperation definition goes beyond the traditional conception of the political realism theory. In addition to the aspects already mentioned, it suffers influence of domestic and international factors, and can cause transformations in actors and in the international system, affecting the prevalence of Nation States, since the actors involved are not only countries. Based on this conception, international cooperation should also be analyzed in arenas of discussions of non-state actors, as occurs with GARSD. In this context, cooperating means for NGOs a new understanding of reality and political processes, on what there is no longer room for a unified historical subject, but for multiple actors that express



diversity of identities and pluralism that enriches the approach to environmental issues (Bulkeley, 2005; CONCA et.al, 2002).

From this perspective, international cooperation makes possible the insertion of new non-state actors, like NGOs, in the dynamics of relations with States. It is understood, therefore, that international socio-environmental NGOs are forms of social organization, constituted of political subjects that reinvent the political action to beyond State and society relations.

NGOs 'political actions' can contribute to cooperate with and/or contest, in national or international dimension, social rights. International socio-environmental NGOs, as characterized by Herculano (2000, p.1) "are legal forms institutionalized by States, maintained by the private or public sector, or both, with participation of the society, which are organized around the so called social rights" (translated).

Social right can be, for example, to seek a healthy environment for populations living in a given area of a country's territory. This social right is also a socio-environmental right, understood as the one that allows the being to reproduce himself in a dignified manner as individual and member of the collective, who expresses values and respect socially determined practices in a place with natural attributes or attributes produced by work. That is, under the terms of the international environmental system, international cooperation is fundamental (Ribeiro, 2001). This set of international treaties is under construction and will only gain relevance with concrete actions, many of which end up by being implemented by NGOs, whether operating in network or not.

Here it is defended that the concept of international cooperation should advance to contemplate the number of actors and consider a NGOs, to expand the analysis of the international system, the dynamics the networks created by them provide, especially for socio-environmental issues.

#### **4 NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS AND SOCIO-ENVIRONMENTAL NETWORKS**

The English expression "Non-Governmental Organizations" (NGOs) was used for the first time in the United Nations in 1950 to refer to organizations operating at supra- and international level and that were not established by government agreements. These organizations were not seen as relevant actors for international cooperation studies. Davies (2014, p.885) says "It is partly on account of this mid-20th-century change of terminology that writings on NGOs since this date have largely neglected the earlier literature on 'private international organizations'" working long before the creation of the United Nations, years before the First World War (1914-1918).

However, at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), also known as Rio 92 for being held in Rio de Janeiro in 1992, the simultaneity of meetings of heads of State with the NGOs Forum resulted in higher visibility to non-state actors' agenda, another classical definition assigned to NGOs. At that Conference, for the first time in UN meetings, NGOs could integrate the official delegation of countries (RIBEIRO, 2001). Thus NGO definition' assumed a new dimension. According to preparatory document of the NGOs and social movements' forum for the environment and development:

NGOs are public spaces outside the sphere of the State, responsible for instituting new values, norms and standards of behavior that deeply question the current model of development and for this reason are, today, the actors potentially most capable of romper with the individualistic and predatory logic (BRASIL, 1992, s.p.).

According to Castells (1999), the complexity of relations in the current model of development is a consequence of the advance of globalization, which generated the development of networks to

disseminate information, culture, production processes, among other aspects. Many networks may involve NGOs or be formed exclusively by them, as is the case of GARSD.

Therefore, NGOs, now supported by the private sector, now by the State, or by both, build networks around the world, fighting for their aspirations. These actors express themselves with different socio-environmental objectives, from local economic development to actions associated to social rights and environmental protection. Such diversity many times pulverizes efforts that can be catalyzed in a network, which, in addition to providing more visibility to their demands and social struggles, can also gather efforts and resources to optimize outcomes.

NGO networks dedicated to environmental themes defend as alternative to the predatory logic of use of natural resources, the conservation or restoration of the environment damaged and the application of the eco-efficiency theory<sup>1</sup>, among other possibilities. In this proposal “is not committed to a unique type of value expressed in a single numeraire [...] encompasses money valuation, [...] physical appraisals of the contribution from Nature and the environmental impacts of the human economy [...]” (MARTINEZ-ALIER, 2007, p. 26). This NGO profile seeks environmental preservation with social participation by means of technological instruments and with the dissemination of environmental education information, for example.

On the other hand, NGO networks turned to economic and social development actions also create projects for income generation and reduction in indices to population excluded from the job market. So, programs emerge that attract, for example, youth seeking the first job, elderly, women and disabled persons. That because corporate economic relations do not choose them as their first candidates and, as explained by Tamiko, unemployment selects these publics, preferably, since:

[...] alongside the problem of youth unemployment, we can't neglect the difficulty to include middle-aged and elderly persons in the job market [...]. As to the “experimental” job, companies avoid elderly applicants, fearing the obligatoriness of granting them a regular position (TAMIKO, 2009, p.239) (translated).

Thus, NGOs, particularly after the 1990s, presented in national and international scale, and by means of their networks, projects intended to collaborate to economic development. Such insertions created stronger relations with public and private spheres dedicated to the theme. The environmental issue also followed this model. NGOs articulated in networks can control and tame excluded public spaces and populations. As described by Raffestin while analyzing territory:

To domesticate is, therefore, to enclose in a network, a mesh, where all parts are under the look (...) Networks do and undo the prisons of the space made into territory: they both set free and imprison, because they would be an instrument to obtain power (RAFFESTIN, 1993, p.39; 204) (translated).

Haesbaert (2004, p.280), on the other hand, defines the experience in networks by stating that “territorializing today also means building and/or controlling flows and networks and creating symbolic references in a space in motion”. With this premise, a NGOs network undertakes a territoriality that, where it doesn't compete with the State, transcends its territory for the permeability it reaches, particularly when it spreads across several countries, as the case of GARSD.

Therefore, by observing the movements of these networks we can review the dynamics of international cooperation and the articulation of powers among actors that it causes, particularly between NGOs and States, and also and mainly, their “political action”, revealed as (re)creation of political-territorial arrangements.

## 5 THE INTERNATIONAL SOCIO-ENVIRONMENTAL NETWORK GLOBAL ALLIANCE FOR RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: GARSD

GARSD is an international socio-environmental network created in 2007, which results from the cooperation of NGOs from different countries. Its initial core involved the following countries and NGOs: Brazil - *Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE)*, Thailand - *Thailand Institute of Packaging Management for Sustainable Environment (TIMPSE)*, Uruguay - *Compromiso Empresarial para el Reciclaje (CEMPRE - Uruguay)* and Mexico - *Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de Resíduos A.C. (SUSTENTA)*.

The network main objective is the incentive to recycling of urban solid wastes. In order to concretize it, its goal is to encourage practices that will promote: reduction in final disposition of recyclable materials in open dumps and landfills; increase in recycling rates at international level through national projects by NGOs that integrate the GARSD; increase in the number of workers involved in recyclable materials, from collection to industrial transformation. It is also fundamental to achieve its objective the establishment and creation of non-governmental organizations in several countries, thus creating a more comprehensive network.

The founding organizations with their respective representatives gathered for the first time in São Paulo, in 2007, to establish proposals for the following prerogatives: it is known that household urban solid wastes assume dimensions of local-global scale, and so, what are the instruments for their effective management? Which actors are involved in the management of urban solid wastes? What is the role of NGOs in the field of management?

GARSD, to present answers to the questions raised and guarantee its existence started the network work and its components made efforts to create electronic publications, educational campaigns and a page on the electronic network to transmit their values on electronic media.

In order to extend its speech, GARSD edits publications, among which the following are outstanding: *Guidelines for establishing solid waste recovery organizations in emerging countries and Guidelines to set waste pickers cooperatives*<sup>2</sup>.

The first, in electronic version, presents the steps to establish a non-governmental organization in a country that does not integrate the network. The premises to form a non-governmental organization turned to the qualification to manage solid wastes consider: finding companies interested in encouraging recycling by means of practices executed by NGOs; hiring of technical teams to promote projects; data banks on recycling and solid wastes; disposition to form technical teams to establish and analyze the creation of networks with multiple actors, with emphasis to States' spheres.

Moreover, this publication contains information on the members of GARSD network, their localization, and foundation date, main activities locally performed, like data banks of recycling companies or a brief presentation of applied environmental education projects.

The second publication, *Guidelines to set waste picker cooperatives* is available in print format, in English and Spanish. The objective is to make of it a tool for consolidation, in world scale, of the model of recyclable material waste pickers' cooperatives in the management of domestic urban solid wastes. Such material, available to experts in management of domestic urban solid wastes contains technical and legal instructions to create waste pickers' cooperatives.

In the technical aspect, models of equipment for collection, sorting and recycling of materials are found; in the legal field, guidance on tax, fiscal and environmental mechanisms, and how they are subject to national laws. According to GARSD network, this publication is intended to assist in the organization of "association of waste pickers in order to strengthen them to buy and sell recyclable materials at better prices [...]" (Garsd, 2011, p.4). The network doesn't count yet with a methodology to follow-up the application of practices provided in this publication.

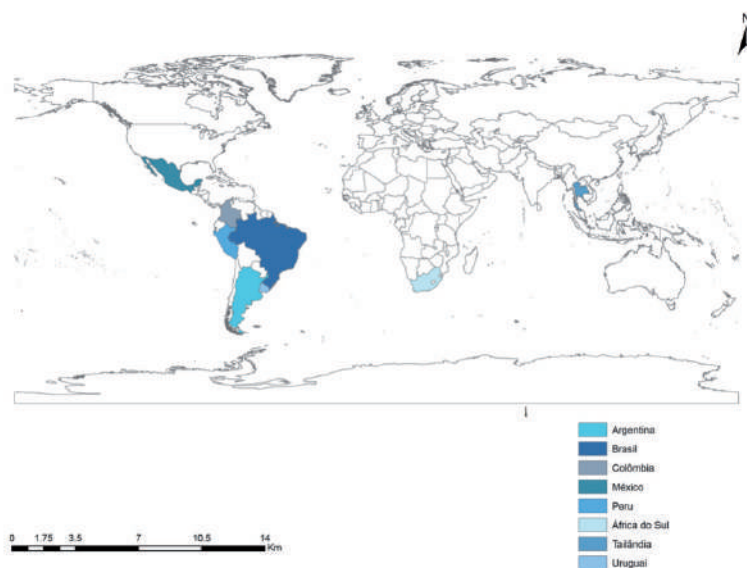
Finally, the page on the world wide web<sup>3</sup> gathers the main GARSD information, as well as the contact of each participating NGO, which makes possible exchange of information with those interested in the management of household urban solid wastes. The electronic page is used as a contact portal with those interested in solid waste management from the perspective advocated by GARSD, and aims at expanding the dissemination of its practices, which would increase its influence in this sector.

With regard to the meetings organized by GARSD, after the event from which the network originated, three other meetings are outstanding: Thailand (2009), Brazil (2011), and Washington (2013). In general, the activities proposed in these forums sought to establish guidelines and exchange of experiences in the implementation of their projects in the countries where GARSD is inserted.

In the 2011 event, held in Brazil, the central discussion addressed the following pillars: continuation of projects related to the promotion of environmental education to encourage selective collection; practices of incentive to organization of groups of recyclable material waste pickers in all member countries; actions to harmonize new proposals of creation of projects on the network to be applied to the community, government – in its different levels – and the private sector. It is worth reminding that these themes had been already defined by the network in 2009, in a meeting in Bangkok, Thailand.

The formalization of entry of new NGOs to GARSD network was concretized in these meetings. In 2011, *Compromiso Empresarial para Reciclaje* CEMPRE COLOMBIA, located in Colombia, *Pet Plastic Recycling South Africa* (PET CO), located in South Africa and *RECICLAME*, located in Peru were included. PETCO entry in GARSD permits to present to the African continent its aspirations and projects. The entry of CEMPRE COLOMBIA and *RECICLAME*, on the other hand, reinforce the presence in Latin America.

The 4th GARSD meeting, held in Washington in 2013, along with the Inter-American Development Bank (IDB), focused on analyzing the current situation of solid waste management in Latin America and Caribbean countries and debated the network experiences in order to expand them and/or adapt them to other member countries. In this forum, public policies for management of solid wastes in Brazil, like the National Policy for Solid Wastes approved in 2010, deserve highlight for being the first law approved among countries of the network that included waste pickers of recyclable materials in the thematic in twelve of its fifty seven articles (Brasil, 2010). Moreover, the network presented proposals of projects to IDB aiming at “release of resources for actions of urban solid waste management promoted by GARSD” (Cempre Informa, 2013, s.p, translated). In 2018, the network counts on 8 members, as shown in map I. The most recent entry was Cempre Argentina, in 2017.



**Map 1 |** Global Alliance for Recycling and Sustainable Development - GARSD - Member Countries

Source: Miranda, 2018.

## 5.1 GARSD: CONTEMPORARY ANALYSES

Constituted by NOGs consolidated in their countries of origin, GARSD, as non-state actor, starts the construction of cooperation, as states Sikkink (2005), with an open, decentralized, non linear and repetitive process in order to reach cooperative relations with States and legitimate its position and speech in the international scenario. The open and decentralized cooperation movement emerges with the search for companies interested in creating and financially maintaining a non-governmental organization in a country that is not member of GARSD network. In a linear movement of cooperation, institutions would seek the cooperative act directly with the State. Therefore, the network initial procedure is the non linear cooperation, with private players. The repetition mechanism of search for private organizations interested in founding non-governmental organizations in several countries influences all members of the network.

Thus, GARSD, with its practices, intends to establish an inter-dependent and complex international cooperation (Keohane, et.al., 2001) with States regarding solid waste management. For such, it uses open, decentralized, non linear and repetitive processes.

The driving principle for GARSD is cooperation and when this principle is established with a NGO from a new Nation State where it didn't operate until then, it reaches its first objective. The network intends to become a non-governmental player with global dimension and become reference in solid waste management in order to increase recycling rates in member countries. Only the cooperation with the State will allow aspirations to be materialized in public policies by the network countries. Thus, the network attempts to be available for cooperation among States because it believes that, while presenting techniques of solid waste management it assumes, as states Outhwaite (1996), a joint undertaking with the public sphere, whose outcome will be the cooperation between both, necessary for the consolidation of an agenda of waste management. In case the States accept the network proposals, the cooperation has become convergent.

GARSD, as conceptualized by Bulkeley (2005), with its cooperative practices, reveals multiple players for socio-environmental issues and another understanding of reality and political processes in generation and management of urban solid wastes.

By means of its transnational practices (such as: organization of electronic publications and references intended to increase recycling rates, establishment of meetings with the network members or with other international organisms – like IDB) it seeks to be strengthened as non-state actor in the international system. For its members, the network consolidation as international player is strengthened by transnationalism (VILLA, 2001).

During Rio 92, NGOs found a prosperous scenario and they were introduced along with official players to discuss global environmental agendas. In this favorable context emerged CEMPRE BRASIL, conceived in NGOs Forum in Rio 92, after the meeting with environmental experts that participated in the event. It was the starting point, after twenty years, for the emergence of other NGOs across the world and in network, with GARSD name. After 20 years, at Rio + 20, GARSD network was present in the Social Forum presenting its actions and its members' evolution. That is, with regard to urban solid wastes and their management with social inclusion, CEMPRE Brasil became a centralizing reference that resulted in GARSD.

The GARSD seeks to participate in large world events of the international environmental order. Similar organizations, like Greenpeace, World Wildlife Fund (WWF) and Nature Conservancy (TNC) as contextualized by Diegues (2008) and Marzochi (2013) became expressive players in international environmental events. GARSD clearly expresses this goal of becoming reference in urban solid waste management with social inclusion.

As states Castells (1999) technological networks for dissemination of information, culture, processes and other appropriate interests are present in the world today. Therefore, emerges the "society in



network that originated by the end of the 60s and mid 70s [...] where actors like environmentalists would be elements of this age” (Castells, 1999, p. 412). So, the correlation to be made in this direction is that the creation of electronic publications and page reaffirms that environmentalists use technological networks to increase the number of individuals to follow and legitimate their convictions. More than that, they articulate in periodical meetings where they establish forms of action by means of exchange of experiences and applied techniques that were successful, in GARSD case, involving recycled material waste pickers based on the experience developed in Brazil, supported by the National Policy for Solid Wastes (Brasil, 2010). Later, other experiences were included, like, for example, those by TIMPSE (Thailand) and RECICLAME (Peru).

GARSD’s political action, that is, speeches expressed in publications and through its components, are legitimated by means of different insertions, such as: forums, advertising campaigns, publications, selective collection projects with civil society and encouragement of recycling by organizing waste pickers’ cooperatives with job opportunities for population groups. Among them, programs like the first job and other programs turned to elderly, women and disabled persons can be mentioned, as characterized by Tamiko (2009). However, such ‘political action’ is validated when these socio-environmental NGOs are transformed, as described by Herculano (2000), into legal forms institutionalized by the State in favor of social rights.

On the other hand, it is necessary to acknowledge that non-governmental organizations, for being maintained by the “financing of their projects sometimes by the public sector, other times by the private sector or by both” (Herculano, 2000, p.1, translated) end up by keeping relations with neoliberal policies and projects. That would be, in Hardt e Negri (2001, p. 332) words “the community face of neoliberalism”. Thus, these actors are multifaceted. While presenting themselves as “non-governmental”, they are positioned, many times, alongside private interests. GARSD is kept as non-governmental organization with resources financed by the private sector and some of its members established this type of relations with public institutions.

As already explained, it is understood that networks are geopolitical formations with hierarchies defined and/or flexible according to the interests of their players in order to share power. Networks, as described by Raffestin (1993, p.39; 204) are “instruments for obtention of territorial powers”. The network established among GARSD members aims at being an instrument to obtain territorial insertions and powers in public policies’ agendas turned to the management of solid wastes in the countries where they operate.

GARSD, like other NGO networks, is not positioned in face of more polemic socio-environmental issues. As states Haesbaert (2004, p.280) they seek to “ensure with their actions the construction and/or control of flows and networks creating symbolic references in spaces and so, territorializing” (translated). However, we should emphasize the importance of analyzing the themes that these groups address, and at the same time verify their financiers and other peers within international cooperation, which can, jointly, multiply their speeches. GARSD establishes rules according to what it defends, a task that results from external financing whose main source is the private sector.

## **6 FINAL CONSIDERATIONS**

International cooperation is the outcome of a convergence of interests, even being asymmetrical interests. Where it involves local actors based on general guidelines, an influence network can be established that transcends the initial objective of local and national actors.

While presenting itself as articulator of NGOs that operate with management of urban solid wastes in countries across the world, GARSD network ends up by establishing a new reference in waste management. It was associated to social inclusion by incorporating workers who collect and separate the material.

But the network seeks to increase its influence. The speech produced by GARSD is turned to the intervention in the management of solid wastes internationally. Its members seek to execute roles in the public sphere of the network countries. Due to that, they seek to influence public policies turned to the establishment of their intentions in territories.

The civil society, while relating to NGOs, poses to these subjects the urgency of the solution to their socio-environmental demands. However, the organizations' actions do not necessarily have this purpose. This mismatch can render difficult the implementation of important proposals and show that, after all, it is a rhetorical exercise, without tangible advances, many times due to several types of restrictions, from financiers, or from the State. Nevertheless, the engagement of recycled material waste pickers increased, which led to more social insertion of this population segment.

## NOTES

1. The debate on eco-efficiency involves precepts like ecological modernization, green capitalism and ecology of results. This set of possibilities is very criticized by approaches involving political ecology, environmental justice and critical socio-environmental theories, among others. To deepen this debate, see, among others, Gorz and Bosquet (1978), Jacobi (2003), Lipietz (2003), Martinez Alier (2007), Burns and Lemoyne (2007), Acsehrad, Mello and Bezerra (2009), Moreno Jiménez (2010), Veiga (2010), Ribeiro (2010), Abramovay (2012), Cavalcanti (2012), Naoufal (2016) and Swyngedouw (2019).

2. Available on: < <https://pt.scribd.com/document/63260754/Guidelines-for-Establishing-Solid-Waste-Recovery-Organization-Guidelines-in-Emerging-Countries-DRAFT-2-12-10> >. Access on Sept 05 2019.

3. See the network electronic page at the address: [www.garsd.org](http://www.garsd.org). Access on Sept 05 2019.

## REFERENCES

ABRAMOVAY, Ricardo. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Editora Abril, 2012.

ACSELRAD, Henri., MELLO, Cecília e BEZERRA, Gustavo. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ARON, Raymond. **Paz e guerra entre as nações**. Brasília:IPRI/FUNAG, 2002.

BOBBIO, Norberto. et. al. **Dicionário de Política**. Brasília: UNB, 1995.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **Pesquisa Participante**. São Paulo: Brasiliense, 1988.

BRANISLAV, Gosovic. The resurgence of South–South cooperation, **Third World Quarterly**, 37:4, 733-743, 2016. Available on: DOI: <10.1080/01436597.2015.1127155>. Access on: Sept 05 2019.

BRASIL, RIO 92. **Meio Ambiente e Desenvolvimento - Uma Visão das ONGs e dos Movimentos Sociais Brasileiros**. Fórum de ONGs Brasileiras preparatório para a Conferência da Sociedade Civil sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. (2010). Presidência da República. Lei número 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_-03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_-03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm) >. Acesso em: 05 de set.de 2019.

BULKELEY, Harriet. Reconfiguring environmental governance: towards a politics of scales and networks. **Political Geography**,v. 24,p. 875-902,2005.

BURNS, Thomas J.; LEMOYNE, Terri. Como os movimentos ambientalistas podem ser mais eficazes: priorizando temas ambientais no discurso político. **Ambient. soc.**, Campinas, v.10, n.2, p.61-82, Dec. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2007000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 de set. de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200005>

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1999, vol.1.

CEMPRE e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) realizam evento para promoção do modelo brasileiro de reciclagem. **Cempre Informa**, 16.out. 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/imprensa/id/1/cempre-e-banco-interamericano-de-desenvolvimento--bid--realizam-evento-para-prom>> . Acesso em: 05 de set.de 2019.

CAVALCANTI, Clóvis. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos avançados**, 2012, vol.26, n.74, pp. 35-50 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100004>>. Acesso em: 05 de set.de2019.

CONCA, Ken., DABELKO, Geoffrey. The problems and possibilities of environmental peacemaking, in: **Environmental peacemaking**, edited by: Conca, K. and Dabelko, G., John Hopkins University Press, Baltimore, 220–233, 2002.

DAVIES, Thomas. Richard. Understanding non-governmental organizations in world politics: The promise and pitfalls of the early ‘science of internationalism.’ **European Journal of International Relations**, 23(4), 884 905, 2017. Available on: <<https://doi.org/10.1177/1354066116679243>>. Access on: Sept 04 2019.

Diegues, Antonio. **A ecologia política das grandes ONGs transnacionais conservacionistas**. São Paulo: NUPAB. Universidade de São Paulo, 2008.

GLOBAL ALLIANCE FOR RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Guidelines for Establishing Solid Waste Recovery Organizations in Emerging Countries**.. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/63260754/Guidelines-for-Establishing-Solid-Waste-Recovery-Organization-Guidelines-in-Emerging-Countries-DRAFT-2-12-10>> . Acesso em : 05 de set. De 2019.

GLOBAL ALLIANCE FOR RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. GARSD. **Guidelines to set waste picker cooperatives**. São Paulo: Neuron Design, 2011.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara. Lopes.Francelino.; SANTOS, Maria. Cecília. Loschiavo . A inserção dos catadores no Campo da Indústria de Reciclagem: uma análise comparada de duas experiências de Redes de Economia Solidária. In: Sonia Maria Flores Giancesella; Pedro Roberto Jacobi. (Org.). **A sustentabilidade socioambiental: diversidade e cooperação**. 1ed.São Paulo: Annablume Editora, 2012, v. 1, p. 98-120.

GORZ, André., BOSQUET, Michel. **Ecologie et politique**. Paris : Seuil, 1978.

HARDT, Michael., NEGRI, Antonio. **Império**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

HAESBAERT, Rogério. **O mito da desterritorialização: fim dos territórios a multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HERCULANO, Selene. **ONGs e movimentos sociais: a questão de novos sujeitos políticos para a sustentabilidade**. **Revista Meio Ambiente: questões conceituais**, p.123-155,2000.

JACOBI, Pedro Roberto. Movimento ambientalista no Brasil. In: Wagner Costa Ribeiro. (Org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Edusp, 2003, p. 519-543.

KAZA, S. et al. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 Urban Development Series**. International Bank for reconstruction and development. The world bank. 2018. Available on < <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2174> >. Access on: March 27 2019.

KEOHANE, Robert. O., NYE, Joseph. **Power and Interdependence**. New York: Longman;, 2001.

LIPIETZ, Alain. **Ecologie politique**. Paris : La Decouverte, 2003.

MARTINEZ ALIER, Joan. **The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation**. Massachusetts: Edward Elgar Publishing, 2002.

MARZOCHI, Samira. **GREENPEACE: mundialização e política**. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2013.

MORENO JIMÉNEZ, Antonio. Justicia ambiental. Del concepto a la aplicación en análisis de políticas y planificación territoriales. **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de marzo de 2010, vol. XIV, nº 316. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-316.html>>. Acesso em: 05 de set. de 2019.

NAOUFAL, Nayla. (2016). Connexions entre la justice environnementale, l'écologisme populaire et l'écocitoyenneté. **[Vertigo] La revue électronique en sciences de l'environnement**, 2016, vol. 16, nº1. Disponível em: < <https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2016-v16-n1-vertigo02678/1037574ar/>> Acesso em: 05. de set. de 2019.

OLIVEIRA, Rafael Santos de; WEBER, Catiane Trevisan. Atuação das organizações não-governamentais ambientalistas: uma perspectiva internacional. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, X, n. 40, abr. 2007. 09. out. 2018. Disponível em: <[http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=1733&revista\\_caderno=5](http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1733&revista_caderno=5)>. Acesso em: 05 de set. de 2019

OUTHWAITE, William., BOTTOMORE, Tom. **Dicionário do pensamento social do Século XX**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma Geografia do Poder**. São Paulo : Ática, 1993.

RIBEIRO, Wagner Costa. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 2001.

\_\_\_\_\_. Teorias socioambientais: em busca de uma nova sociedade. **Estudos. Avançados**, São Paulo , v. 24, n. 68, p. 9-13, 2010 . Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142010000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 set. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100003>.

ROGGERO, Marília Araujo; ZIGLIO, Luciana. et.al. Vulnerabilidade socioambiental, análise de situação de saúde e indicadores: implicações na qualidade de vida no município de São Paulo, **Confins**, [online], 36 | 2018 Disponível em: <DOI : 10.4000/confins.13774>. Acesso em: 05. de set. de 2019.

SEVERINO, Joaquim Antonio. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, ed.22, 2002.

SIKKINK, Kathryn. et.al. New actor and new forces: transnational activist networks. **International Politics: enduring concepts a contemporary issue**. Londres: Pearson Longman, 2005.

SWYNGEDOUW, Erik. The Anthro(Obs)cene. Antipode (Editors). **Keywords in Radical Geography: Antipode at 50**. The Authors/Antipode Foundation Ltd. Published by John Wiley & Sons Ltd., 2019.

TAMIKO, Tsuru. Desemprego em massa, condições de vida e procura por trabalho: uma experiência japonesa. **Trabalho Flexível, Empregos Precários**. GUIMARÃES, Nadya Araújo; HIRATA, Helena; SUGITA, Kurumi (orgs.) São Paulo: EDUSP, pp. 233-270, 2009.

TATIM, Denise., DIEHL, Astor. **Pesquisa em Ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 168p.

UMBERTO, Eco. **Como se fazer uma tese**. São Paulo: Perspectiva, 1985.

VEIGA, José Eli da . **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor**. São Paulo: SENAC, 2010.

VILLA, Rafael Duarte. Formas de influência das ONGs na política internacional contemporânea. **Revista de sociologia e política**, Curitiba, n. 012, jun. 1999. 09. out. 2018. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/rsp/article/view/39261>>. Acesso em: 05 de set. de 2019.

VILLA, Rafael Duarte. A construção de um sistema internacional policêntrico: atores estatais e não-estatais societais no pós-guerra fria. **Revista Cena Internacional**, Brasília, n. 2, p 65-87, dez. 2001.



# Redes socioambientais e a cooperação internacional: Global Alliance for Recycling and Sustainable Development- GARSD

*Socioenvironmental networks and international cooperation: The Global Alliance for Recycling and Sustainable Development - GARSD*

Luciana Aparecida Iotti Ziglio<sup>a</sup>

Wagner Costa Ribeiro<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Pós-Doutoranda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH/USP, Doutora em Geografia Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil  
End. Eletrônico: lziglio@yahoo.com.br

<sup>b</sup>Professor Titular em Geografia Humana, Universidade de São Paulo  
Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
São Paulo, SP, Brasil  
End. Eletrônico: wribeiro@usp.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019.19328

Received: 18/11/2018

Accepted: 26/09/2019

ARTICLE- VARIA

## RESUMO

Durante as últimas décadas, surgiram redes de organizações não governamentais que se dedicam aos temas socioambientais. O envolvimento dessas redes com a esfera internacional ocasiona novas abordagens para a cooperação internacional. Apresentar o conceito de cooperação internacional e a rede socioambiental Global Alliance for Recycling and Sustainable Development – GARSD é o objetivo deste artigo. A GARSD é resultado da coalização de organizações não governamentais dedicadas à promoção da reciclagem de resíduos sólidos urbanos. O artigo é o resultado de pesquisa realizada em processo de doutoramento, que utilizou como procedimentos metodológicos a análise documental, pesquisa participante e a coleta de dados de abordagem qualitativa. Conclusivamente, torna-se inerente analisar as atuações desses atores não estatais diante das relações de cooperação internacional estabelecidas entre Estados Nacionais na possibilidade de (re)criação de arranjos político-territoriais como a construção de redes entre os diversos atores, especialmente nos temas socioambientais.

Palavras-Chave: Organizações não governamentais. Cooperação internacional. Estados Nacionais. Redes Socioambientais. GARSD.

## ABSTRACT

*Networks of nongovernmental organizations dedicated to socioenvironmental issues have emerged in recent decades. The involvement of these networks in the international sphere has enabled new approaches to international cooperation. This article introduces the concept of international cooperation*

*and the Global Alliance for Recycling and Sustainable Development (GARSD), a socioenvironmental network created by a coalition of NGOs dedicated to promoting recycling of municipal solid waste. This article is the result of a doctoral study conducted using documentary analysis, participant observation and other qualitative data collection methods. The study conclusively finds that it is necessary to analyze the work of these nonstate actors within the context of international cooperation between nation states and the possibility of (re)creating political-territorial arrangements, such as networks comprising a variety of actors especially geared towards socioenvironmental issues.*

*Keywords: Non-governmental organizations. International cooperation. National States. Socioenvironmental Networks. GARSD.*

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas os Estados Nacionais, detentores de capacidade jurídica no âmbito do Direito Internacional Público, articularam propostas pela busca de um ambiente sustentável. O objetivo é propiciar um ambiente saudável para as sociedades, o que perpassa por questões relacionadas à disponibilidade hídrica com qualidade, poluição do ar e gestão dos resíduos sólidos urbanos, entre outros aspectos.

Com o aumento do consumo, a gestão dos resíduos sólidos urbanos torna-se um enorme desafio. Dados do Banco Mundial (KAZA et al., 2018, p.17) apontam que sua produção no mundo, em 2016, foi da ordem de 2.1 bilhões de toneladas. Para 2050, a instituição projeta 3.4 bilhões de toneladas. Diante desse quadro, é preciso avançar em pesquisas e em reuniões internacionais para cenários que estimulem a não geração e gestão adequada dos resíduos.

Conferências internacionais ambientais, como a Rio 92 (1992) e a Rio + 20 (2012), reuniram chefes de Estados, intelectuais, representantes de centros de pesquisas universitários, ambientalistas, imprensa, organizações não governamentais (ONGs) e membros da sociedade civil para debater temas, como conservação ambiental, mudanças climáticas, desertificação, resíduos sólidos, entre outros. Tais reuniões aglutinaram participantes em sessões oficiais e, simultaneamente, em fóruns paralelos, com destaque para movimentos socioambientais e representantes da sociedade civil.

A partir de 1992, esferas da sociedade reuniram-se e pronunciaram-se diante de temas socioambientais por meio de atores não estatais de diversos países. Aos poucos, “as ONGs e suas relações internacionais foram um importante elemento para colocar a sociedade mundial e, particularmente, a brasileira, em compasso com as novas complexidades e seus paradigmas” (OLIVEIRA, et al., 2007, p.1).

O papel cada vez mais destacado de ONGs, em especial as que atuam em temas socioambientais, é uma das justificativas deste artigo. Por meio da cooperação internacional, elas influenciam os Estados para a criação e a ratificação de tratados internacionais sobre questões socioambientais na busca da implementação do Direito Internacional Público. Porém, como alerta Diegues (2008), ainda que contribuam para aprofundar as relações de cooperação internacional com suas ações socioambientais em diversas localidades, é conveniente o monitoramento e a fiscalização das intervenções praticadas por esses atores não estatais, visto que, em muitos casos, atuam onde o estado não se faz presente.

Discutir a cooperação internacional associada às redes de atores não estatais para a temática socioambiental exige repensar as agendas dos Estados e, concomitantemente, estabelecer novas leituras para as relações entre Estado e sociedade. Além disso, a proliferação de redes de ONGs indica não apenas um vetor quantitativo, mas, também, exige que se avalie qualitativamente o alcance das ações dessas organizações. Não se trata de avaliar seu desempenho enquanto agente isolado, mas, sim, sua capilaridade e inserção na sociedade, com destaque para temas que o estado não enfrentou com a devida premência.

Este artigo visa tratar de uma rede específica, a *Global Alliance for Recycling and Sustainable Development* (GARSD), que surgiu a partir da cooperação internacional para a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Com suas ações socioambientais, a rede busca amplificar seu discurso e, simultaneamente, estabelecer-se como um ator não estatal de destaque na cooperação internacional com os Estados.

Voltada à gestão dos resíduos sólidos urbanos por meio de práticas que estimulem a reciclagem, a GARSD busca enfrentar um dos mais sérios problemas contemporâneos: o aumento dos índices de geração de lixo. Dados do Banco Mundial (KAZA et al., 2018, p. 3) demonstram o acréscimo da produção mundial entre 19% a 40% para os próximos anos. Esse incremento está diretamente associado aos valores de renda per capita dos países. A rede atua em países que, segundo as projeções do Banco Mundial (KAZA et al., 2018, p. 3), podem apresentar uma elevação de até 40% da geração de resíduos sólidos até 2050. Brasil, Argentina, México e África do Sul podem ter um crescimento de 15% a 20%, enquanto que para a Tailândia projeta-se um aumento da ordem de 30% para 2050.

Dados dessa mesma instituição apontam que os índices de reciclagem e compostagem mundiais chegam a 19% do total gerado, e a disposição final em lixões alcança 33% do total dos resíduos sólidos urbanos. Os países envolvidos pelas ONGs da GARSD apresentam índices de reciclagem abaixo de 15% sobre o total de resíduos produzidos. Em contrapartida, a destinação final em lixões apresenta valores bem acima da média mundial (KAZA et al., 2018, p. 5).

Cabe ainda destacar que tal destinação final de resíduos sólidos em lixões provoca o deslocamento de indivíduos para esses locais gerando a criação de um garimpo do lixo. Isso porque, para essas populações, é a forma de garantir renda mesmo em vulnerabilidade socioambiental (DIAS, 2012; ROGGERO, 2018). Dados do Banco Mundial afirmam que grandes cidades latino-americanas possuem em média 4 mil catadores de materiais recicláveis em atividade (KAZA et al., 2018, p. 55). A GARSD situa-se em oito países, dos quais seis são latino-americanos.

O objetivo central do texto é apontar como a criação da GARSD mostrou-se uma alternativa à gestão de resíduos sólidos para algumas metrópoles. Para tal, o artigo apresenta a seguinte estrutura: introdução, procedimentos metodológicos, aportes teóricos sobre cooperação internacional e organização não governamental, história da rede GARSD acompanhada das análises contemporâneas sobre o tema e, por fim, considerações finais.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo resulta de uma pesquisa de doutoramento de abordagem monográfica, contemporânea, fenomenológica e participativa.

Entende-se por monográfica de acordo com Eco (1985, p.10) por definir “a abordagem de um só tema e versar sobre sua descrição e comportamento”. Essa ideia é complementada por Severino (1996, p.150), que define a monografia pela “abordagem de um único tema, que exige pesquisa própria na área científica em que se situa, como os instrumentos metodológicos específicos”. Portanto, é visto como monográfico por apresentar o surgimento de redes socioambientais, com especificidade para a GARSD.

Um tema é considerado contemporâneo quando está em permanente construção, tal qual ocorre com a rede de ONGs analisada neste artigo. Como afirma Eco (1985, p.13), “o tema contemporâneo é sempre mais difícil. [...] geralmente existe uma bibliografia mais reduzida [...]”. Compreende-se, portanto, por contemporâneo por discutir um tema da maior relevância: a gestão dos resíduos sólidos urbanos. Além disso, analisa as primeiras manifestações da rede, seu surgimento e desafios iniciais enquanto rede socioambiental.

De acordo com Diehl e Tatim (2004, p. 50), conceitua-se uma pesquisa como fenomenológica quando “preocupa-se com a descrição direta da experiência tal como ela é”. Esse procedimento de pesquisa foi usado para apresentação da rede.

A pesquisa participante também foi usada no estudo. Ela é descrita por Brandão (1988, p.34) como “aprendendo a fazer a pesquisa melhor através da ação, através da pesquisa participante”. O envolvimento da autora com a rede permitiu observar diretamente informações e relatos que resultaram em materiais dispostos em mídias eletrônicas e impressas da rede GARSD. Ela também participou de reuniões organizadas pela rede na qualidade de assessora técnica.

Para dar suporte à pesquisa participante, foi usada a abordagem qualitativa. Conceitua-se essa abordagem de acordo com Tatim et al. (2004, p.52):

- os dados são coletados preferencialmente nos contextos em que os fenômenos são construídos;
- a análise dos dados é desenvolvida, de preferência, no decorrer do processo de levantamento deles;
- os estudos apresentam-se em forma descritiva, com enfoque na compreensão e na interpretação à luz dos significados dos próprios sujeitos e de outras referências afins da literatura;
- a teoria é construída por meio da análise dos dados empíricos para posteriormente ser aperfeiçoada com a leitura de outros autores;
- a interação entre pesquisador e pesquisado é fundamental, razão pela qual se exige do pesquisador aperfeiçoamento em técnicas relacionadas ao objeto.

Por fim, agregaram-se análises documentais por meio da revisão da literatura encontrada em livros e artigos de pesquisadores de referência no universo das ciências humanas, especialmente da Geografia, Relações Internacionais e Ciências Sociais, para analisar as definições de ONGs, redes e cooperação internacional.

### 3 COOPERAÇÃO INTERNACIONAL E ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS

Nas últimas décadas, nota-se gradativamente o aumento da assinatura de tratados internacionais e criação de programas de estímulo à cooperação em suas múltiplas formas: econômicas, ambientais, técnicas e científicas. Muitas dessas relações, segundo Gosovic (2016), são realizadas entre países do hemisfério norte com o sul. Assim, para compreender esse cenário atual de relações, é preciso rever a noção de cooperação internacional, quem são os atores envolvidos, quais meios e objetivos por eles escolhidos.

Tem-se como premissa inicial que os países são os principais atores das relações internacionais para as resoluções dos impasses mundiais. Entretanto, esse cenário recentemente recebe a inclusão de outros atores internacionais como as ONGs. Para os autores da tradição geopolítica do realismo político, a cooperação é vista para assegurar a ordem do sistema de Estados Nacionais fundados sobre os princípios da soberania, já que a inexistência de uma autoridade acima dos Estados faz com que cada um seja responsável por sua própria sobrevivência. Desse modo, como caracterizou Aron (2002, p.54), “os Estados emitem as regras destinadas a assegurar suas aspirações”. As relações internacionais e a cooperação são utilizadas para a manutenção da soberania dos Estados.

Na matriz teórica do realismo político, os Estados Nacionais são os atores que canalizam, bloqueiam e controlam as ações econômicas, sociais e ambientais no cenário internacional. Dessa forma, não existe a necessidade de cooperar com atores não estatais, que não são incluídos no contexto de relações interestatais. É notório, segundo Villa (1999, p.22), que “os atores estatais no plano internacional servem-se de meios violentos (coerção) e não violentos (consenso) para ter sucesso nos desejos exprimidos por suas vontades”. Em outras palavras, expressas por Villa (1999, p.23), “serve-se de boas armas e boas leis”. Na perspectiva do realismo, uma ONG traduz a expressão do controle estatal nas ações sobre o território apenas quando ela possui legitimação jurídica, que é definida pelo Estado.

Nessa concepção, a cooperação internacional é uma tarefa do Estado e às ONGs caberia um papel secundário, restrito ao interior do território nacional desde que em acordo com os interesses definidos pelo poder soberano.

As teorias das relações internacionais definem a cooperação internacional como um princípio que caminha em direção oposta ao conflito. Como aponta Outhwaite (1996, p.119), “pode-se dizer que dois ou mais agentes cooperam quando se empenham num empreendimento conjunto para cujo resultado são necessárias as ações de ambos”.

Para que a cooperação ocorra, é necessário que existam objetivos comuns entre os Estados Nacionais em determinados momentos, porém, outros interesses podem interferir no processo de cooperação. Assim, afirma Bobbio (1995, p.287) que “os Estados realizam a cooperação para que esta associação represente seus interesses e atividades, através da solidariedade às fórmulas de colaboração, pois daí pode derivar a remoção ou a neutralização dos elementos de conflito”. Porém, os Estados também se preocupam em garantir a sua soberania quando assumem compromissos internacionais para que não haja intervenção em seus assuntos internos.

A teoria da interdependência examina, além da cooperação, o fenômeno do transnacionalismo, isto é, o surgimento de novos atores não estatais atuando para além das fronteiras estatais. Para Nye e Keohane (2001), a interdependência entre os atores no sistema internacional aumentaria a cooperação. Contudo, essa interdependência não é simétrica e, sim, complexa. Ela estabelece as diferenças de poder entre os atores e está presente nos acordos de cooperação e, para que ocorra, pode até ocasionar tensões antes de sua concretização. Desse modo, como afirmado por Keohane et al.:

[...] interdependência, de forma geral, significa mútua dependência. Interdependência no mundo político refere-se às situações caracterizadas por reciprocidades entre países ou atores de diferentes países. [...] Os efeitos dessas transações na interdependência dependerão dos limites ou custos associados (KEOHANE et al., 2001, p.7, tradução dos autores).

Ainda em Keohane et al. (2001), apresentam-se aspectos fundamentais da interdependência complexa:

A existência de múltiplos canais conectando as sociedades; a ausência de hierarquia entre os múltiplos temas da agenda internacional; (...). Os múltiplos canais, que têm conectado as sociedades, podem ser formais ou informais e entre Estados, agências governamentais e atores transnacionais chamados de organizações não governamentais (KEOHANE et al., 2001, p.21, traduzido pelos autores).

A emergência de novos atores não estatais, como as ONGs, proporciona novas questões para a cooperação internacional e questiona o paradigma clássico realista. A cooperação entre atores não estatais em diferentes países aponta para a cooperação transnacional e sua relação com os Estados Nacionais. Uma relação transnacional é aquela que transcende a fronteira dos Estados e que envolve diversos atores, inclusive não estatais, como as ONGs. Nos termos de Villa (2001, p. 83), “assim se considera, então, a prática concreta das relações transnacionais e as interações destas com os planos interestatais e supranacionais”.

A cooperação internacional apresenta-se, portanto, diferente da visão realista – como um processo aberto, descentralizado, não linear, que pode ter um impacto de transformação nos atores e no funcionamento do sistema internacional, mas ainda com a predominância da figura dos Estados Nacionais nessas relações de compartilhamento (Sikkink, 2005).

Portanto, a definição de cooperação apresenta-se para além da concepção tradicional da teoria do realismo político. Além dos aspectos já apontados, ela sofre influência de fatores domésticos e internacionais, podendo causar transformações nos atores e no sistema internacional afetando a



predominância dos Estados Nacionais, já que os atores envolvidos não são somente países. Partindo dessa concepção, a cooperação internacional deve ser analisada também em arenas de discussões de atores não estatais, tal como ocorre com a GARSD. Nesses termos, cooperar significa para as ONGs uma nova compreensão da realidade e dos processos políticos, em que não se tem mais lugar para um sujeito histórico unificado, mas para múltiplos atores que expressam uma diversidade de identidades e um pluralismo que enriquece a abordagem das questões ambientais (Bulkeley, 2005; CONCA et al., 2002).

Nessa perspectiva, a cooperação internacional possibilita a inserção de novos atores não estatais, como as ONGs, na dinâmica das relações com os Estados. Entende-se, portanto, que as ONGs socioambientais internacionais são formas de organização social, constituída de sujeitos políticos, que reinventam o “fazer político” para além da relação Estado e sociedade.

O “fazer político” das ONGs pode contribuir para cooperar e/ou contestar, na dimensão nacional ou internacional, os direitos sociais. As ONGs socioambientais internacionais, como caracteriza Herculano (2000, p.1), “são formas jurídicas institucionalizadas pelos Estados, mantidas pelo setor privado, público ou por ambos, com participação da sociedade que se organizam em torno dos chamados direitos sociais”.

O direito social poderá ser, por exemplo, a busca de um ambiente saudável para as populações que vivem em uma determinada área do território de um país. Esse direito social é também um direito socioambiental, entendido como aquele que permite ao ser reproduzir-se dignamente como indivíduo e enquanto membro de uma coletividade, que expressa valores e cultura práticas socialmente determinadas em um lugar dotado de atributos naturais ou produzidos pelo trabalho, ou seja, nos termos da ordem ambiental internacional (RIBEIRO, 2001), a cooperação internacional é fundamental. Esse conjunto de tratados internacionais encontra-se em construção e só ganha relevância por meio de ações concretas, muitas das quais acabam sendo implementadas por ONGs, estejam ou não atuando em rede.

Advoga-se aqui que o conceito de cooperação internacional deve avançar para contemplar a riqueza de atores e considerar, para maior amplitude da análise do sistema internacional, a dinâmica de movimento que as redes por eles criadas proporcionam, especialmente para as questões socioambientais.

## **4 AS ORGANIZAÇÕES NÃO GOVERNAMENTAIS E AS REDES SOCIOAMBIENTAIS**

A denominação em inglês Non-Governmental Organizations (NGOs) foi utilizada pela primeira vez nas Nações Unidas em 1950 para referir-se às organizações que atuam em nível supra e internacional, e que não foram estabelecidas por acordos governamentais. Essas organizações não eram vistas como atores relevantes para os estudos de cooperação internacional. Davies (2014, p.885) afirma que “tal definição negligencia uma extensa história de literatura sobre organizações internacionais privadas” atuantes muito antes da criação das Nações Unidas, desde anos anteriores à Primeira Guerra Mundial (1914-1918).

Porém, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Cnumad), também conhecida como Rio 92 por ter sido sediada no Rio de Janeiro em 1992, a simultaneidade das reuniões dos chefes de Estado com o Fórum das ONGs resultou em maior visibilidade para as pautas dos atores não estatais, outra definição clássica atribuída às ONGs. Naquela Conferência, pela primeira vez em reuniões da ONU, as ONGs puderam integrar a delegação oficial de países (RIBEIRO, 2001). Foi naquele momento que a definição de ONGs assumiu uma nova dimensão. Conforme o documento preparatório do Fórum das ONGs e movimentos sociais para o meio ambiente e o desenvolvimento:

As ONGs são espaços públicos por fora da esfera do Estado, responsáveis pela instituição de novos valores, normas e padrões de comportamento que questionam profundamente o atual modelo de desenvolvimento e que por isso são hoje, talvez, os atores potencialmente mais capazes de romper com a lógica individualista e predatória (BRASIL, 1992, s.p.).

De acordo com Castells (1999), a complexidade de relações, no atual modelo de desenvolvimento, é consequência do avanço da globalização, que gerou o desenvolvimento de redes para a difusão de informação, cultura, processos produtivos, entre outros aspectos. Muitas redes podem envolver organizações não governamentais ou serem formadas exclusivamente por elas, como é o caso da GARSD.

Portanto, as ONGs, ora apoiadas pelo setor privado, ora pelo Estado ou ainda pelos dois, constroem redes pelo mundo, lutando por suas aspirações. Esses atores manifestam-se com objetivos socioambientais diversos que vão desde o desenvolvimento econômico local, às ações relacionadas aos direitos sociais e à proteção ambiental. Tal diversidade pulveriza muitas vezes os esforços, que podem ser catalisados em uma rede, o que, além de dar mais visibilidade às demandas e lutas, pode também reunir esforços e recursos, otimizando os resultados.

As redes de ONGs dedicadas às temáticas ambientais afirmam como alternativa à lógica predatória do uso dos recursos naturais, a conservação ou a restauração do ambiente danificado e a aplicação da teoria da ecoeficiência<sup>1</sup>, entre outras possibilidades. Nessa proposta, os seus adeptos “preocupam-se com os impactos da produção de bens e com o manejo sustentável dos recursos naturais e não tanto pela perda dos atrativos da natureza ou dos seus valores intrínsecos” (MARTINEZ-ALIER, 2007, p. 26). Esse perfil de ONG busca a preservação ambiental com a participação social, por meio do uso de instrumentos tecnológicos e com a difusão de informações de educação ambiental, por exemplo.

Já as redes de ONGs direcionadas para ações de desenvolvimento econômico e social também criam projetos com vistas à geração de renda e diminuição dos índices de população excluída do mercado de trabalho. Surgem, assim, programas que atraem, por exemplo, jovens na busca do primeiro emprego, idosos, mulheres e pessoas portadoras de necessidades especiais. Isso porque as relações econômicas empresariais não os escolhem como seus primeiros candidatos e, como caracteriza Tamiko, o desemprego preferencialmente seleciona esses públicos, uma vez que:

[...] ao lado do problema do desemprego de jovens, não se pode negligenciar a dificuldade de inserção das pessoas de meia-idade e idosas no mercado de trabalho [...]. Quanto ao emprego “experimental”, as empresas evitam os candidatos idosos, temendo a obrigatoriedade de lhes conceder um posto regular (TAMIKO, 2009, p.239).

Desse modo, as ONGs, acentuadamente a partir dos anos de 1990, apresentavam em escala nacional e internacional, e por meio de suas redes, projetos que visavam colaborar para o desenvolvimento econômico. Tais inserções permitiram relações mais próximas com as esferas públicas e privadas dedicadas ao tema. A questão ambiental também seguiu esse modelo. ONGs articuladas em redes podem controlar e domesticar os espaços públicos e parcelas populacionais excluídas, como descrito por Raffestin quando analisa o território:

Domesticar é, portanto, encerrar em uma rede, numa malha em que todas as partes estão debaixo do olhar [...]. As redes fazem e desfazem as prisões do espaço tornado território: tanto libera como aprisiona, pois ela seria um instrumento para a obtenção do poder (RAFFESTIN, 1993, p.39; 204).

Por seu turno, Haesbaert (2004, p.280) conceitua a vivência em redes ao afirmar que “territorializar hoje significa também construir e/ou controlar fluxos e redes e criar referenciais simbólicos num espaço em movimento, no e pelo movimento”. Com essa premissa, uma rede de ONGs empreende uma territorialidade que, se não concorre com o Estado, transcende seu território pela permeabilidade que alcança, em especial quando se espalha por diversos países, como é o caso da GARSD.

Portanto, observar os movimentos dessas redes permite rever a dinâmica da cooperação internacional e a articulação de poderes entre os atores que ela engendra, especialmente entre ONGs e Estados, bem como, e principalmente, do “fazer político” entre ambos, revelando-se em (re)criação de arranjos político-territoriais.

## 5 A REDE SOCIOAMBIENTAL INTERNACIONAL GLOBAL ALLIANCE FOR RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: GARSD

A GARSD é uma rede socioambiental internacional, criada em 2007, que resulta da cooperação de ONGs sediadas em diversos países. Seu núcleo inicial envolveu os seguintes países e ONGs: Brasil – Compromisso Empresarial para Reciclagem (Cempre); Tailândia – *Thailand Institute of Packaging Management for Sustainable Environment* (Timpse); Uruguai – *Compromiso Empresarial para el Reciclaje* (Cempre – Uruguai) e México – *Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de Resíduos A.C.* (Sustenta).

O objetivo principal da rede é o estímulo à reciclagem dos resíduos sólidos urbanos. Para concretizá-lo, tem por meta estimular práticas que promovam: a diminuição do uso da técnica de disposição final em aterros sanitários e lixões para os materiais recicláveis; o aumento das taxas de reciclagem em níveis internacionais, por meio dos projetos nacionais das ONGs que compõem a GARSD; o aumento do número de trabalhadores envolvidos com materiais recicláveis, desde a coleta até a transformação industrial. Também é de fundamental importância para alcance de seu objetivo o estabelecimento e criação de organizações não governamentais em vários países, compondo assim uma rede cada vez mais abrangente.

As organizações fundadoras com seus respectivos representantes reuniram-se pela primeira vez em São Paulo, em 2007, para estabelecer propostas para as seguintes prerrogativas: sabe-se que a geração de resíduos sólidos urbanos domiciliares assumem dimensões de escala local-global, assim, quais são os instrumentos para sua efetiva gestão? Quais atores estão envolvidos na gestão dos resíduos sólidos urbanos? Qual o papel das ONGs nesse campo de gestão?

A GARSD, para apresentar respostas às questões levantadas e garantir sua existência, iniciou o trabalho em rede, e seus componentes esforçaram-se para a criação de publicações eletrônicas, campanhas educativas e uma página na rede eletrônica de computadores que veiculassem nos meios eletrônicos seus valores.

Com o propósito de amplificar seu discurso, a GARSD edita publicações, entre as quais destacam-se: *Guidelines for establishing solid waste recovery organizations in emerging countries e Guidelines to set waste pickers cooperatives*<sup>2</sup>. A primeira, em versão eletrônica, apresenta os primeiros passos para o estabelecimento de uma organização não governamental em um país não integrante da rede. As premissas para a formação de uma organização não governamental voltada à capacitação para a gestão de resíduos sólidos consideram: localização de empresas interessadas no estímulo à reciclagem por meio de práticas executadas por ONGs; contratação de equipes técnicas que promovam projetos; bancos de dados sobre reciclagem e resíduos sólidos; e disposição em montar equipes técnicas que estabeleçam e analisem a criação de redes com múltiplos atores, destacando as esferas dos Estados. Além disso, essa publicação contém informações sobre os integrantes formadores da rede GARSD quanto a sua localização, data de fundação, principais atividades realizadas localmente, como bancos de dados de empresas recicladoras de materiais recicláveis ou breve apresentação de projetos de educação ambiental aplicados.

A segunda publicação *Guidelines to set waste picker cooperatives* é disponibilizada em formato impresso, nos idiomas inglês e espanhol. Ela tem por objetivo tornar-se uma ferramenta para a consolidação, em escala mundial, do modelo de cooperativas de catadores de materiais recicláveis na gestão dos resíduos sólidos urbanos domiciliares. Tal material, disponível para especialistas na gestão dos resíduos sólidos urbanos domiciliares, é composto por instruções técnicas e jurídicas para a criação de cooperativas de catadores. No aspecto técnico, encontram-se modelos de equipamentos para a coleta, separação e reciclagem de materiais; no campo jurídico, orientação nos mecanismos tributários, fiscais e ambientais e como eles estão sujeitos às leis nacionais. Segundo a rede GARSD, essa publicação pretende auxiliar na organização “das associações de catadores a fim de fortalecê-los para a compra e venda de recicláveis com melhores preços [...]” (GARSD, 2011, p.4). A rede ainda não conta com uma metodologia de acompanhamento da aplicação das práticas dispostas nessa publicação.

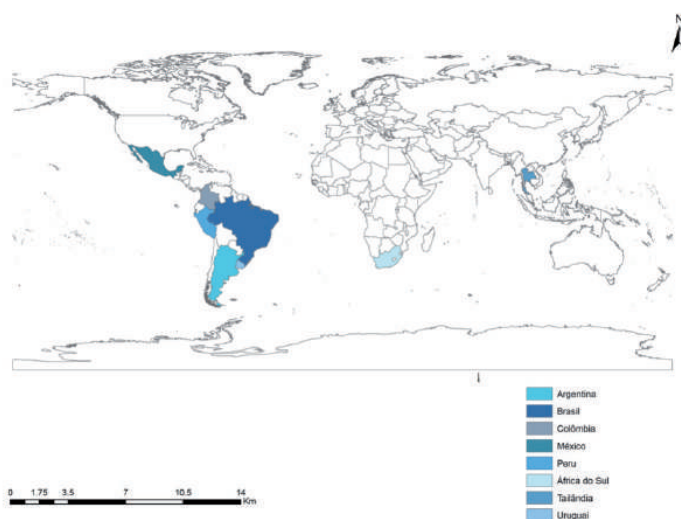
Por fim, a página na rede mundial de computadores<sup>3</sup> reúne as principais informações da GARSD, bem como o contato de cada ONG participante, o que possibilita a troca de informações com os interessados pela gestão dos resíduos sólidos urbanos domiciliares na esfera global. A página eletrônica é usada como um portal de contato com os interessados em gestão de resíduos sólidos, na perspectiva defendida pela GARSD, e visa ampliar a difusão de suas práticas, o que aumentaria sua influência neste setor.

Em relação aos encontros organizados pela GARSD, após o evento que deu origem à rede, destacam-se outras três reuniões: Tailândia (2009), Brasil (2011) e Washington (2013). Em linhas gerais, as atividades propostas nesses fóruns buscaram estabelecer diretrizes e trocas de experiências nas implementações de seus projetos nos países em que a GARSD está inserida.

No evento de 2011, realizado no Brasil, a discussão central alicerçou-se nos seguintes pilares: continuidade dos projetos relacionados à promoção da educação ambiental para o incentivo da coleta seletiva; práticas de estímulo para a organização de grupos de catadores de materiais recicláveis em todos os países integrantes; ações para a harmonização das novas propostas de criação de projetos na rede com vistas de aplicação para comunidade, governo – em suas diversas esferas – e o setor privado. Convém destacar que esses temas já haviam sido definidos pela rede no ano de 2009, em reunião realizada em Bangcoc, capital da Tailândia.

A formalização do ingresso de novas ONGs para a rede GARSD concretizou-se nesses encontros. Foram agregadas à rede, em 2011, o Compromiso Empresarial para Reciclagem Cempre Colômbia, localizada na Colômbia, a Pet Plastic Recycling South Africa (PET CO), localizada na África do Sul, e a Reciclame, localizada no Peru. O ingresso da PETCO na GARSD possibilita apresentar ao continente africano suas aspirações e projetos. Já o ingresso do Cempre Colômbia e Reciclame reforçam a presença na América Latina.

A 4ª reunião da GARSD ocorrida em Washington em 2013, em conjunto com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), debruçou-se a analisar a situação atual da gestão de resíduos sólidos nos países da América Latina e Caribe e debateu as experiências da rede, a fim de expandi-las e/ou adaptá-las para outros países integrantes. Nesse fórum, as políticas públicas de gestão dos resíduos sólidos no Brasil, a exemplo da Política Nacional de Resíduos Sólidos aprovada em 2010, mereceram destaque por ser a primeira lei aprovada entre os países integrantes da rede que continha a inclusão dos catadores de materiais recicláveis na temática em 12 de seus 57 artigos (BRASIL, 2010). Além disso, a rede apresentou propostas de projetos para o BID com vistas “à liberação de recursos para as ações de gestão de resíduos sólidos urbanos promovidas pela GARSD” (CEMPRE INFORMA, 2013, s.p.). Em 2018, a rede conta com oito membros, conforme demonstrado na Figura 1. O ingresso mais recente foi o do Cempre Argentina, em 2017.



**Figura 1 |** Países-membros da rede Global Alliance for Recycling and Sustainable Development: GARSD

Fonte: Miranda, 2018.

## 5.1 GARSD: ANÁLISES CONTEMPORÂNEAS

Constituída por ONGs consolidadas em seus países de origem, a GARSD, como ator não estatal, inicia a construção da cooperação, como afirma Sikkink (2005), em um processo aberto, descentralizado, não linear e repetitivo, a fim de atingir relações cooperativas com os Estados para legitimar sua posição e discurso no cenário internacional. O movimento de cooperação aberto e descentralizado surge com a busca de empresas interessadas em criar e manter financeiramente uma organização não governamental em um país ainda não integrante da rede GARSD. Em um movimento linear de cooperação, as instituições buscariam o ato cooperativo diretamente com o Estado. Portanto, o procedimento inicial da rede é a cooperação não linear, com os atores privados. O mecanismo de repetição pela busca de organizações privadas interessadas em fundarem organizações não governamentais em vários países influencia todos os membros da rede.

Desse modo, a GARSD, por meio das suas práticas, pretende estabelecer uma cooperação internacional interdependente e complexa (KEOHANE et al., 2001) com os Estados no tocante à gestão dos resíduos sólidos. Para isso, vale-se de processos abertos, descentralizados, não lineares e repetitivos.

O princípio motriz da GARSD é a cooperação, e quando esse princípio é estabelecido com uma ONG de um novo Estado Nacional que ela ainda não atuava, ela atinge seu primeiro objetivo. A rede ambiciona tornar-se um ator não governamental com dimensão global e referência para a gestão dos resíduos sólidos que estimulem o aumento das taxas de reciclagem nos países integrantes. Apenas a cooperação com o Estado permitirá que as suas aspirações sejam materializadas em políticas públicas dos países que compõem a rede. Desse modo, a rede tenta apresentar-se disponível para a cooperação com os Estados, pois acredita que, ao apresentar técnicas de gestão dos resíduos sólidos, empenha-se, como afirma Outhwaite (1996), em um empreendimento conjunto com a esfera pública, cujo resultado será a cooperação entre ambos, necessária para que se efetive uma agenda de gerenciamento dos resíduos. Caso os Estados aceitem as propostas da rede, a cooperação resultou-se convergente.

A GARSD, como conceituado por Bulkeley (2005), com suas práticas cooperativas, revela uma multiplicidade de atores para as questões socioambientais e uma outra compreensão da realidade e dos processos políticos no tema de geração e gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Por meio das suas práticas transnacionais (tais como: a organização de publicações e referências eletrônicas que visam aumentar os índices da reciclagem, estabelecimento de encontros entre os membros da rede ou com outros organismos internacionais – como o BID), almeja fortalecer-se como ator não estatal no sistema internacional. Para seus integrantes, a consolidação da rede como ator internacional é fortalecida pela transnacionalidade (VILLA, 2001).

Durante a Rio 92, as ONGs encontraram um cenário próspero, em que foram inseridas junto aos atores oficiais para as discussões das agendas ambientais globais. Nesse contexto favorável, surgiu o Cempre Brasil, concebido no Fórum das ONGs na Rio 92, a partir do encontro de especialistas ambientais que estavam participando desse evento. Ele foi o ponto de partida para que, depois de 20 anos, existissem outras ONGs dispersas pelo mundo e em rede com o nome GARSD. Após 20 anos, na Rio + 20, a rede GARSD esteve presente no Fórum Social apresentando suas ações e a evolução dos seus membros, ou seja, no que diz respeito aos resíduos sólidos urbanos e sua gestão com inclusão social, o Cempre Brasil tornou-se uma referência nucleadora que resultou na GARSD.

A GARSD procura participar dos grandes eventos mundiais da ordem ambiental internacional. Organizações similares a ela, como o Greenpeace, Fundo Mundial para a Natureza (WWF) e *Nature Conservancy* (TNC), conforme contextualizaram Diegues (2008) e Marzochi (2013), tornaram-se atores expressivos em eventos ambientais internacionais. A GARSD expressa claramente esse objetivo tendo como meta tornar-se referência na gestão dos resíduos sólidos urbanos com inclusão social.



Conforme afirma Castells (1999), as redes tecnológicas para a difusão de informação, cultura, processos e outros interesses convenientes estão presentes no mundo atual. Surge para ele, portanto, a “sociedade em rede que originou-se mais ou menos no fim dos anos 60 e meados da década de 70 [...] e, nos quais, atores como os ambientalistas seriam elementos desta era” (CASTELLS, 1999, p. 412). Desse modo, a correlação a ser feita nessa direção é que a criação de publicações eletrônicas e da página eletrônica reafirma que os ambientalistas se utilizam das redes tecnológicas para ampliar o número de indivíduos que possam acompanhar e legitimar suas convicções. Mais que isso, eles articulam-se em reuniões periódicas nas quais estabelecem formas de atuação por meio da troca de experiências e de técnicas aplicadas que foram bem-sucedidas, no caso da GARSD, envolvendo os catadores de material reciclado a partir da experiência desenvolvida no Brasil, amparada na Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Depois, outras experiências foram agregadas, como, por exemplo, as que ocorreram na Timpse (Tailândia) e Reciclame (Peru).

O “fazer político” da GARSD, ou seja, os discursos expressos em publicações e por meio de seus componentes são legitimados por meio das diversas inserções, tais como: fóruns, campanhas publicitárias, publicações, projetos de coleta seletiva com a sociedade civil e estímulo à reciclagem com a organização das cooperativas de catadores com oportunidades de empregabilidade para grupos populacionais. Entre eles podem ser citados programas como o primeiro emprego e outros voltados a idosos, mulheres e pessoas portadoras de necessidades especiais conforme caracterizado por Tamiko (2009). Porém, tal “fazer político” é validado quando essas ONGs socioambientais se transformam, como descrito por Herculano (2000), em formas jurídicas institucionalizadas pelo Estado em prol de direitos sociais.

Por outro lado, cabe reconhecer que as organizações não governamentais, por serem mantidas pelo “financiamento de seus projetos ora pelo setor público, ora privado, ou por ambos” (HERCULANO, 2000, p.1), acabam mantendo relações com políticas e projetos neoliberais. Essa seria, nas palavras de Hardt e Negri (2001, p. 332), “a face comunitária do neoliberalismo”. Desse modo, esses atores mostram-se multifacetados. Ao se apresentarem como “não governamentais”, se situam, muitas vezes, ao lado dos interesses privados. A GARSD é mantida como organização não governamental por recursos financiados pelo setor privado e alguns de seus integrantes estabeleceram relações dessa natureza com instituições públicas.

Como já explicitado, entende-se que as redes são formações geopolíticas com hierarquias definidas e/ou flexíveis segundo os interesses de seus atores com o objetivo do compartilhamento de poder. As redes, como descrito por Raffestin (1993, p.39; 204), são “instrumentos para obtenção de poderes territoriais”. A rede estabelecida entre os integrantes da GARSD almeja ser instrumento para obtenções de inserções e poderes territoriais nas agendas das políticas públicas direcionadas para a gestão dos resíduos sólidos nos países em que atua.

A GARSD, tal qual se verifica com outras redes de ONGs, não se posiciona diante das questões socioambientais mais polêmicas. Como afirma Haesbaert (2004, p.280), buscam “assegurar com suas ações a construção e/ou controle de fluxos e redes criando referenciais simbólicos nos espaços e, assim, territorializam-se”. No entanto, reforça-se a importância de analisar os temas com os quais esses grupos militam, ao mesmo tempo em que cabe verificar os seus financiadores e demais pares dentro da cooperação internacional, que juntos multiplicam seus discursos. A GARSD constrói seu fazer político de acordo com o que advoga, tarefa que resulta de financiamento externo, cuja fonte central é a iniciativa privada.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cooperação internacional é o resultado de uma convergência de interesses, ainda que assimétricos. Quando ela envolve atores locais a partir de diretrizes gerais, pode-se estabelecer uma rede de influência que transcende os objetivos iniciais da articulação de atores locais e nacionais.

Ao propor-se como articuladora de ONGs que atuam na gestão de resíduos sólidos urbanos em países dispersos pelo mundo, a rede GARSD acaba estabelecendo uma nova referência na gestão do lixo. Ela associou-se à inclusão social, por meio da incorporação dos trabalhadores que coletam e separam o material.

Mas a rede aspira aumentar sua influência. O discurso produzido pela GARSD volta-se à intervenção na gestão dos resíduos sólidos na esfera mundial. Seus membros aspiram executar funções que estão na esfera pública nos países da rede. Por isso, procuram influenciar as políticas públicas com vistas ao estabelecimento nos territórios de suas intencionalidades.

A sociedade civil, ao relacionar-se com ONGs, em sua grande parte deposita nesses sujeitos a urgência da solução de suas demandas socioambientais. Todavia, as ações das organizações não necessariamente têm esse propósito. Esse descompasso pode dificultar a implementação de propostas importantes e mostrar que, ao final, trata-se de um exercício retórico, sem avanços palpáveis, muitas vezes por restrições de várias ordens, sejam de financiadores, sejam do Estado. Apesar disso, o engajamento de catadores de material reciclado aumentou, o que permitiu uma maior inserção social desse segmento populacional.

## NOTAS

1. O debate sobre a ecoeficiência envolve preceitos como a modernização ecológica, o capitalismo verde e a ecologia de resultados. Esse conjunto de possibilidades é bastante criticado por abordagens que envolvem a ecologia política, a justiça ambiental e as teorias críticas socioambientais, entre outras. Para aprofundar esse debate, veja, entre outros, Abramovay (2012), Acselrad, Mello e Bezerra (2009), Burns e Lemoyne (2007), Cavalcanti (2012), Gorz e Bosquet (1978), Jacobi (2003), Lipietz (2003), Martinez Alier (2007), Moreno Jiménez (2010), Naoufal (2016), Ribeiro (2010), Swyngedouw (2019) e Veiga (2010).

2. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/63260754/Guidelines-for-Establishing-Solid-Waste-Recovery-Organization-Guidelines-in-Emerging-Countries-DRAFT-2-12-10>>. Acesso em: 05 set. 2019.

3. Ver página eletrônica da rede no endereço: [www.garsd.org](http://www.garsd.org). Acesso em: 05 set. 2019.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Muito além da economia verde**. São Paulo: Editora Abril, 2012.

ACSELRAD, H.; MELLO, C.; BEZERRA, G. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ALIER, J. M. **O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração**. São Paulo: Contexto, 2007.

ARON, R. **Paz e guerra entre as nações**. Brasília: IPRI/Funag, 2002.

BOBBIO, N. et al. **Dicionário de Política**. Brasília: UNB, 1995.

BRANDÃO, C. R. **Pesquisa Participante**. São Paulo: Brasiliense, 1988.

BRANISLAV, G. **The resurgence of South–South cooperation**: third world quarterly, v. 37, n. 4, p. 733-743, 2016. Disponível em: DOI: <10.1080/01436597.2015.1127155>. Acesso em: 05 set. 2019.

BRASIL, RIO 92. **Meio Ambiente e Desenvolvimento**: uma visão das ONGs e dos movimentos sociais brasileiros. Fórum de ONGs Brasileiras preparatório para a Conferência da Sociedade Civil sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Presidência da República. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em: 05 set. 2019.

BULKELEY, H. Reconfiguring environmental governance: towards a politics of scales and networks. **Political Geography**, v. 24, p. 875-902, 2005.

BURNS, T. J.; LEMOYNE, T. Como os movimentos ambientalistas podem ser mais eficazes: priorizando temas ambientais no discurso político. **Ambient. Soc.**, Campinas, v. 10, n. 2, p. 61-82, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2007000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2007000200005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 set. 2019.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. A era da informação: economia, sociedade e cultura. São Paulo: Paz e Terra, 1999, v. 1.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos Avançados**, 2012, v. 26, n. 74, p. 35-50 Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100004>>. Acesso em: 05 set. 2019.

CEMPRE e Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) realizam evento para promoção do modelo brasileiro de reciclagem. **Cempre Informa**, 16. out. 2013. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/impressao/id/1/cempre-e-banco-interamericano-de-desenvolvimento--bid--realizam-evento-para-prom>>. Acesso em: 05 set. 2019.

CONCA, K.; DABELKO, G. The problems and possibilities of environmental peacemaking. In: **Environmental peacemaking**. CONCA, K.; DABELKO, G. (Ed.) John Hopkins University Press, Baltimore, 220-233, 2002.

DAVIES, T. R. Understanding non-governmental organizations in world politics: the promise and pitfalls of the early 'science of internationalism.' **European Journal of International Relations**, v. 23, n. 4, p. 884-905, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/1354066116679243>>. Acesso em: 04 set. 2019.

DIAS, S. L. F. G.; SANTOS, M. C. L. A inserção dos catadores no Campo da Indústria de Reciclagem: uma análise comparada de duas experiências de Redes de Economia Solidária. In: GIANESELLA, S. M. F.; JACOBI, P. R. (Org.). **A sustentabilidade socioambiental: diversidade e cooperação**. São Paulo: Annablume Editora, 2012, v. 1, p. 98-120.

DIEGUES, A. **A ecologia política das grandes ONGs transnacionais conservacionistas**. São Paulo: Nupab. Universidade de São Paulo, 2008.

GLOBAL ALLIANCE FOR RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Guidelines for Establishing Solid Waste Recovery Organizations in Emerging Countries. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/63260754/Guidelines-for-Establishing-Solid-Waste-Recovery-Organization-Guidelines-in-Emerging-Countries-DRAFT-2-12-10>>. Acesso em: 05 set. 2019.

GLOBAL ALLIANCE FOR RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT. GARSD. **Guidelines to set waste picker cooperatives**. São Paulo: Neuronia Design, 2011.

GORZ, A.; BOSQUET, M. **Ecologie et politique**. Paris: Seuil, 1978.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização: fim dos territórios à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HARDT, M.; NEGRI, A. **Império**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

HERCULANO, S. ONGs e movimentos sociais: a questão de novos sujeitos políticos para a sustentabilidade. **Revista Meio Ambiente: questões conceituais**, p.123-155, 2000.

JACOBI, P. R. Movimento ambientalista no Brasil. In: RIBEIRO, W. C. (Org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Edusp, 2003, p. 519-543.

JIMÉNEZ, A. M. Justicia ambiental. Del concepto a la aplicación en análisis de políticas y planificación territoriales. **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de marzo de 2010, v. XIV, nº 316. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-316.html>>. Acesso em: 05 set. 2019.

KAZA, S. et al. What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. **Urban Development Series**. International Bank for reconstruction and development. The world bank. 2018. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2174>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

KEOHANE, R. O.; NYE, J. **Power and Interdependence**: world politics in transition. Boston: Little Brown, 2001.

LIPIETZ, A. **Ecologie politique**. Paris: La Decouverte, 2003.

MARZOCHI, S. **GREENPEACE**: mundialização e política. Rio de Janeiro: Beco do Azogue, 2013.

NAOUFAL, N. Connexions entre la justice environnementale, l'écologisme populaire et l'écocitoyenneté. [**VertigO**] **La revue électronique en sciences de l'environnement**, 2016, v. 16, n. 1. Disponível em: <<https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2016-v16-n1-vertigo02678/1037574ar/>> Acesso em: 05 set. 2019.

OLIVEIRA, R. S. de; WEBER, C. T. Atuação das organizações não governamentais ambientalistas: uma perspectiva internacional. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, n. 40, Disponível em: <[http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=1733&revista\\_caderno=5](http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1733&revista_caderno=5)>. Acesso em: 05 set. 2019.

OUTHWAITE, W.; BOTTOMORE, T. **Dicionário do pensamento social do Século XX**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

Raffestin, C. **Por uma Geografia do Poder**. São Paulo: Ática, 1993.

RIBEIRO, W. C. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 2001.

\_\_\_\_\_. Teorias socioambientais: em busca de uma nova sociedade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 9-13, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142010000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 set. 2019.

ROGGERO, M. A.; ZIGLIO, L. et al. Vulnerabilidade socioambiental, análise de situação de saúde e indicadores: implicações na qualidade de vida no município de São Paulo, **Confins**, [on-line], v. 36, 2018. Disponível em: <DOI: 10.4000/confins.13774>. Acesso em: 05. set. 2019.

SEVERINO, J. A. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Cortez, ed. 22, 2002.

SIKKINK, K. et al. New actor and new forces: transnational activist networks. **International Politics**: enduring concepts a contemporary issue. Londres: Pearson Longman, 2005.

SWYNGEDOUW, E. The Anthro(Obs)cene. Antipode (Ed.). **Keywords in Radical Geography**: Antipode at 50. The Authors/Antipode Foundation Ltd. Published by John Wiley & Sons Ltd., 2019.

TAMIKO, T. Desemprego em massa, condições de vida e procura por trabalho: uma experiência japonesa. **Trabalho Flexível, Empregos Precários**. GUIMARÃES, N. A.; HIRATA, H.; SUGITA, K. (Org.) São Paulo: Edusp, p. 233-270, 2009.

TATIM, D.; DIEHL, A. **Pesquisa em Ciências sociais aplicadas**: métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 168p.

UMBERTO, E. **Como se faz uma tese**. São Paulo: Perspectiva, 1985.

VEIGA, J. E. da. **Sustentabilidade**: a legitimação de um novo valor. São Paulo: Senac, 2010.

VILLA, R. D. Formas de influência das ONGs na política internacional contemporânea. **Revista de Sociologia e Política**. Curitiba, n. 12, jun. 1999. 09. out. 2018. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/rsp/article/view/39261>>. Acesso em: 05 set. 2019.

\_\_\_\_\_. A construção de um sistema internacional policêntrico: atores estatais e não estatais societais no pós-guerra fria. **Revista Cena Internacional**, Brasília, n. 2, p. 65-87, dez. 2001.



# The paradox of the autonomy of Afro-descendants in the Colombian Pacific

Mireya E. Valencia Perafán

Ph.D. in Social Sciences, Professor at the University of Brasilia (UnB),  
Brasilia, DF, Brazil  
E-mail: mireya@unb.br

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019. 27193

## BOOK REVIEW

---

Claudia Leal. *Landscapes of Freedom – Building a Postemancipation Society in the Rainforests of Western Colombia*. Tucson: The University of Arizona Press. 2018. 336 p. ISBN – 13: 978-0-8165-3674-0 (cloth). US\$55.00. Figures, maps, graphs, tables, bibliography and index.

In *Landscapes of Freedom*, Claudia Leal successfully analyzes the economic and social evolution of Colombian Pacific and how it conditioned the current situation of the region. Based upon an environmental approach of social history, she uses the extractive economy and racialized areas as the main guiding concepts of her analysis to offer elements that help understand a crucial aspect of modern Latin America: the transition from slavery to freedom.

The contribution of this case study – a region and a problem forgotten in the historical map of African Latin America – is a pertinent reconstruction of the post-emancipation trajectory where a racialized landscape is designed with material transformations in the forest situation and the changes in the meanings attributed to them by authors who left historic accounts of the region.

The Colombian Pacific is one of the wettest regions of the planet, with a precipitation that can reach, on high Chocó, more than 8,000 mm of rain per year and 4,000 mm in the lowest regions (the Amazon receives 2,000 mm/year). Climatic conditions make this one of the regions of the world with the highest rate of endemism (phenomenon in which a species occurs only in one geographic region) and biodiversity.

What the author analyzes with richness of details and substance is that after the emancipation of the slaves, the communities of African descent reached a high degree of autonomy, much higher than any other similar groups in rural areas.

The main economic activity in the region, in the colonial period and after independence, was the extraction of gold using slave labor. However, the limited power of the slaveowners to impose work conditions and avoid escapes of the slaves, led to the slaves obtaining better work and life conditions. As the areas of gold production declined, slaves obtained their freedom mainly by purchasing their own liberty and, in the majority of cases, they continued as free people in the mining regions.

The lack of capital by the white mine-owners, made them try to rent the areas of exploration instead of investing in production. Hence, whites kept the mines profitable even after the end of slavery by renting the mines instead of paying the workers their salaries.

The lack of strict control over exploration of the gold veins allowed many afro-descendants to obtain resources to purchase their own freedom or that of their family members. In this context of loss in

gold productivity and the lack of capital by the mine owners, initially in Chocó and later throughout the region, increased the possibilities of a growing black population to have access to the mining areas.

Before slavery was totally abolished, the reduction in mining activity, combined with the lack of supplies encouraged many free blacks to produce food in small areas around the riverbanks where they cultivated sugar cane, tobacco and raised a few heads of cattle. Others worked as traveling traders, in transporting goods, in fishing and in crafts.

Around the middle of the 19<sup>th</sup> Century, when slavery was abolished in Colombia, part of the blacks did not remain in the mining areas and went to other areas attracted by opportunities of other forms of extractive activities. Among them were rubber and vegetable ivory (Tagua seeds, *Phytelephas macroparpa* palm) which had started to be commercialized in the world market. Similar to the miners, those that migrated and started to extract latex and the Tagua seeds, did so in an independent manner, without employers. Besides, they did not need to rent the areas of exploration because they worked in public areas over which the State had little or no control. Thus, the extractivist economy strengthened and expanded from underground to the forest and from the mining areas to the rest of the region.

What the author demonstrates is that the process of occupation of the region and the exploration, conditioned by the environment and by extractivism reveal an uncommon trajectory in the region of the Colombian Pacific if compared to the slaves in other regions due to the high levels of autonomy that they reached by not being subject to bosses or supervisors in the plantations.

Examining the access of the black population to extractivist activity allows us to understand how freedom was experimented and understood. To the afro-descendants, the legal condition of freedom acquired a concrete sense by giving them the possibility to determine what to do with their bodies and, at the same time, with their time and place in the Colombian Pacific.

Freed blacks enjoyed the freedom of movement, not only to move around in the forests, the rivers in canoes, but to choose where they wanted to live. The extent of the region, its richness and the low demographic density, allowed that some areas be occupied without conflict along the coast in the riverbanks.

The fact that this population enjoyed freedom and autonomy does not explain one paradox. The same initial marginality that empowered them, in the long run reduced the options and opportunities of this population. That is, their capacity to decide how to live. This led to low levels of education and income, made evident by recent economic and social indicators. Between 1990 and 2004, the region of Chocó was inhabited by 1% of the Colombian population, but generated only 0.4% of its GDP, rates that parallel those of education and welfare. In 2005, the percentage of people who could not read or write in Chocó was more than twice the national average.

The very particular post-emancipation trajectory of the region, therefore, is bittersweet, as the author states: at the same time in which liberty was catapulted, it was onerous in the long run. Marginalization allowed the black population to enjoy freedom, occupy, control and explore the rich coastal forest with an important cultural legacy that was under-evaluated, even despised, until it was recognized by the Colombian Constitution of 1991.

*"Landscape of Freedom"* situates the wettest tropical forest in the world in the socioeconomic evolution of the region after the end of slavery, emphasizing the relations between the environment and the afro-descendant population. It is, in this aspect, a reconstruction of the past of this population and a contribution to the Colombian national community so that it becomes more inclusive.

# O paradoxo da autonomia dos afrodescendentes no pacífico colombiano

*The paradox of the autonomy of Afro-descendants in the  
Colombian Pacific*

Mireya E. Valencia Perafán

*Doutora em Ciências Sociais, professora da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.  
End. Eletrônico: mireya@unb.br*

doi:10.18472/SustDeb.v10n3.2019. 27193

## BOOK REVIEW

Claudia Leal. *Landscapes of Freedom - Building a Postemancipation Society in the Rainforests of Western Colombia*. Tucson: The University of Arizona Press. 2018. 336 p. ISBN – 13: 978-0-8165-3674-0 (cloth). US\$55,00. Figuras, mapas, gráficos, tabelas, bibliografia e índice remissivo.

Em “Paisagens de Liberdade”, Claudia Leal se propõe com sucesso a analisar a evolução econômica e social do Pacífico Colombiano e como isso condicionou a situação atual da região. A partir de uma abordagem ambiental da história social, utiliza como principais conceitos orientadores da análise a economia extrativista e as áreas racializadas para, dessa forma, oferecer elementos que ajudam a entender um aspecto crucial da América Latina moderna: a transição da escravidão para a liberdade.

A contribuição deste estudo de caso – uma região e uma problemática esquecidas no mapa histórico da América Latina africana – é uma pertinente reconstrução da trajetória pós-emancipação onde desenhasse uma paisagem racializada com transformações materiais no ambiente florestal e as mudanças nos significados atribuídos a eles por autores que deixaram registros históricos da região.

O Pacífico Colombiano é uma das regiões mais úmidas do planeta, com uma precipitação que chega, no alto Chocó, a mais de 8.000 mm de chuva por ano e de 4.000 mm nas regiões mais baixas (na Amazônia a precipitação é de 2.000 mm/ano). As condições climáticas fazem com que seja uma das regiões do mundo com mais alto índice de endemismo (fenômeno no qual uma espécie ocorre exclusivamente em determinada região geográfica) e biodiversidade.

O que autora analisa de maneira substancial e com riqueza de detalhes é que, após da emancipação dos escravos, as comunidades de afrodescendentes atingiram um grau de autonomia muito superior à de quaisquer outros grupos semelhantes em áreas rurais.

A atividade econômica principal na região, no período colonial e após a independência, foi a extração de ouro com o uso de mão de obra escrava. Mas, o limitado poder de senhores de escravo de impor as condições de trabalho e evitar as fugas levou a arranjos com os trabalhadores negros que tornaram possível a estes obter melhores condições de trabalho e de vida. À medida em que se esgotaram as áreas de produção de ouro, os escravos obtiveram a liberdade principalmente pela compra da própria alforria e, na maioria dos casos, se mantiveram como pessoas livres nas regiões de mineração. A falta

de capital dos brancos, donos das minas, fez que em vez de investir na produção, tentassem vender ou alugar as áreas de exploração. Dessa forma, os brancos, mantinham as minas rentáveis mesmo depois do fim da escravidão ao alugar as minas em vez de pagar salários aos trabalhadores.

A falta de controle rígido sobre a exploração dos veios de ouro permitiu a muitos afrodescendentes obter recursos para adquirir a própria liberdade ou a de seus familiares. Nesse contexto de perda de produtividade de outro e de falta de capital dos donos das minerações, inicialmente no Chocó e depois em toda a região, aumentaram as possibilidades de uma crescente população negra ter acesso às áreas de garimpo e mineração.

Antes que a escravidão fosse totalmente abolida, a redução da atividade mineira, combinada com a escassez de gêneros encorajou muitos afrodescendentes livres a produzir alimentos em pequenas áreas à margem dos rios nas quais cultivavam cana de açúcar, fumo e criavam algumas cabeças de gado. Outros trabalhavam como comerciantes itinerantes, no transporte de mercadorias, na pesca e no artesanato.

Em meados do século XIX, quando foi abolida a escravidão na Colômbia, parte dos afrodescendentes não permaneceu nas áreas de mineração e partiu para outras áreas atraídos por oportunidades de outras formas de extrativismo. Entre elas estava a borracha e o marfim vegetal (sementes de Tagua, palma *Phytelephas macrocarpa*) que começava a ser comercializado no mercado mundial. Assim como os mineiros, aqueles que migraram e passaram a extrair o látex e as sementes de Tagua, o faziam de uma forma independente, sem empregadores. Além disso, não precisavam alugar as áreas de exploração porque atuavam em áreas públicas sobre as quais o Estado tinha pouco ou nenhum controle. Desta maneira, a economia extrativista se fortaleceu expandindo-se do subsolo para a floresta e das áreas de mineração para o resto da região.

O que a autora demonstra é que o processo de ocupação da região e de exploração condicionada pelos aspectos ambientais e pelo extrativismo revelam uma trajetória da região do Pacífico Colombiano incomum no que diz respeito ao processo de emancipação dos escravos em outras regiões pelos altos níveis de autonomia que alcançaram ao não estarem submetidos a chefes ou supervisores nas lavouras.

Examinar o acesso da população negra à atividade extrativista permite entender como a liberdade foi experimentada e entendida. Para os afrodescendentes, a condição legal de liberdade adquiriu um sentido concreto ao lhes dar a possibilidade de determinar o que fazer com seus corpos e, ao mesmo tempo, com seu tempo e em que lugar da floresta do Pacífico Colombiano.

Negros livres disfrutavam de liberdade de movimento, não apenas para se deslocar pelas florestas e, por meio de canoas, ao longo dos rios, mas também para escolher onde queriam viver. A extensão da região, sua riqueza e sua baixa densidade demográfica, permitiram que algumas áreas ocupadas sem conflito na costa e nas margens dos rios.

O fato de que essa população tenha disfrutado de liberdade e autonomia não explica um paradoxo. A mesma marginalidade inicial que as permitiu, no longo prazo reduziu as opções e as oportunidades dessa população. Isto é, sua capacidade de decidir como viver. Isso levou a baixos níveis de educação e renda, evidenciados por recentes indicadores econômicos e sociais. Entre 1990 e 2004, a região do Chocó era habitada por 1% da população colombiana, mas gerava apenas 0,4% do PIB, dados que têm paralelo na educação e no bem-estar. Em 2005, a porcentagem de pessoas que não sabiam ler o escrever no Chocó era mais que o dobro da média nacional.

A trajetória pós-emancipação muito particular da região, assim, tem um sabor agridoce, com afirma a autora: ao mesmo tempo em que alavancou a liberdade, foi onerosa numa perspectiva de longo prazo. A marginalização permitiu às pessoas negras disfrutar de liberdade, ocupar, controlar e explorar as ricas florestas costeiras com um importante legado cultural que foi subavaliado e mesmo desprezado, até seu reconhecimento oficial pela Constituição da Colômbia de 1991.

“Paisagens de liberdade” situa a floresta tropical mais úmida do mundo na evolução socioeconômica da região após o fim da escravidão, enfatizando as relações entre o ambiente e a população afrodescendente. É, sob este aspecto, uma reconstrução do passado dessa população e uma contribuição à comunidade nacional colombiana para que possa vir a ser mais inclusiva.





With this 27th edition, Sustainability in Debate celebrates its first 10 years of existence during which more than 400 scientific documents have been published and accessed by nearly half a million of visitors from 133 countries. Although we have many reasons to celebrate our evolution, we cannot avoid remembering and mentioning, as we already did before, the period of setbacks we go through in the environmental area in several countries, such as in Brazil or in the United States. This anniversary edition continues our journal's tradition and compromise with a qualified and constructive debate on sustainability. Thus, the dossier about "Management of Water and Protected Areas" includes 11 articles that analyze eco-systemic services related to the issue and the importance of water, biodiversity and socio-biodiversity conservation strategies. In section Varia, we have 3 articles that present innovative perspectives on challenges posed by deforestation and climate change. The edition closes with a review of the book Landscapes of Freedom. We hope you enjoy your reading and wish you a Happy New Year!

*Sustentabilidade em Debate celebra neste número de final de ano os seus primeiros 10 anos de existência, com mais de 400 textos científicos publicados em suas 27 edições e meio milhão de leitores de 133 países. Embora com muitos motivos para festejar, não deixamos de alertar, em mais esse Editorial, sobre o retrocesso que estamos vivenciando na área ambiental em vários países, como o Brasil e os Estados Unidos. Mantendo o seu compromisso com o debate qualificado e construtivo sobre a sustentabilidade, nosso número de aniversário inclui um dossiê sobre a "Gestão das Águas e de Territórios Protegidos", que ao longo de dez artigos científicos analisa os serviços ecossistêmicos relacionados com a temática e a importância de estratégias de conservação das águas, da biodiversidade e da sociobiodiversidade. Na seção Varia, temos três artigos, que apresentam perspectivas inovadoras sobre os desafios impostos pelo desmatamento e as mudanças climáticas. A edição fecha com uma resenha sobre a obra Landscapes of Freedom. Desejamos uma boa leitura e um feliz Ano Novo!*

Realização



LEA-UnB

Edição



Apoio

