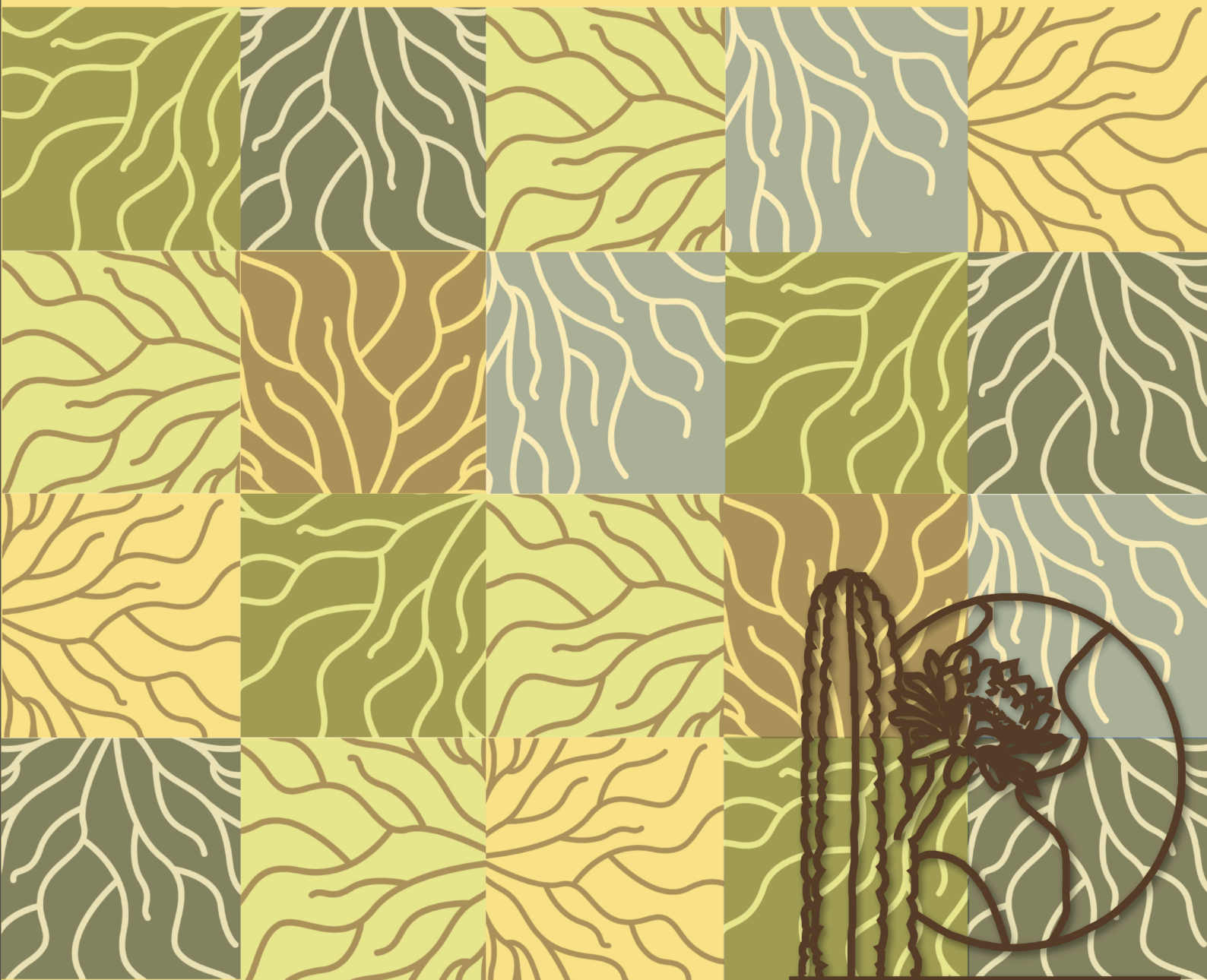


# CIÊNCIA, SOCIEDADE E SUSTENTABILIDADE

PERSPECTIVAS INTERDISCIPLINARES SOBRE  
OS DESAFIOS AMBIENTAIS CONTEMPORÂNEOS



## ORGANIZADORES

VIVIANE SILVA, THAYS SILVA,  
LAURA URREJOLA, LUANA BRAMORSKI  
E NIKLAS WEINS



© 2026 – Editora Ópera

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

editoraopera@gmail.com

### **Organizadores**

Viviane Farias Silva

Thays Alves da Silva

Laura Cristina Feindt Urrejola Silveira

Luana Bramorski Cerqueira Cesar

Niklas Werner Weins

### **Editora Chefe**

Thays Alves da Silva

### **Arte e Capa**

Lara Maria Almeida Ferreira

### **Editoração**

Thays Alves da Silva

### **Revisores**

Laura Cristina Feindt Urrejola Silveira

Luana Bramorski Cerqueira Cesar

Niklas Werner Weins

### **Conselho Editorial**

Viviane Farias Silva

José Otávio Aguiar

Niklas Wern Weins

Najara Escarião Agripino

**Editor Chefe (Editora Ópera):** Jader Luís da Silveira

### **Conselho Editorial (Editora Ópera)**

Ma. Heloisa Alves Braga, Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, SEE-MG

Me. Ricardo Ferreira de Sousa, Universidade Federal do Tocantins, UFT

Me. Guilherme de Andrade Ruela, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF

Esp. Rícael Spirandeli Rocha, Instituto Federal Minas Gerais, IFMG

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Me. Camilla Mariane Menezes Souza, Universidade Federal do Paraná, UFPR

Ma. Jocilene dos Santos Pereira, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Tatiany Michelle Gonçalves da Silva, Secretaria de Estado do Distrito Federal, SEE-DF

Dra. Haiany Aparecida Ferreira, Universidade Federal de Lavras, UFLA

Me. Arthur Lima de Oliveira, Fundação Centro de Ciências e Educação Superior à Distância do Estado do RJ, CECIERJ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586c      Ciência, Sociedade e Sustentabilidade: Perspectivas Interdisciplinares sobre os Desafios Ambientais Contemporâneos  
/ Viviane Farias Silva; Thays Alves da Silva; Laura Cristina Feindt Urrejola Silveira, et al (vários organizadores). – Formiga (MG): Editora Ópera, 2026. 241 p. : il.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-85284-38-7  
DOI: 10.5281/zenodo.20271583

1. Ecologia / Natureza / Ameaças ao meio ambiente. 2. Sociedade e Sustentabilidade. 3. Desafios Ambientais Contemporâneos. I. Silva, Viviane Farias. II. Silva, Thays Alves da. III. Silveira, Laura Cristina Feindt Urrejola. IV. Título.

CDD: 577.5

CDU: 577.4

*Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.*

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Ópera  
CNPJ: 35.335.163/0001-00  
Telefone: +55 (37) 99855-6001  
[www.editoraopera.com.br](http://www.editoraopera.com.br)  
[editoraopera@gmail.com](mailto:editoraopera@gmail.com)  
Formiga - MG  
Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:  
<https://www.editoraopera.com.br/2026/05/ciencia-sociedade-sustentabilidade.html>



## APRESENTAÇÃO

O presente livro constitui um dos desdobramentos mais significativos do 1º SIEAmb, o Seminário Internacional de Estudos Ambientais, realizado de 22 a 24 de outubro de 2025, em formato remoto. Esta iniciativa foi promovida pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (PPGEGRN/UFCG), em colaboração estratégica com a Xi'an Jiaotong-Liverpool University (XJTLU) na China, além de pesquisadores vinculados à Universidade Federal da Paraíba, Universidade de Brasília, Universidade Estadual de Campinas e outras instituições nacionais e internacionais.

### **Uma Parceria Estratégica em Momento Crucial**

O seminário foi concebido como um espaço de troca proativa e análise crítica em um momento particularmente auspicioso para as relações entre China e Brasil. Em 2025, os dois países celebram uma nova fase de cooperação ambiental, reforçada pelo encontro entre o ministro da Ecologia e Meio Ambiente da China, Huang Runqiu, e André Corrêa do Lago, presidente da COP30, onde ambos os países reafirmaram o compromisso com a governança climática global e o fortalecimento do multilateralismo. A China expressou apoio à realização bem-sucedida da COP30 em Belém, reconhecendo o papel brasileiro na promoção de soluções para a crise climática.

Esta convergência de agendas torna-se ainda mais relevante considerando que, nos últimos anos, 72% dos projetos chineses no Brasil foram direcionados a energias verdes e setores relacionados, um aumento de 16% em relação a 2022 (Cariello, 2024). As tendências globais de transição energética em muitos países do Sul Global, que já contam com matrizes mais verdes, deixam esperança de uma transição mais acelerada. A China, por meio de sua cooperação técnica oferece acesso a tecnologias de ponta mais acessíveis em energia solar, eólica e hidrogênio verde. Enquanto isso, o Brasil se consolida como parceiro estratégico para Ásia e Europa na provisão de recursos naturais e na liderança do Sul Global em sustentabilidade.

### **Diálogo Interdisciplinar e Construção de Redes**

O seminário configurou-se como um espaço estratégico voltado para pesquisadores brasileiros e da comunidade internacional, que fomentou discussões que desafiam categorias estabelecidas e possibilitam a formulação de novas soluções inovadoras. A programação contou com palestrantes emergentes e de renome internacional.

A Dra. Dou Yuehan, da Xi'an Jiaotong-Liverpool University (XJTLU) compartilhou dados recentes sobre o papel das paisagens na percepção de serviços ambientais para a saúde física e mental, com evidências de projetos de restauração na China. A professora Dra. Laura Urrejola, discutiu a geoeconomia dos minerais estratégicos e o paradoxo da eletromobilidade justa. Dr. Niklas Weins (XJTLU) abordou a sustentabilidade na relação Brasil-China e soluções baseadas na natureza. A doutoranda Zhou Lin (UNICAMP) apresentou uma análise sobre segurança energética e cooperação do Sul Global no contexto da emergência climática. E por fim, as pesquisadoras e os pesquisadores do Projeto Dom Quixote (UFPB), Dr. Fernando Joaquim Maia, Dra. Hirdan Katarina Costa e Dra. Ana Paula Basso, debateram sobre a transição energética nas relações Brasil-China.

O contexto atual está marcado por crises e tensões ecológicas sem precedentes: desmatamento acelerado, mudanças climáticas, desigualdades socioespaciais e disputas geopolíticas por recursos estratégicos. Portanto, a promoção de debates internacionais que aprofundem a problemática ambiental torna-se imperativo. Estes debates precisam transcender os limites da academia e constituem, na verdade, o alicerce para a construção de diagnósticos precisos, a antecipação de cenários de risco e a formulação de estratégias de mitigação e adaptação.

A cooperação Brasil-China emerge como um eixo fundamental nesse cenário, destacado nesta primeira edição do SIEAmb. Como destaca o Centro Brasileiro de Relações Internacionais (CEBRI), a relação bilateral apresenta oportunidades de benefícios mútuos: enquanto o Brasil se beneficia do acesso a tecnologias de ponta e financiamento a custos competitivos para modernizar sua matriz energética, a China amplia sua influência em um mercado com enorme potencial para energias renováveis (CEBRI, 2020). Além disso, ambos os países compartilham interesses multilaterais comuns em mudança do clima, uso eficiente de recursos naturais e conservação da biodiversidade, podendo influenciar conjuntamente as agendas globais.

### **Convite à Reflexão**

Este e-Book reflete, portanto, a essência desse ambiente inclusivo e dinâmico. Os capítulos que se seguem sintetizam os debates promovidos por palestrantes de renome internacional e pesquisadores multidisciplinares, que juntos, com o apoio de uma equipe técnica qualificada, construíram um caminho de conhecimento diante dos prementes desafios socioambientais do Brasil e do mundo. As contribuições aqui reunidas abarcam temas estratégicos: Governança e políticas públicas ambientais, Diplomacia e meio ambiente, Transição energética e segurança energética, Economia e desenvolvimento sustentável, Tecnologia e inteligência artificial aplicadas ao meio ambiente, Direito ambiental e climático, Desigualdades sociais e emergência climática.

Ao registrar estas contribuições neste livro, buscamos não apenas perpetuar o legado do evento, mas também disponibilizar à comunidade científica e à sociedade um acervo que documenta a força da colaboração internacional e o compromisso com a formação de pesquisadores dedicados ao envolvimento voluntário e ao desenvolvimento de habilidades que transcendem os muros da academia.

Convidamos os leitores a mergulharem nestas páginas, que são o reflexo de um esforço coletivo para transformar a crise ambiental em um horizonte de possibilidades, guiado pela ciência, pela inovação e pela integração de diferentes saberes do mundo todo. Que este volume inspire novas pesquisas, fortaleça redes colaborativas e contribua para a construção de um futuro mais sustentável e justo para o Brasil, a China para os países do Sul Global e o planeta.

*Boa Leitura!*

Najara Escarião & Niklas Weins  
Suzhou, Abril 2026

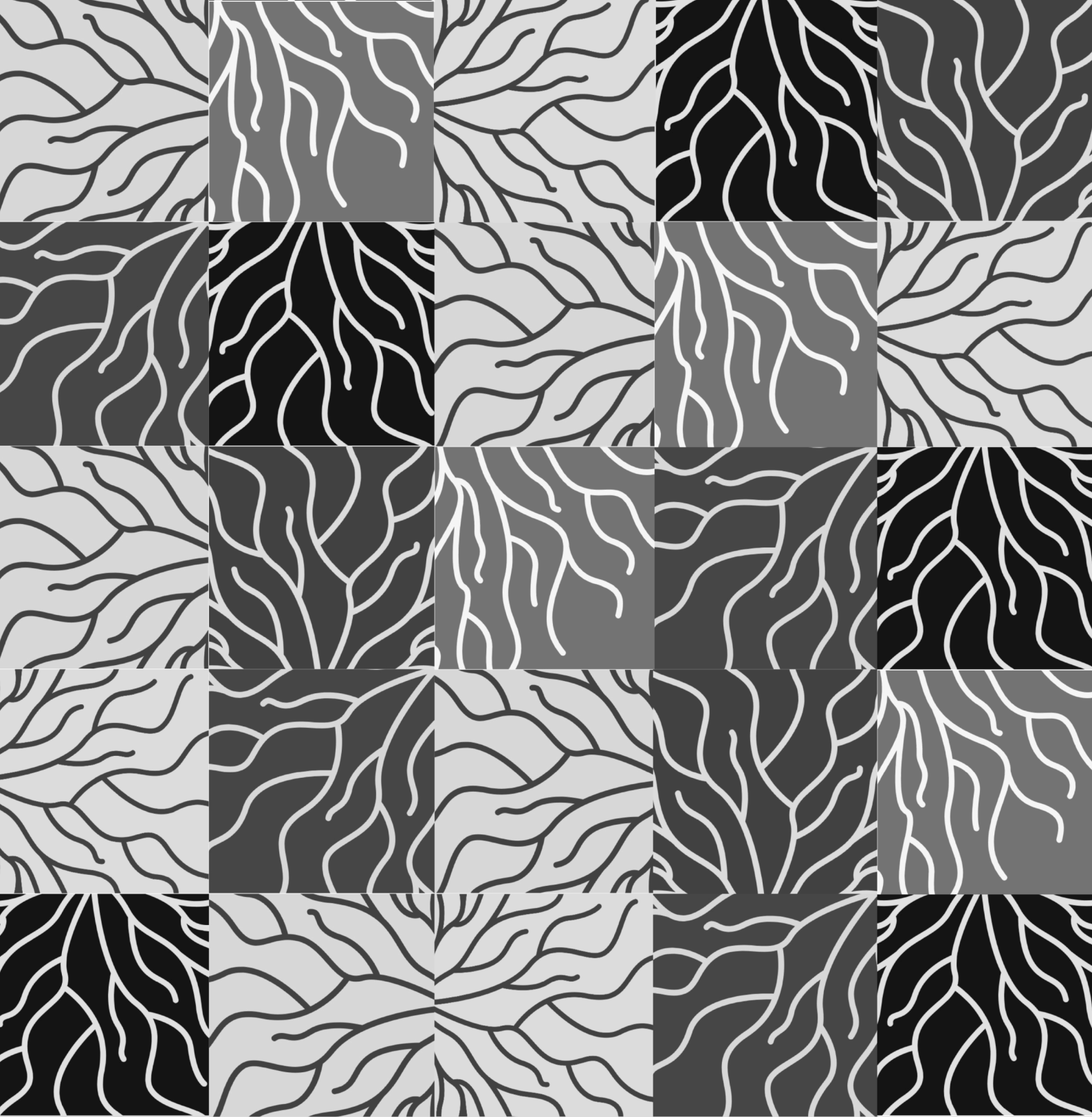
### **Referências**

Cariello, Tulio. Investimentos chineses no Brasil: Novas tendências em energias verdes e parcerias sustentáveis. Rio de Janeiro: CEBC, 2024.  
CEBRI. 2020. Brasil e China: Elementos para a Cooperação em Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Relações Internacionais. Disponível em: <https://cebri.org/br/doc/17/brasil-e-china-elementos-para-a-cooperacao-em-meio-ambiente>



# SUMÁRIO

<b>GEOTECNOLOGIAS PARA MONITORAR SOBREPOSIÇÃO DO CAR E DESMATAMENTO NA REBIO NASCENTES DA SERRA DO CACHIMBO.....</b>	<b>8</b>
Maria das Dores Areia Leão de Sousa e Djalma Ferreira de Lima Filho	
<b>COLLABORATION NETWORKS FOR THE SUSTAINABILITY OF THE WATER-ENERGY-FOOD NEXUS IN THE CAATINGA AND THE CERRADO: A PARTICIPATORY, MULTILEVEL, MULTIMETHOD APPROACH.....</b>	<b>30</b>
Amanda Sousa Silvino, Sergio Mantovani Paiva Pulice, Manoel Cardoso, Evandro Albiach Branco, Ana Paula Dutra de Aguiar e Jean Pierre Henry Balbaud Ometto	
<b>MICROORGANISMOS ANTAGONISTAS NO MANEJO DE FUSARIUM PROLIFERATUM EM FEIJÃO-CAUPI .....</b>	<b>47</b>
Lais Souto Lira	
<b>ENERGY DEMOCRACY IN DEVELOPING COUNTRIES: A CROSS-NATIONAL COMPARISON BETWEEN BRAZIL AND CHINA .....</b>	<b>66</b>
Yue Zhou	
<b>GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM FORTALEZA/CE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE 2021 A 2025 .....</b>	<b>88</b>
Joelson Vieira de Luna Pereira, Gabriela Lobato da Silva, Pedro Henrique Lemos Rodrigues, Fernando Alexandre de Sousa Abreu , Maria Luiza Michaelovitch de Mahiques e Gabriel Lucas Ribeiro de Moura	
<b>IPTU VERDE: UMA PROPOSTA DE POLÍTICA PÚBLICA SUSTENTÁVEL EM JOÃO PESSOA/PB .</b>	<b>103</b>
Michelle Costa Albuquerque, Ricélia Maria Marinho Sales e Ana Jussara Silva do Nascimento	
<b>PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO: ANÁLISE ENTRE BRASIL E MOÇAMBIQUE .....</b>	<b>116</b>
Daniel Sousa Rocha, Pedro Fernando Donça, Viviane Farias Silva José Ozildo dos Santos e Abacar Augusto Joaquim	
<b>POLÍTICAS PÚBLICAS DE FINANCIAMENTO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS: ENTRAVES E DESAFIOS .....</b>	<b>131</b>
Yuri Batista Oliveira Gomes e Ângela Maria Cavalcanti Ramalho	
<b>STRATEGIC VOIDS AND TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY: NATURAL RESOURCES AND RAISON DE SYSTÈME - THE SCHEELITE MINING CASE IN CURRAIS NOVOS/RN.....</b>	<b>148</b>
Laura Cristina Feindt Urrejola Silveira	
<b>VARIAÇÃO NOS PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS EM MUNICÍPIOS CATARINENSES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2024 .....</b>	<b>173</b>
Leandro Hupalo, Janaína de Fátima Wroblewski e Ana Laura Crestani	
<b>DIREITO E ÉTICA AMBIENTAL: PROTEÇÃO JURÍDICA E MORAL DE ANIMAIS DOMÉSTICOS NO BRASIL CONTEMPORÂNEO .....</b>	<b>190</b>
Grazielle Cristina Lima e Mônica Chiodi	
<b>ESPAÇO E LUGAR NA OBRA DE YI-FU TUAN: EXPERIÊNCIA, EMOÇÃO E PENSAMENTO .....</b>	<b>208</b>
Márcia Maria Costa Gomes e José Otávio Aguiar	
<b>RELAÇÕES ENTRE AS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA: ANÁLISE HISTÓRICA (1953–2025) .....</b>	<b>222</b>
Hebe Souza de Oliveira	



# **DINÂMICAS AMBIENTAIS, CLIMA E TECNOLOGIAS DE ANÁLISE TERRITORIAL**



# GEOTECNOLOGIAS PARA MONITORAR SOBREPOSIÇÃO DO CAR E DESMATAMENTO NA REBIO NASCENTES DA SERRA DO CACHIMBO

**Maria das Dores Areia Leão de Sousa<sup>1</sup>**

Universidade Federal do Pará - UFPA  
marialeao.geo@gmail.com

**Djalma Ferreira de Lima Filho<sup>2</sup>**

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA  
devdjalma@gmail.com

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo identificar sobreposições do Cadastro Ambiental Rural (CAR) na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo (RBNSC), no Pará, e analisar a dinâmica do desmatamento detectado pelo PRODES entre 2008 e 2024. A pesquisa utilizou dados oficiais do SICAR, ICMBio e PRODES/INPE, processados no QGIS 3.40, com aplicação de técnicas de geoprocessamento para interseção espacial, cálculo de áreas e integração de atributos socioambientais. Os resultados apontaram a sobreposição de 115 imóveis na RBNSC, abrangendo 43,76% de sua área, em desacordo com a legislação que rege reservas biológicas. O desmatamento acumulado revelou picos críticos em 2008, 2015, 2019 e, principalmente, em 2020, quando foram registrados 2.588,37 hectares suprimidos. A caracterização socioambiental demonstrou predominância das atividades de agricultura (52 imóveis) e pecuária (22 imóveis), associadas à expansão do uso da terra. Além disso, a maioria dos cadastros analisados encontra-se suspensa ou pendente junto à SEMAS-PA, reforçando inconsistências no sistema declaratório. Conclui-se que a RBNSC enfrenta pressões significativas de ocupação irregular e degradação florestal, exigindo ações urgentes de regularização fundiária e fortalecimento da fiscalização ambiental para assegurar seus objetivos de proteção integral.

**Palavras-chave:** monitoramento; preservação ambiental; geotecnologias; CAR; desmatamento.

---

<sup>1</sup> Engenheira Cartógrafa e Agrimensora pela UFRA. Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia (PPGGRD/UFPA), com atuação em geoprocessamento e análise ambiental. ORCID: 0009-0003-0115-188X

<sup>2</sup> Engenheiro Cartógrafo e Agrimensor pela UFRA. Programador com atuação em automação de processos e integração de dados geoespaciais aplicados ao geoprocessamento. ORCID: 0009-0005-2249-486X

***Geotechnologies to Monitor CAR Overlap and Deforestation  
in the Nascentes da Serra do Cachimbo Reserve***

**ABSTRACT:** This study aimed to identify overlaps of the Rural Environmental Registry (CAR) within the Nascentes da Serra do Cachimbo Biological Reserve (RBNSC) in Pará, and to analyze deforestation dynamics detected by PRODES between 2008 and 2024. The research used official data from SICAR, ICMBio, and PRODES/INPE, processed in QGIS 3.40, applying geoprocessing techniques for spatial intersection, area calculation, and integration of socio-environmental attributes. The results indicated the overlap of 115 properties within the RBNSC, covering 43.76% of its area, in violation of the legislation governing biological reserves. Accumulated deforestation revealed critical peaks in 2008, 2015, 2019, and especially in 2020, when 2,588.37 hectares were cleared. Socio-environmental characterization showed a predominance of agricultural (52 properties) and livestock (22 properties) activities, associated with land use expansion. Additionally, most of the analyzed registries are suspended or pending with SEMAS-PA, highlighting inconsistencies in the declaratory system. It is concluded that the RBNSC faces significant pressures from irregular occupation and forest degradation, requiring urgent land regularization measures and strengthened environmental enforcement to ensure its full protection objectives.

**Keywords:** monitoring; environmental preservation; geotechnologies; CAR; deforestation.

## INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação (UCs) desempenham papel estratégico na proteção e preservação da biodiversidade brasileira e na manutenção de serviços ecossistêmicos, sendo fundamentais para o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento sustentável. A Amazônia, maior bioma do país, concentra a maior extensão dessas áreas, embora sua rede de proteção ainda seja considerada insuficiente diante da dimensão territorial e da relevância global do bioma (MMA, 2009). Instituídas pela Lei nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), as UCs possuem objetivos específicos de conservação definidos por lei e são divididas em dois grandes grupos: proteção integral e uso sustentável (Brasil, 2000).

Dentro do grupo de proteção integral, destaca-se a Reserva Biológica (REBIO), cuja finalidade é assegurar a preservação total da biota e dos ecossistemas, permitindo apenas atividades de pesquisa científica e ações de manejo imprescindíveis à conservação (Zamadei et al., 2019). No entanto, diversas REBIOS vêm sofrendo pressões externas, como desmatamento e sobreposições fundiárias, que ameaçam seus objetivos. É o caso da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo (RBNSC), localizada no sul do Pará, que protege as nascentes de importantes bacias hidrográficas, como Xingu e Tapajós, mas que apresenta registros de perda de vegetação nativa e de sobreposição de imóveis rurais cadastrados no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

O CAR, criado pela Lei nº 12.651/2012, constitui um registro público eletrônico obrigatório para imóveis rurais, com a finalidade de integrar informações ambientais e apoiar o controle e monitoramento do uso da terra. Contudo, por ser autodeclaratório, esse sistema tem apresentado inconsistências, incluindo sobreposições em áreas onde não deveria haver ocupação humana, como unidades de conservação de proteção integral, contribuindo para conflitos fundiários e ambientais (Duarte et al., 2019; Martins et al., 2018).

Complementarmente, destaca-se o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Desde 1988, o PRODES produz taxas anuais de desmatamento na Amazônia Legal a partir de imagens de satélite, como LANDSAT-8/OLI, CBERS-4 e IRS-2, identificando áreas mínimas de 6,25

hectares. As informações fornecidas pelo projeto são indispensáveis para o controle do desmatamento e para subsidiar políticas públicas de combate às ilegalidades ambientais (INPE, 2022).

Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) emergem como ferramentas essenciais para o monitoramento ambiental, possibilitando a integração e análise de dados espaciais provenientes de sensores remotos e bases oficiais, como o PRODES e o CAR. O uso dessas geotecnologias fortalece a governança ambiental ao subsidiar órgãos gestores com informações georreferenciadas precisas para tomada de decisão.

Segundo Rodrigues (2018):

*Geographic Information System (GIS) ou simplesmente sistema de informação Geográfica (SIG) compreende como um sistema que recebe, analisa, manipula, trata e armazena informações de cunho geográfico com o apoio de ferramentas computacionais que integra a informação geográfica, software e hardware, além do profissional especializado que manuseia esses dados (p. 45).*

As geotecnologias constituem um conjunto de ferramentas científicas e computacionais voltadas para a análise do ambiente, integrando disciplinas como cartografia, sensoriamento remoto, geoprocessamento e sistemas de informação geográfica (SIG) (Santos, 2015).

Segundo Santos (2015) a Geotecnologia, passa a ser protagonista no que se refere à análise ambiental, no qual tarefas que antes eram morosas e realizadas com grande dificuldade, agora podem ser concretizadas rapidamente e com melhores resultados tais como: delimitação de corredores ecológicos, estudo de ecologia da paisagem, manejo de bacias hidrográficas, risco de incêndios florestais, risco de inundação, monitoramentos e adequações ambientais, projetos de implementação e condução de maciços florestais, zoneamentos ambientais, planos de manejo de unidades de conservação, dentre outras, pois as tecnologias relacionadas às informações espaciais (Geoinformação) abrange a aquisição, processamento, interpretação (ou análise) de dados ou informações espacialmente referenciadas. Desta forma as informações geotecnológicas e ambientais, de preferência livres e de fácil acesso, vindas de uma sociedade globalizada, tornam-se importantíssimas para o desenvolvimento sustentável de nosso planeta.

Essas tecnologias permitem a coleta, processamento, análise e disponibilização de informações georreferenciadas, sendo fundamentais para o

planejamento e a gestão de áreas protegidas, como a Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo (RBNSC).

Diante deste cenário, este estudo tem como objetivo identificar sobreposições do Cadastro Ambiental Rural (CAR) na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo no Pará e analisar a dinâmica do desmatamento detectado pelo PRODES entre 2008 e 2024 de forma a subsidiar a gestão ambiental e a conservação da biodiversidade.

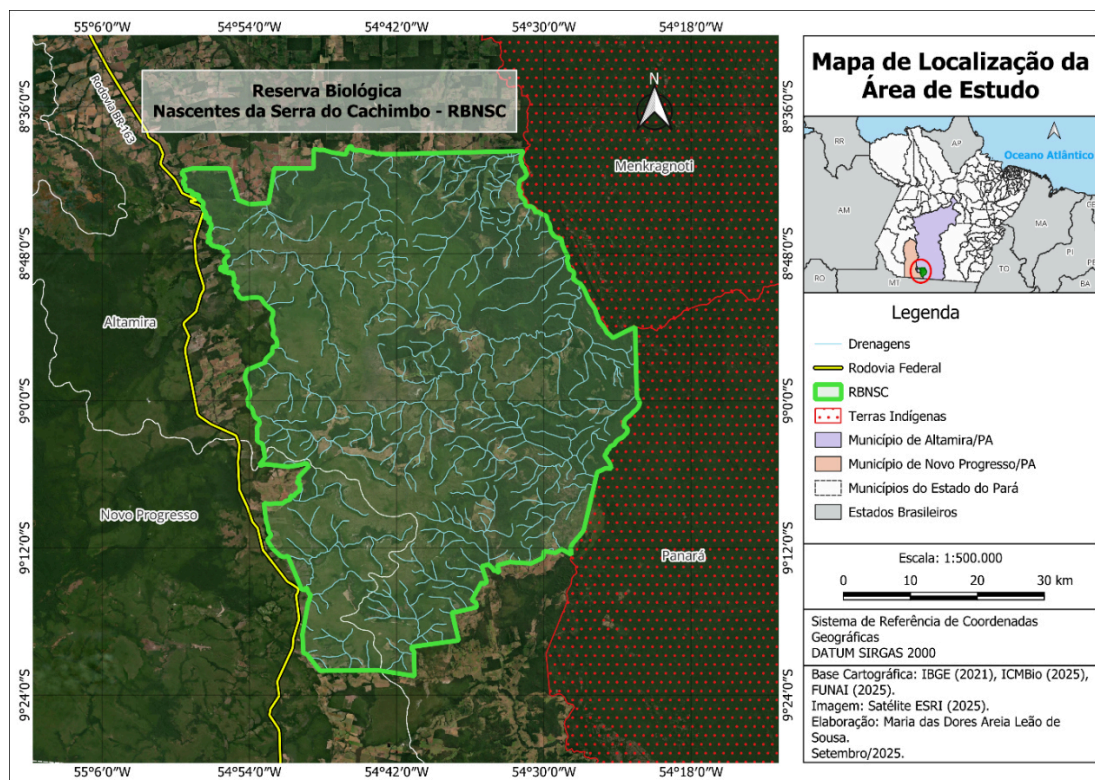
## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

A Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo (RBNSC), é uma unidade de conservação de proteção integral, criada pelo Decreto Federal de 20 de maio de 2005, com uma área de 342.477,60 hectares, com coordenadas 9° 0' 39.85" S e 54° 41' 18.94" O, possui significativa importância ambiental, principalmente por proteger centenas de nascentes perenes, formadoras de importantes rios das bacias do Xingu e do Tapajós (MMA, 2009).

Ela está localizada nos municípios de Altamira e Novo Progresso, na extremidade sudeste da Serra do Cachimbo, sul do Pará, adjacente à BR-163, limitando-se com as Terras Indígenas Panará e Menkragnoti. A Reserva encontra-se nas Bacias do Tapajós (10,98%) e do Xingu (89,02%) segundo o ISA (2025).

**Figura 01 – Mapa de Localização da área de estudo.**



Fonte: Os autores (2025).

### **Aquisição de dados**

Foram adquiridos arquivos vetoriais no formato “shapefile” (.shp) referentes aos polígonos dos imóveis rurais declarados no SICAR, disponibilizados pela SEMAS-PA<sup>3</sup>, além do limite oficial da REBIO Nascentes da Serra do Cachimbo, obtido no ICMBio<sup>4</sup> e dos dados de desmatamento do período de 2008 a 2024 disponibilizados pelo PRODES/INPE<sup>5</sup>.

### **Levantamento dos dados do Cadastro Ambiental Rural**

Foram pesquisados dados e metadados do Cadastro Ambiental Rural - CAR disponibilizados no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) no qual foram levantadas as informações dos imóveis rurais declarados contidos na área de estudo, informações sobre os módulos fiscais destes imóveis, as atividades desenvolvidas, as situações dessas propriedades/posses do CAR (se está ativo, pendente ou cancelado, por exemplo).

<sup>3</sup> Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/analise/car/geoprocessamento.php>

<sup>4</sup> Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados\\_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais)

<sup>5</sup> Disponível em: <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>

### **Softwares e ferramentas**

As análises foram realizadas utilizando o QGIS 3.40, plataforma de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que permite integrar, processar e analisar dados espaciais de múltiplas fontes. As principais ferramentas utilizadas foram o geoprocessamento vetorial com operações de interseção e sobreposição entre CAR, PRODES e limites da RBNSC, cálculo de área permitindo a determinação da extensão do desmatamento dentro da RBNSC e nas áreas sobrepostas ao CAR e a visualização cartográfica a partir da elaboração de mapas temáticos para evidenciar desmatamento acumulado e sobreposições fundiárias.

### **Processamento dos dados obtidos**

Com os dados adquiridos, iniciou-se o processamento no software QGIS versão 3.40.5 – Bratislava, onde foram realizadas as etapas de importação dos shapefiles e a reprojeção para o mesmo sistema de referência espacial (EPSG: 31981 – SIRGAS 2000/UTM zona 21S), a fim de garantir a consistência espacial das análises.

Na sequência, foram efetuadas as interseções espaciais entre o shapefile da RBNSC e os polígonos do CAR, permitindo identificar os imóveis sobrepostos à unidade de conservação. Para cada propriedade, foram calculadas as áreas reprojadas e incidentes dentro da RBNSC (Figura 02), possibilitando a mensuração da extensão de sobreposição em hectares e o percentual em relação à área do imóvel. Esse procedimento foi fundamental para dimensionar a pressão fundiária sobre a unidade.

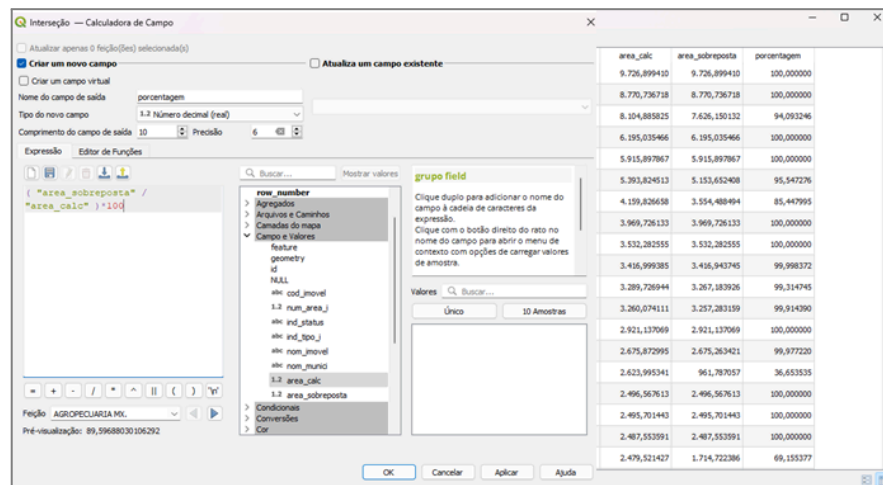
**Figura 02** – Tabela de atributos dos imóveis do CAR sobrepostos à Reserva, com a informação das áreas calculadas e reprojctadas.

cod_imovel	num_area_j	ind_status	ind_tipo_j	nom_imovel	nom_munici	area_calc
PA-1505031-AEBE69721B345D589A1F7C3F2E0FE35	9,734,0399	PE	.....	GLEBA CURUAES...	Novo Progresso	9,726,899410
PA-1500602-F3FC35467F554905B3036862A80A82EE	8,778,8961	PE		FAZENDA SÃO ROQUE	Altamira	8,770,736718
PA-1500602-F57064224235640AEA70DA7F717B7C8DA	8,110,1427	SU	IRU	FAZENDA VIDOVIX 2	Altamira	8,104,885825
PA-1500602-479A95E6945E4E608A58CB822813A1D1	6,200,4262	PE	IRU	FAZENDA CAROLINA	Altamira	6,195,035466
PA-1500602-A999667D122E4BF79CC2EA7906899197	5,920,3506	SU	IRU	FAZENDA SANTO ANTONIO	Altamira	5,915,897867
PA-1500602-40AB4F4B81294CCDACC809C18019017CC	5,396,3420	SU	IRU	FAZENDA VIDOVIX 1	Altamira	5,393,824513
PA-1505031-A61CED81F1D74586865DC5F0D25A70A3	4,162,3344	SU	IRU	FAZENDA CARREPIR	Novo Progresso	4,159,826658
PA-1500602-335129EB85F6486AACD5B5E8039EFED2	3,972,3728	SU	IRU	FAZENDA PAI E FILHOS	Altamira	3,969,726133
PA-1500602-2C686EE50152467AB3168D45D5C88E00	3,535,0008	SU	IRU	FAZENDA PARAI...	Altamira	3,532,282555
PA-1500602-3538769B75A0439EAA4F69DAB1EE7270	3,419,0006	SU	IRU	FAZENDA PARANÁ	Altamira	3,416,999385
PA-1500602-6B27C80F4252426780247F9C4B2860ED	3,291,8036	SU	IRU	FAZENDA BUGIO	Altamira	3,289,726944
PA-1500602-41018AF1CD7847CCB990FDF41A078C22	3,262,3377	SU	IRU	ESTÂNCIA PARAGUAI II	Altamira	3,260,074111
PA-1500602-04F380E32531401FA1A35E599CA1F763	2,922,9406	SU	IRU	FAZENDA PARANÁ	Altamira	2,921,137069
PA-1500602-57EB1C6D85924629AD9F5800CE717FAE	2,678,8146	SU	IRU	FAZENDA SOBERANA II	Altamira	2,675,872995
PA-1500602-1E400FA18CB421394DA2A931C04AC4D	2,626,9261	PE	IRU	FAZENDA CACHOEIRA	Altamira	2,623,995341
PA-1500602-74D7B88C636C42D9B2B85B1753CD2D1A	2,499,1337	SU	IRU	FAZENDA SANTA MARIA II	Altamira	2,496,567613
PA-1500602-863D4013697449FEB16C178852DC113E	2,498,0892	SU	IRU	FAZENDA MARINA	Altamira	2,495,701443
PA-1500602-311B53F9440341CE83168207688CF24E	2,490,1232	SU	IRU	FAZENDA SOBERANA I	Altamira	2,487,553591
PA-1500602-37E3DF4C6F1D4030A45ACEE5EAC9377E1	2,480,7665	SU	IRU	FAZENDA CRIST...	Altamira	2,479,521427

Fonte: Os autores (2025).

Na Figura 03 é apresentado o procedimento realizado no QGIS, por meio da ferramenta Calculadora de Campo, onde foi criado um novo campo destinado a armazenar a porcentagem de sobreposição entre os imóveis do CAR e a área da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo. À esquerda, observa-se a configuração da expressão utilizada para o cálculo percentual, considerando a razão entre a área sobreposta e a área total de cada imóvel. À direita, é exibido o resultado do processamento diretamente na tabela de atributos, evidenciando o valor calculado em hectares e sua respectiva porcentagem para cada registro. Esse procedimento foi essencial para quantificar o grau de incidência das propriedades dentro da unidade de conservação, permitindo análises comparativas entre diferentes categorias de sobreposição.

**Figura 03** – Criação e aplicação do campo de porcentagem de sobreposição no QGIS.



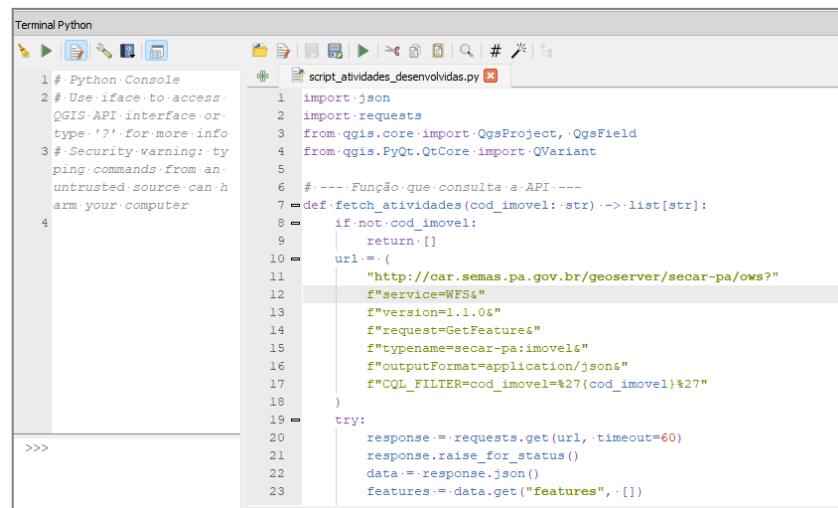
Fonte: Os autores (2025).

De forma complementar, realizou-se a interseção entre o shapefile da RBNSC e os polígonos de desmatamento acumulado do PRODES (2008–2024), o que possibilitou identificar os trechos da reserva impactados pela perda de vegetação nativa. Em seguida, procedeu-se à análise cruzada entre os imóveis do CAR e o desmatamento acumulado, de modo a verificar em quais propriedades cadastradas ocorreram registros de supressão florestal.

Na etapa de caracterização socioambiental dos imóveis cadastrados no CAR, foi necessário incorporar informações sobre as atividades produtivas desenvolvidas nas propriedades (como agricultura, pecuária, outros), as quais não estavam originalmente disponíveis na tabela de atributos da camada. Esses dados, embora possam ser visualizados individualmente no site da SEMAS/CAR, não estavam estruturados para análise espacial integrada. Para superar essa limitação, foi desenvolvido no Terminal Python do QGIS (Figura 04) um script que automatizou a consulta à API da SEMAS, coletando as informações declaradas e adicionando-as diretamente à tabela de atributos dos imóveis sobrepostos à Rebio.

Essa integração possibilitou a elaboração de gráficos comparativos e análises mais consistentes sobre o perfil socioambiental das propriedades e sua relação com os registros de desmatamento.

**Figura 04** – Trecho do Script em Python desenvolvido no QGIS para automatizar a coleta de informações socioambientais dos imóveis cadastrados no CAR, por meio de consulta à API da SEMAS. O código permitiu integrar as atividades produtivas declaradas diretamente na tabela de atributos das propriedades sobrepostas à Rebio Nascentes da Serra do Cachimbo.



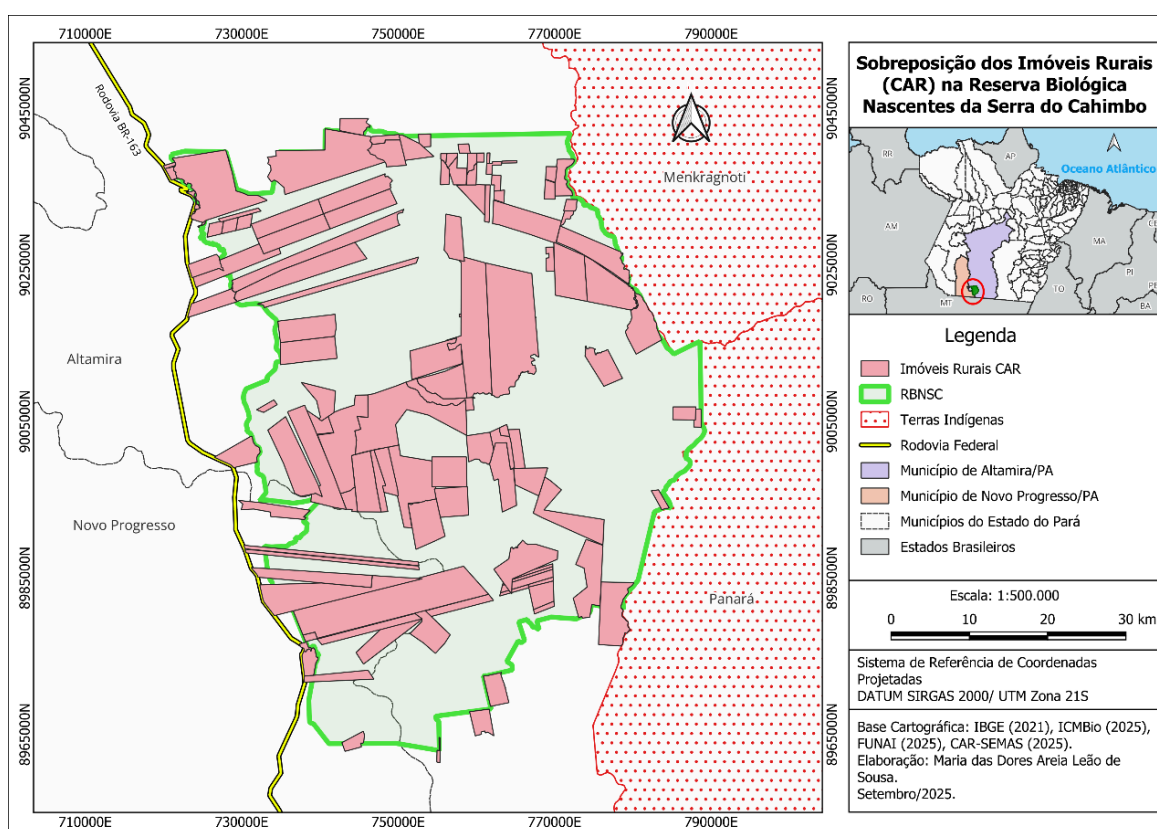
```
1 # Python Console
2 # Use iface to access
3 # QGIS API interface or
4 # type '?' for more info
5 # Security warning: ty
6 # ping commands from an
7 # untrusted source can h
8 # arm your computer
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629

```

## Sobreposição do CAR na RBNSC

A partir dos processamentos dos dados, foi possível identificar 115 imóveis sobrepostos na unidade de conservação da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo (RBNSC), evidenciando a presença de ocupantes dentro da reserva, sejam eles moradores da comunidade local, como também posseiros e grileiros (Figura 05).

**Figura 05** – Mapeamento das sobreposições do CAR na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo.



Fonte: Os autores (2025).

Os imóveis sobrepostos na reserva representaram em torno de 149.759,2936 hectares equivalentes a 43,76% da reserva, identificando desconformidade com a Lei Federal nº 9.985/2000 em relação à categoria das reservas biológicas que não pode haver áreas particulares dentro dessas UCs conforme o Art.10 da Lei.

Art. 10. A Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de

manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.

§ 1º A Reserva Biológica é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites serão desapropriadas, de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º É proibida a visitação pública, exceto aquela com objetivo educacional, de acordo com regulamento específico.

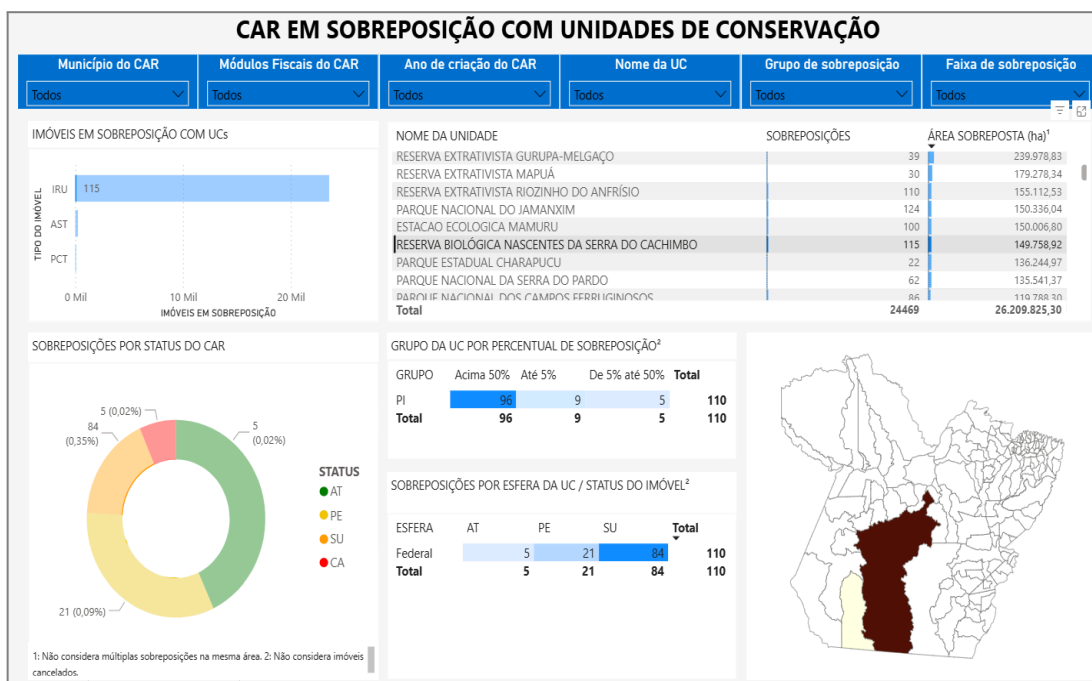
§ 3º A pesquisa científica depende de autorização prévia do órgão responsável pela administração da unidade e está sujeita às condições e restrições por este estabelecidas, bem como àquelas previstas em regulamento (Brasil, 2000, p.5).

Assim, a constatação da sobreposição de imóveis na RBNSC revela não apenas um descumprimento legal, mas também um entrave para a efetividade dos objetivos de conservação integral, comprometendo a proteção da biodiversidade e a gestão territorial da unidade.

Sabendo que a realização da declaração dos imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural reflete a situação ambiental dessas áreas — funcionando como um indicador relevante do desmatamento —, observa-se que um dos principais incentivos para o registro é a exigência para obtenção de empréstimos e benefícios financeiros, como o crédito rural. Para (Rocha et al., 2019), diversos cadastros apresentam fracionamento da área total, seja para reduzir obrigações legais ou para se enquadrar em perfis de incentivo, o que dificulta a verificação e a precisão das informações.

A validação dos dados processados neste estudo foi realizada com base em informações oficiais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS, 2025). O dashboard disponibilizado pela SEMAS-PA, que apresenta os imóveis do CAR sobrepostos às unidades de conservação, confirmou a coerência espacial entre os dados obtidos neste trabalho e aqueles registrados pelo órgão estadual (Figura 06).

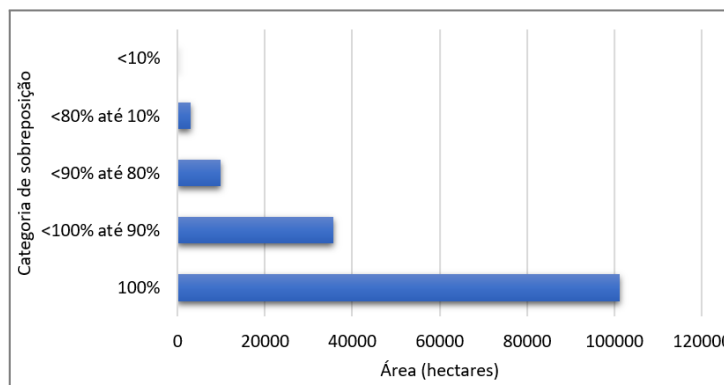
**Figura 06** – Dashboard da SEMAS mostrando imóveis do CAR sobrepostos à Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo.



Fonte: SEMAS (2025).

A análise da sobreposição dos imóveis do Cadastro Ambiental Rural (CAR) à RBNSC evidenciou diferentes níveis de coincidência espacial entre os polígonos declarados e os limites da Unidade de Conservação. Os resultados indicaram que 101.202,23 hectares correspondem a imóveis que estão 100% inseridos dentro da área da Reserva, configurando situações de total sobreposição. Já a categoria de sobreposição entre menos de 100% e 90% representou aproximadamente 35.626,38 hectares, enquanto os imóveis que se encontram entre 90% e 80% corresponderam a 9.927,66 hectares. Para a faixa de 80% até 10%, o total sobreposto foi de 2.926,38 hectares, e, por fim, áreas com menos de 10% de sobreposição totalizaram 76,64 hectares (Figura 07).

**Figura 07** – Gráfico de quantificação das sobreposições entre CAR e RBNSC.



Fonte: Os autores (2025).

Essa estratificação demonstra que, embora exista uma quantidade significativa de imóveis parcialmente sobrepostos, a maior expressividade recai sobre aqueles que apresentam integração total com a área da UC, evidenciando um cenário crítico de inconformidade legal e de necessidade urgente de regularização fundiária, uma vez que reservas biológicas, por sua categoria de proteção integral, não admitem propriedades privadas em seus limites.

### **Desmatamento acumulado (2008–2024)**

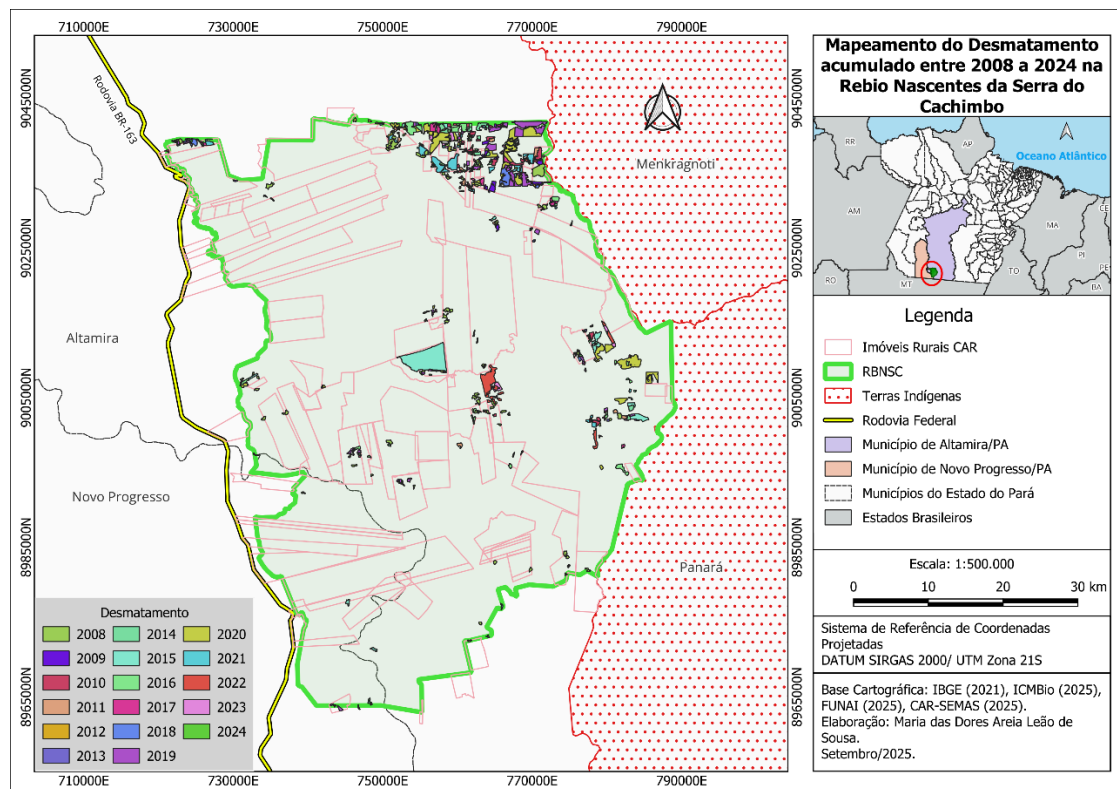
Conforme o plano de manejo da RBNSC além de apresentar riqueza dos ambientes e diversidade, ela ocupa um importante espaço garantindo a conectividade ambiental da região e da porção centro-sul do Corredor de Conservação da Amazônia Meridional que é o conjunto de áreas protegidas com a função de promover uma barreira ao avanço do desmatamento do leste e sul da Amazônia (MMA, 2009).

Entretanto, o número de desmates e queimadas só vem aumentando no decorrer do tempo. Esses crimes ambientais são os principais problemas na região da RBNSC em consequência do exemplo desordenado da ocupação territorial e grilagem de terras, com exploração intensiva de recursos naturais, tendo em vista obter lucros imediatos (Greenpeace, 2025).

Conforme a Figura 08, os polígonos de desmatamento concentram-se principalmente nas bordas da unidade no sentido Nordeste, Leste e centro da Rebio,

em imóveis sobrepostos, sugerindo que a ocupação irregular pode estar diretamente relacionada ao avanço da supressão florestal.

**Figura 08** – Distribuição espacial do desmatamento acumulado (2008–2024) na RBNSC, com destaque para áreas sobrepostas.



Fonte: Os autores (2025).

Esse padrão espacial confirma estudos prévios que indicam que as bordas das unidades de conservação são mais vulneráveis às pressões antrópicas, devido à maior acessibilidade e ao histórico de ocupação desordenada (Vasconcelos, 2005). Ao relacionar o desmatamento com os imóveis do CAR, observou-se que parte significativa da supressão ocorreu em propriedades cadastradas, evidenciando falhas no controle ambiental e lacunas na fiscalização.

A interseção espacial entre os polígonos do PRODES (2008–2024) e os limites da RBNSC gerou uma tabela de atributos contendo as classes de desmatamento, os respectivos anos e as áreas calculadas em hectares. Como exemplo, a Figura 09 apresenta um recorte dessa tabela, onde é possível observar ocorrências de corte raso com solo exposto, corte raso com vegetação e desmatamento por degradação progressiva nos anos de 2022, 2023 e 2024.

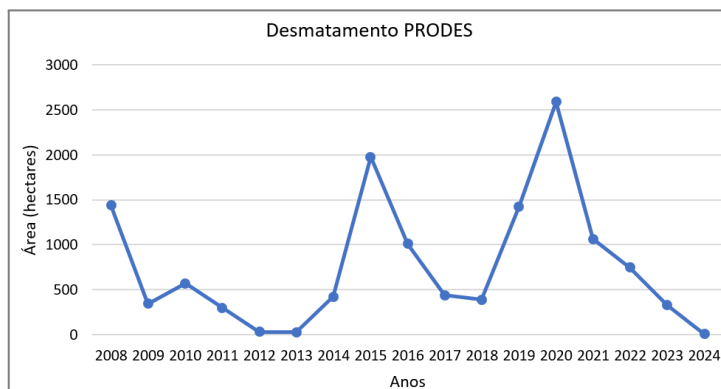
**Figura 09** – Exemplo de tabela de atributos resultante da interseção espacial entre desmatamento do PRODES (2008–2024) e os limites da RBNSC, destacando classes de desmatamento e áreas em hectares.

	main_class	class_name	sub_class	year	area_km	area_ha_de
1	DESMATAMENTO	d2024	desmatamento por degradação progressiva	2.024,000000000...	0,076731259548207	7,673126
2	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,003165804636148	0,31658
3	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,007373305993235	0,737331
4	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,014950175821939	1,495018
5	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,029997985033431	2,999799
6	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,032479850197849	3,247985
7	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,033810872793928	3,381087
8	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,053506891970816	5,350689
9	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,053962756560609	5,396276
10	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,067224371503386	6,722437
11	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,071940539624049	7,194054
12	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com solo exposto	2.023,000000000...	0,076193601004714	7,619360
13	DESMATAMENTO	d2023	corte raso com vegetação	2.023,000000000...	0,682228116375907	68,222812
14	DESMATAMENTO	d2023	desmatamento por degradação progressiva	2.023,000000000...	0,9,98855528e-05	0,009989
15	DESMATAMENTO	d2023	desmatamento por degradação progressiva	2.023,000000000...	0,03232689405838	3,232689
16	DESMATAMENTO	d2023	desmatamento por degradação progressiva	2.023,000000000...	0,074322900532453	7,432290

Fonte: Os autores (2025).

A análise dos dados do PRODES (2008–2024), após a interseção com os limites da RBNSC, evidencia que os maiores picos de desmatamento na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo ocorreram em 2008 (1.438,85 ha), 2015 (1.976,04 ha), 2019 (1.424,54 ha) e principalmente em 2020, quando foi registrado o valor mais elevado de todo o período, com 2.588,37 ha. Esses anos representam momentos críticos de pressão antrópica sobre a unidade, sugerindo forte avanço da ocupação irregular e da supressão florestal (Figura 10).

**Figura 10** – Evolução anual do desmatamento na RBNSC (2008–2024) a partir da interseção com os dados do PRODES, evidenciando picos de desmatamento em anos específicos.

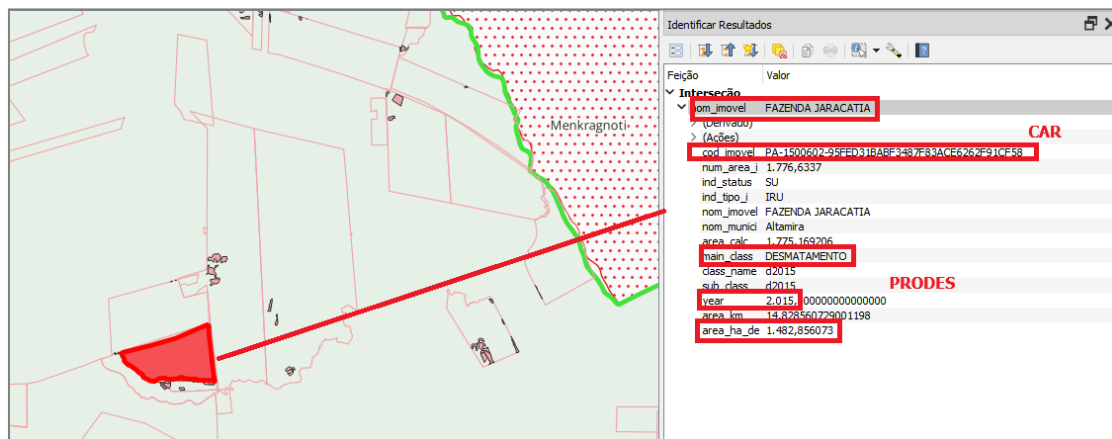


Fonte: Os autores (2025).

Apesar de haver períodos com valores relativamente baixos (como 2012, 2013, 2014 e 2023, que registraram apenas áreas pontuais de corte raso), os resultados confirmam a persistência de pressões antrópicas na RBNSC, mesmo em um território que, por ser uma Reserva Biológica, deveria estar livre de exploração.

Na integração CAR x PRODES a análise integrada das bases permitiu identificar propriedades rurais com sobreposição à RBNSC que também registraram desmatamento acumulado entre 2008 e 2024. Essa interseção representa o ponto crítico da pesquisa, pois associa diretamente a presença de imóveis irregulares à degradação ambiental dentro da unidade de conservação, exemplo na Figura 11.

**Figura 11** – Interseção entre propriedades rurais do CAR e áreas desmatadas do PRODES (2008–2024) na RBNSC, destacando imóveis sobrepostos e o desmatamento acumulado exemplo “Fazenda Jaracatia”.



Fonte: Os autores (2025).

Segundo Nepstad et al. (2014), a efetividade das áreas protegidas na Amazônia depende da capacidade de coibir desmatamentos ilegais, especialmente em regiões de fronteira agrícola. Os achados deste estudo reforçam essa perspectiva, ao demonstrar que a simples existência de um instrumento declaratório, como o CAR, não é suficiente para garantir a proteção das unidades de conservação sem mecanismos robustos de validação e fiscalização.

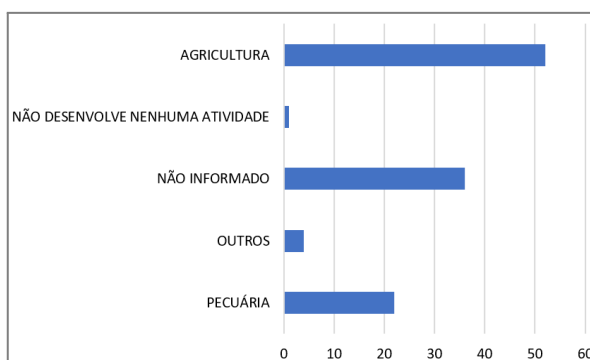
### **Caracterização socioambiental dos imóveis**

As informações extraídas via automação em Python, a partir da base do Cadastro Ambiental Rural da SEMAS, evidenciaram que as atividades mais recorrentes nas propriedades como a pecuária e a agricultura. Esse perfil produtivo sugere forte dependência de práticas de uso direto da terra, muitas vezes associadas à supressão florestal para abertura de pastagens e áreas cultiváveis.

A caracterização das propriedades sobrepostas, nas atividades produtivas declaradas, possibilitou compreender o perfil socioeconômico dos ocupantes. A análise das atividades produtivas declaradas evidenciou que a agricultura (52 registros) e a pecuária (22 registros) representam a maior parte das práticas desenvolvidas nos imóveis sobrepostos, seguidas por categorias residuais como “outros” (4 registros). Observou-se ainda que em 36 casos não houve informação declarada, e em apenas 1 caso foi registrado que não havia atividade produtiva

(Figura 12). Esse cenário indica uma forte dependência de atividades agropecuárias, corroborando a literatura que aponta a expansão agrícola e pecuária como principais vetores de desmatamento na Amazônia (Carvalho et al. 2005; Gibbs et al., 2010).

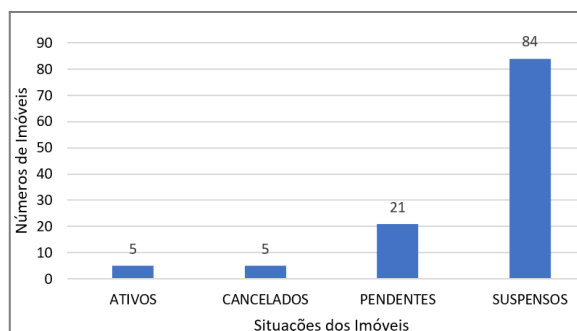
**Figura 12** – Gráfico das atividades desenvolvidas declaradas no CAR.



Fonte: Os autores (2025).

Com relação à situação dos cadastros desses imóveis junto à SEMAS-PA revelou que a maioria se encontra suspensa (84), seguida por cadastros pendentes (21), enquanto apenas 5 imóveis permanecem ativos e outros 5 foram cancelados conforme mostra a Figura 13, de acordo com a SEMAS os cadastros pendentes correspondem àqueles que apresentam inconsistências técnicas ou sobreposições com áreas protegidas, Terras Indígenas ou outros imóveis rurais, e que dependem do cumprimento de diligências notificadas. Já os cadastros suspensos referem-se a imóveis com irregularidades ambientais ou documentais que afetam diretamente o processo de regularização ambiental, podendo ter seus benefícios temporariamente suspensos por decisão administrativa ou judicial (SEMAS, 2025).

**Figura 13** – Situação dos cadastros do CAR junto à SEMAS-PA.



Fonte: Os autores (2025).

## CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo enfrenta forte pressão de ocupação irregular, com significativa sobreposição de imóveis do CAR, o que compromete a integridade de uma unidade destinada exclusivamente à proteção integral. Esse quadro evidencia fragilidades no sistema declaratório do CAR e na fiscalização ambiental.

A análise do desmatamento revelou picos expressivos em anos específicos, como 2015 e 2020, indicando que a ocupação irregular está diretamente relacionada à supressão florestal. A caracterização socioambiental das propriedades apontou predominância de atividades agrícolas e pecuárias, reforçando a ligação entre o uso produtivo da terra e a degradação ambiental na área.

Desta forma, diante dos imóveis incidentes na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo evidencia-se a importância do cruzamento de informações geoespaciais com base no banco de dados de outros órgãos com a finalidade de analisar os elementos para que se tomem as medidas cabíveis para as suas realocações, indenizações no sentido de manter a Reserva Biológica segura.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225 da Constituição Federal. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-9985-18-julho-2000-359708-normaa-tualizada-pl.pdf>. Acesso em: 20 set. 2025.
- CARVALHO, W. D. et al. Deforestation control in the Brazilian Amazon: A conservation struggle being lost as agreements and regulations are subverted and bypassed, *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 17, Issue 3, Pages 122-130, ISSN 2530-0644, 2019. doi.org/10.1016/j.pecon.2019.06.002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064418301263>. Acesso em: 22 set. 2025.
- DA ROCHA, V. N. L.; DOS SANTOS, A. L. S. Cadastro Ambiental Rural (CAR) e municípios costeiros maranhenses: análise dos dados autodeclarados. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 10, n. 4, p. 328-336, 2019. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.004.0025 Disponível em: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2019.004.0025>. Acesso em: 21 set. 2025.
- DUARTE, M. et al. Pressões ambientais em Unidades de Conservação: estudo de caso no sul do Estado do Amazonas. *GOT - Geography and Spatial Planning Journal*, n. 18, p. 108, 2019. DOI:10.17127/got/2019.18.005 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/338235035\\_Pressoes\\_Ambientais\\_em\\_Unidades\\_de\\_Conservacao\\_estudo\\_de\\_caso\\_no\\_sul\\_do\\_Estado\\_do\\_Amazonas](https://www.researchgate.net/publication/338235035_Pressoes_Ambientais_em_Unidades_de_Conservacao_estudo_de_caso_no_sul_do_Estado_do_Amazonas). Acesso em: 20 set. 2025.
- INPE. Programa de Monitoramento da Amazônia por Satélite – PRODES. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 23 set. 2025.
- GIBBS, H. K. et al. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 38, p. 16732-16737, 2010. DOI: 10.1073/pnas.0910275107. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.0910275107>. Acesso em: 22 set. 2025.
- GREENPEACE. Desmatamento na Amazônia: causas e consequências. Greenpeace Brasil, 2025. Disponível em: [https://www.greenpeace.org/brasil/blog/desmatamento-na-amazonia/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.greenpeace.org/brasil/blog/desmatamento-na-amazonia/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 24 set. 2025.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/4327>. Acesso no dia: 23 de set. de 2025.
- MARTINS, H.; NUNES, S.; SOUZA, J. R. C. CAR: Cadastro Ambiental em Áreas Protegidas. Belém: Imazon, 2018. Disponível em: [https://imazon.fly.storage.tigris.dev/wp-backup/PDFimazon/Portugues/outros/OEestadoAPs\\_CAR.pdf](https://imazon.fly.storage.tigris.dev/wp-backup/PDFimazon/Portugues/outros/OEestadoAPs_CAR.pdf). Acesso em: 20 set. 2025.

MMA. Plano de Manejo da Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo. Brasília, 2009. Disponível em: [https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/rebio-dnascentes-da-serra-do-cachimbo/arquivos/rebio\\_nascentes\\_da\\_serra\\_do\\_cachimbo.pdf](https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/rebio-dnascentes-da-serra-do-cachimbo/arquivos/rebio_nascentes_da_serra_do_cachimbo.pdf). Acesso em: 23 set. 2025.

NEPSTAD, D. et al. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 2014. DOI: 10.1126/science.1248525. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24904156/>. Acesso em: 24 set. 2025.

RODRIGUES, G. B. Elaboração de um mapa interativo da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém, com disponibilidade na Web. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018. 72 f. Disponível em: [https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/124/simple-search?location=123456789%2F124&query=&rpp=10&sort\\_by=score&order=desc&filter\\_field\\_1=dateIssued&filter\\_type\\_1>equals&filter\\_value\\_1=2018&submit\\_filter\\_remove\\_1=X](https://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/124/simple-search?location=123456789%2F124&query=&rpp=10&sort_by=score&order=desc&filter_field_1=dateIssued&filter_type_1>equals&filter_value_1=2018&submit_filter_remove_1=X). Acesso em: 20 set. 2025.

SANTOS, A. R. et al. Geotecnologias & análise ambiental: aplicações práticas. Alegre, ES: Caufes, 2015. Disponível em: <https://www.mundogeomatica.com/livros/livrogeotecnologianaliseambiental/livrogeotecnologiaanaliseambiental.pdf>. Acesso em: 24 set. 2025.

SEMAS - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Disponível em <https://www.semas.pa.gov.br/> Acesso em: 23 de set de 2025.

VASCONCELOS, F. P. Gestão Integrada da Zona Costeira - Ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. 1. ed. Fortaleza: Premius, v. 1. 87p, 2005. Disponível em: [https://www.semas.pa.gov.br/consulta\\_bibliografica/biblio-records/view/623](https://www.semas.pa.gov.br/consulta_bibliografica/biblio-records/view/623) Acesso em: 20 set. 2025.

ZAMADEI, T.; HEIMANN, J. P.; PIRES, P. T. L. Recategorização de unidades de conservação: estudo de caso Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo-PA, Brasil. *Ciência Florestal*, v. 29, n. 4, p. 1796-1808, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/ffQ7yfDkT3ZSdfR9PQ3Wf4S/?lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2025.

# COLLABORATION NETWORKS FOR THE SUSTAINABILITY OF THE WATER-ENERGY-FOOD NEXUS IN THE CAATINGA AND THE CERRADO: A PARTICIPATORY, MULTILEVEL, MULTIMETHOD APPROACH

**Amanda Sousa Silvino<sup>1</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
amandasilvino@gmail.com

**Sergio Mantovani Paiva Pulice<sup>2</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
sergio.ppulice@gmail.com

**Manoel Cardoso<sup>3</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
manoel.cardoso@inpe.br

**Evandro Albiach Branco<sup>4</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
evandro.albiach@inpe.br

**Ana Paula Dutra de Aguiar<sup>5</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
ana.aguiar@inpe.br

**Jean Pierre Henry Balbaud Ometto<sup>6</sup>**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
jean.ometto@inpe.br

**ABSTRACT:** This article offers a comprehensive analysis of partnership networks focusing on sustainability in Brazil's Caatinga and Cerrado biomes, employing a participatory multi-actor and multi-level approach. These biomes face significant deforestation, land degradation, and climate change challenges. By conducting network analysis, valuable insights are gained into the sustainability of these areas, revealing key actors and their interactions crucial for their sustainable future. The research also examines different scales of political engagement and prevalent sustainability narratives shaping these networks. Through methods such as actor mapping, questionnaires, and NetMaps creation, 337 organizations relevant to sustainability in these biomes were identified and analyzed. The study uncovers structural differences between the partnership networks of Caatinga and Cerrado, with distinct narratives prevailing in each. It highlights the importance of interstate

---

<sup>1</sup> PhD in Environment and Society and FAPESP postdoctoral researcher at INPE at Nexus Project

<sup>2</sup> PhD in Earth System Science from INPE with an emphasis on Social and Environmental Systems

<sup>3</sup> PhD in Earth and Environmental Science from the University of New Hampshire, USA. Researcher at INPE with a main focus on computational modelling of terrestrial ecosystem dynamics.

<sup>4</sup> PhD in Environmental Science. Researcher at the Division of Impacts, Adaptation and Vulnerability (DIIAV), and co-leader of LADIS, the Laboratory for the Analysis and Development of Sustainability Indicators at DIIAV/CGCT/INPE.

<sup>5</sup> PhD in Remote Sensing/Environmental Modelling and senior researcher at INPE.

<sup>6</sup> PhD in Sciences (Nuclear Energy in Agriculture). Senior Researcher INPE, Head of the Strategic Projects Division (DIP3) and Nexus project coordinator

collaboration for sustainability discourse, with specific organizations playing pivotal roles. Notably, the absence of internationally relevant organizations in these networks is observed. Overall, these findings contribute to a better understanding of network dynamics and identify key actors and levels crucial for effective, sustainable development initiatives in these biomes.

**Keywords:** Sustainability, Semiarid, Savanna, Socio-environmental governance.

## **REDES DE COLABORAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DO NEXUS ÁGUA, ENERGIA E ALIMENTO NA CAATINGA E NO CERRADO: UMA ABORDAGEM PARTICIPATIVA, MULTINÍVEL E MULTIMÉTODO**

**RESUMO:** Este artigo oferece uma análise abrangente das redes de parcerias voltadas para a sustentabilidade nos biomas Caatinga e Cerrado do Brasil, empregando uma abordagem participativa, multiator e multinível. Esses biomas enfrentam desafios significativos relacionados ao desmatamento, à degradação da terra e às mudanças climáticas. A análise de redes permite obter insights valiosos sobre a sustentabilidade dessas áreas, revelando atores-chave e suas interações cruciais para o futuro sustentável dos biomas. A pesquisa também examina diferentes escalas de engajamento político e as narrativas de sustentabilidade predominantes que moldam essas redes. Por meio de métodos como mapeamento de atores, questionários e construção de NetMaps, foram identificadas e analisadas 337 organizações relevantes para a sustentabilidade nesses biomas. O estudo revela diferenças estruturais entre as redes de parceria da Caatinga e do Cerrado, com narrativas distintas prevalecendo em cada uma. Destaca-se a importância da colaboração interestadual para o discurso da sustentabilidade, com organizações específicas desempenhando papéis centrais. Notavelmente, observa-se a ausência de organizações de relevância internacional nessas redes. Em síntese, esses achados contribuem para uma melhor compreensão da dinâmica das redes e identificam atores e níveis fundamentais para iniciativas eficazes de desenvolvimento sustentável nos biomas.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Semiárido, Savana, Governança socioambiental.

## INTRODUCTION

In a world where water, energy, and food (WEF) consumption has risen sharply due to industrialization, population growth, and economic globalization, and is further strained by rapid global environmental changes, sustainability has become an urgent and unavoidable challenge (Fletcher et al., 2024). Within this context, social organizations play a central role in promoting sustainable initiatives, with WEF production increasingly occupying a prominent place on the political agenda (García-Martínez et al., 2024). Over the past decade, numerous studies have adopted the Nexus approach to analyze the interconnections between WEF supply systems in societies (García-Martínez et al., 2024; YU et al., 2020). Yet, decisions concerning these production chains involve actors operating at multiple scales of social organization and are strongly shaped by the specificities of the socio-ecological networks in which they are embedded (Sayles et al., 2019). Despite this recognition, the WEF Nexus interconnections between the Brazilian biomes of Cerrado and Caatinga, which together cover nearly one-third of the national territory, remain little explored, even though both regions are crucial for understanding the dynamics of sustainability in South America.

The Cerrado and the Caatinga are among the most vulnerable Brazilian biomes to global climate change, although they differ markedly in the intensity and nature of anthropogenic pressures. The Cerrado, which extends across approximately two million square kilometers and even into parts of Bolivia and Paraguay, is characterized by a tropical savanna climate with well-defined wet and dry seasons. Its vegetation, shaped by adaptations to frequent fires such as twisted trunks and thick bark, forms a mosaic of grasslands, shrublands, and forested areas that are fundamental to continental hydrology. By regulating the water cycle and preventing soil erosion, the Cerrado plays a vital role in sustaining the major river basins of South America. However, it is also the main agricultural frontier in Brazil, especially within the MATOPIBA region (Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia), where the expansion of cattle ranching and soybean farming is driving deforestation and habitat fragmentation. These processes threaten biodiversity and produce significant ecological imbalances and social impacts. Soybean production, in particular, has consolidated Brazil as one of the world's largest producers, with China as its principal consumer market (OECD/FAO, 2024).

In contrast, the Caatinga is the only biome entirely restricted to Brazil, covering around 844,453 square kilometers or about 10% of the country's territory. It is distinguished by a semi-arid climate with low and irregular rainfall and is home to the largest semiarid population in the world. Its vegetation, composed of deciduous forests, thorny shrubs, and succulent plants, appears dry and barren during long droughts but demonstrates extraordinary resilience to extreme conditions, providing important lessons for climate adaptation and resilience studies. The ecosystems of the Caatinga contribute essential services such as carbon sequestration and soil stabilization. Yet the region faces pressing threats, including desertification, overgrazing, and deforestation, which exacerbate already difficult living conditions. Conservation strategies seek to counteract these pressures through sustainable agriculture, reforestation, and the establishment of conservation units designed to protect biodiversity and maintain ecological functions.

Beyond their ecological and socio-economic differences, both the Cerrado and Caatinga are also territories of high relevance for Brazil's energy and food production systems. In the Caatinga, although large-scale agriculture is concentrated in the São Francisco River Valley with fruit and sugarcane production, the basin itself plays a central role in the national energy sector. It hosts major hydroelectric plants such as Sobradinho, Paulo Afonso, and Xingó, and is simultaneously becoming a frontier for renewable energy, particularly wind and solar power. These dynamics position the Caatinga as a crucial biome for Brazil's energy transition.

The interplay of these factors makes it essential to investigate the governance of water, energy, and food systems in both regions from a network perspective. This study adopts a quali-quantitative network analysis to explore how partnership networks operate in the pursuit of sustainability in the Cerrado and Caatinga. It seeks to identify the key actors involved in advancing sustainability within the food, energy, and water (FEW) nexus, to understand how these organizations are spatially distributed, and to evaluate the connectivity among them by analyzing their networks. This perspective highlights the heterogeneity of social organizations advocating for sustainability, showing how different groups build distinct partnership networks and, at times, enter into conflict over their interests, worldviews, and agendas.

By examining these dynamics, the paper aims to contribute to the understanding of how governance structures and actor-networks influence

sustainability outcomes in two of Brazil's most critical and threatened socio-ecological systems.

## **METHODOLOGY**

### *Study area*

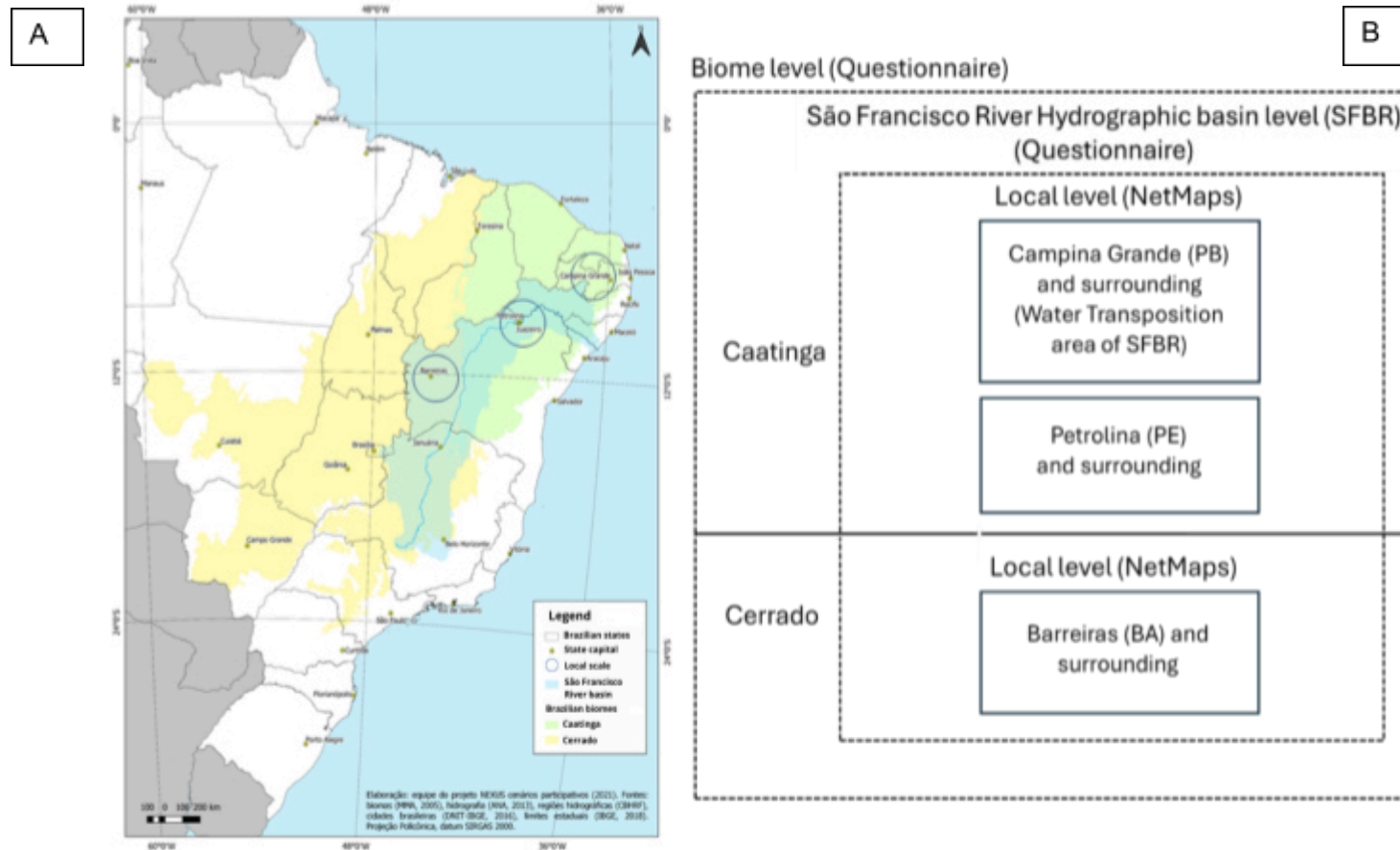
At the broadest scale, the study encompasses the Caatinga and Cerrado biomes. At the intermediate scale, it focuses on the SFRB, a strategic socio-ecological system that links both biomes. Within the basin, three local clusters were selected to represent distinct socio-environmental dynamics: the frontier in western Bahia state (Barreiras, Correntina, and Luís Eduardo Magalhães); the irrigated fruit-producing hub around Petrolina in Pernambuco state, including nearby municipalities and the area influenced by the São Francisco River water transposition in Paraíba, centered on Campina Grande and nearby municipalities (Figure 1a).

### *Data collection*

Data collection combined strategies tailored to each scale of analysis. At the biome and basin levels, actor mapping was conducted through systematic documentary research to identify organizations and key individuals. Contact information was compiled, and an online questionnaire was subsequently distributed to characterize organizational attributes, spheres of action within the WEF nexus, and named partners. At the local level, additional actors were identified using snowball sampling, and facilitated Net-Map group sessions were carried out to identify the local partnership structure network among stakeholders (Figure 1b).

The Net-Map is an interview-based mapping tool that helps individuals or groups understand, visualize, and discuss complex situations in which multiple actors influence outcomes (García; Bodin, 2019). In facilitated sessions, participants co-create Influence Network Maps, identify the relevant actors, specify the ties among them, and discuss how these relationships shape the system (García; Bodin, 2019). The method supports structured group deliberation and brings to light qualitative dimensions of social relationships that are often missed by secondary data (Yousefi Nooraie et al., 2020). In this study, Net-Map provided a detailed picture of the key actors engaged in sustainability efforts across the Caatinga and Cerrado biomes, revealing similarities and differences within and across spatial scales and stakeholder groups (García; Bodin, 2019; Yousefi Nooraie et al., 2020).

**Figure 1** - Study area and data collection. (A) Spatial context: Caatinga and Cerrado biomes; São Francisco River Basin; three local clusters—western Bahia (Barreiras, Correntina, Luís Eduardo Magalhães), Petrolina (PE) and nearby municipalities, and the Campina Grande (PB) area influenced by the river transposition. (B) Data collection: online questionnaire at biome/basin scales; snowball sampling and Net-Map sessions at the local scale



Source: Prepared by the authors.

### *Multimethod data analysis*

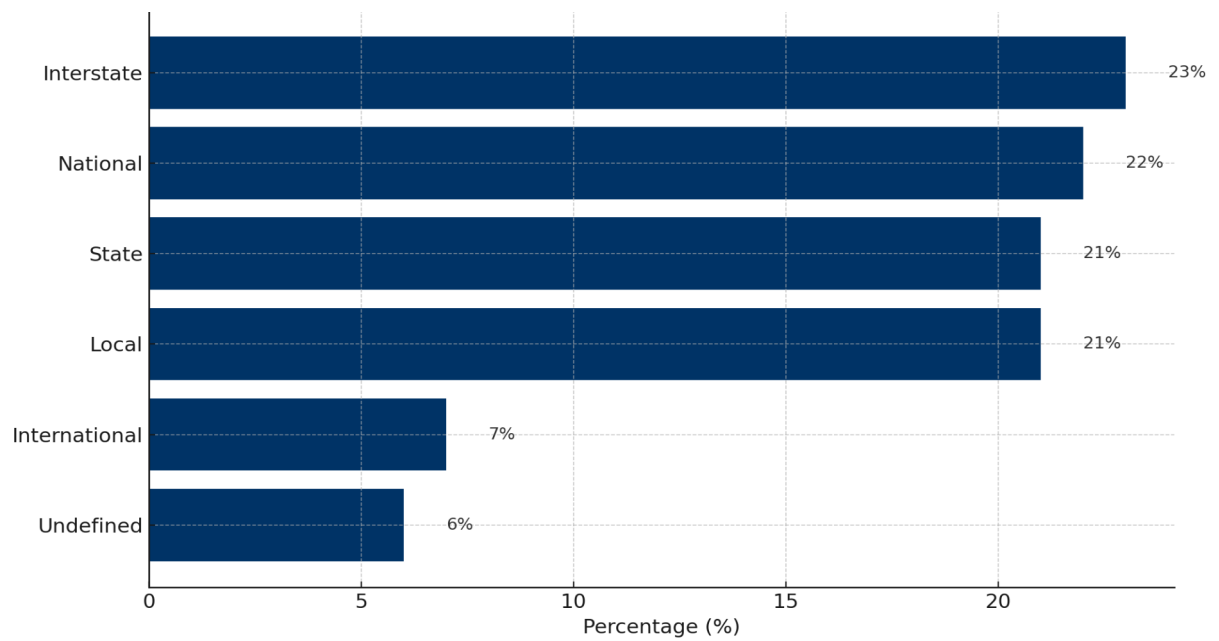
The data were transcribed, tabulated, and coded into a single attribute table. For the spatial analysis, the geographic coordinates of each actor and their state unit were identified using polygon centroids, distances were inferred, and spatial distribution patterns were analyzed. A network map for interaction visualization was produced. Spatial processing was carried out in R (R Core Team, <https://www.R-project.org/>) using the readxl, dplyr, maps, magrittr, sf, and geosphere libraries.

Network analysis was conducted in the Gephi software. Centrality was employed to identify actors with greater relative power in collaboration and adopted as the primary metric of relational power, under the premise that the higher the degree of collaboration, the greater the actor's potential influence in the network.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

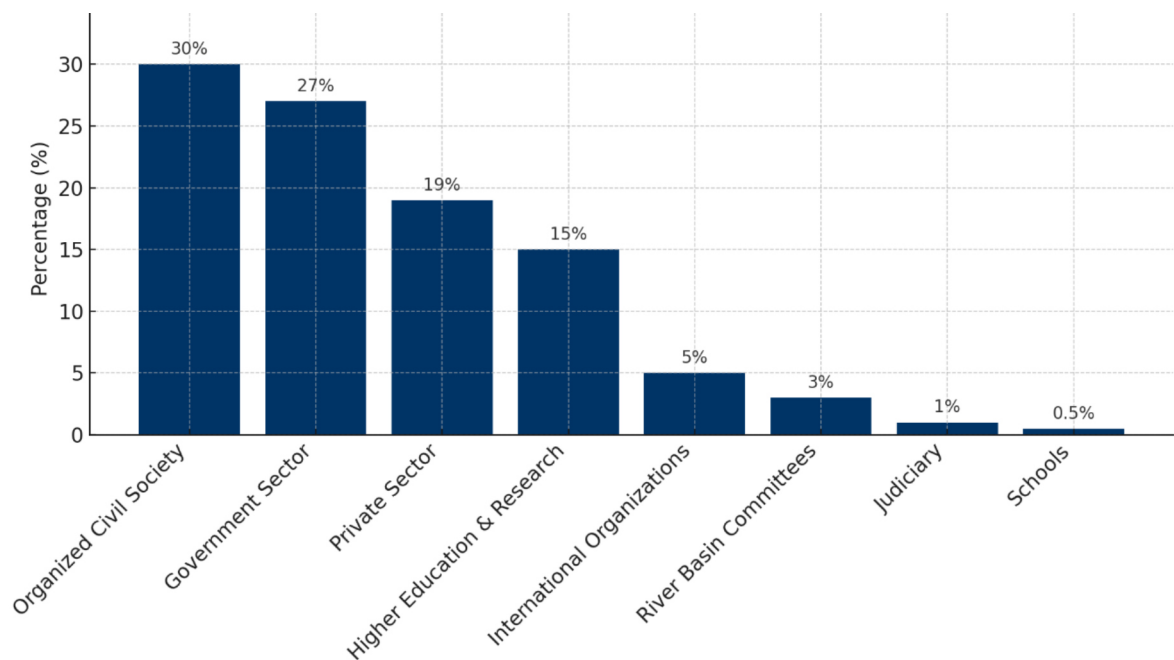
The results from the applied questionnaires, combined with the NetMap transcripts, enabled the identification of 337 organizations distributed across five levels of social organization (Figure 2) and eight categories of actors considered important for the sustainability of the WEF Nexus in the Caatinga and Cerrado biomes (Figure 3).

**Figure 2** - The proportion of mapped organizations among local, state, interstate, national, and international scales.



Source: Prepared by the authors.

**Figure 3** - The proportion of mapped organizations categorized by their institutional nature, including government, civil society, academia, private sector, and others.



Source: Prepared by the authors.

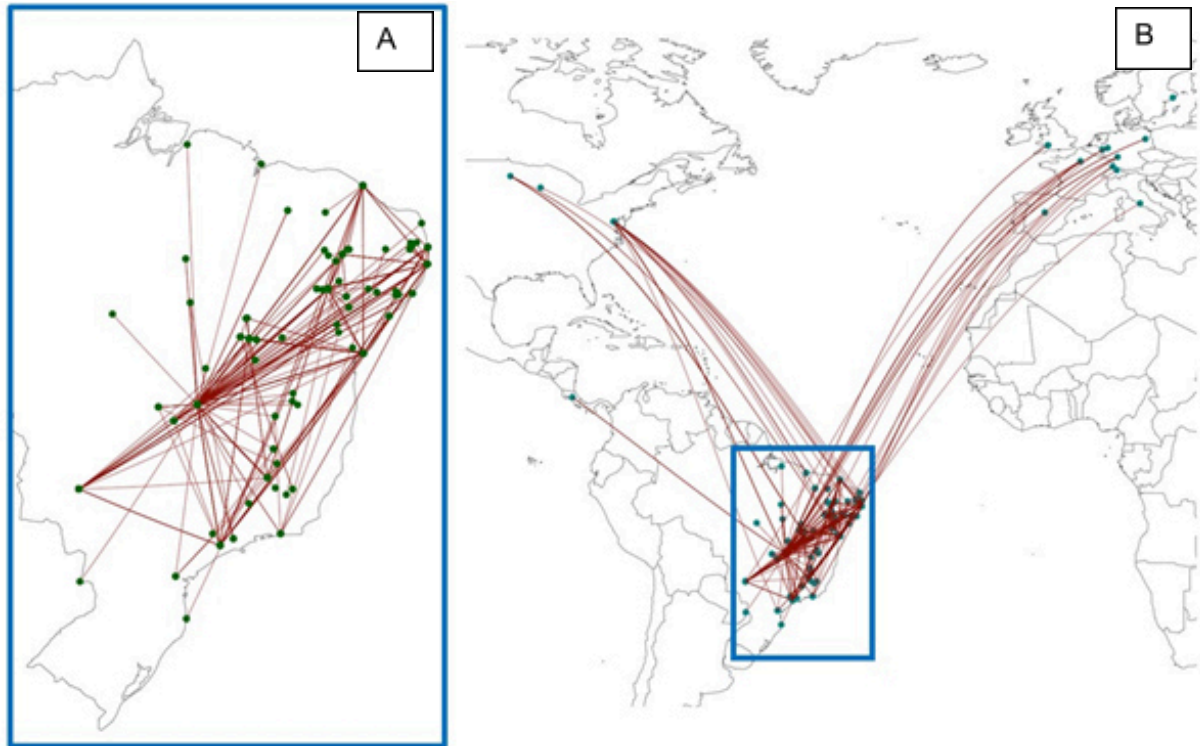
The graphics reveal a heterogeneous, yet balanced distribution of organizations identified as relevant for sustainability (interstate 23%, national 22%, state 21%, local 21%, and international 7% level), indicating potential for cross-scale articulation. The weak presence of international institutions suggests that the sustainability of the Caatinga and Cerrado WEF Nexus is primarily articulated, influenced, and decided by Brazilian actors within decision-making spaces.

In terms of institutional nature, participation is distributed as follows: organized civil society (30%), governmental sectors (27%), private sector (19%), higher education and research institutions (15%), international organizations (5%), river basin committees (3%), judiciary (1%), and schools (0.5%). Although this composition suggests a potential capillarity of social organizations, with influence over regulatory decisions, the implementation of sustainable actions, and technical-scientific support, the limited presence of international organizations, river basin committees, and the judiciary highlights governance gaps in conflict mediation, which may compromise the effectiveness and reach of collaborative strategies for WEF Nexus sustainability in the studied biomes.

### *Spatial analyzes*

The spatial analysis revealed that institutional partnerships involved in the governance of the WEF Nexus in the Caatinga and Cerrado biomes are geographically diverse and span multiple scales. Using the geographic coordinates of each organization, it was possible to visualize and quantify the spatial distribution and connectivity of these institutions across national and international contexts (Figure 4).

**Figure 4** - spatial distribution and connectivity of these institutions across national (A) and international contexts (B)



Source: Prepared by the authors.

In terms of institutional nature, participation is distributed as follows: organized civil society (30%), governmental sectors (27%), private sector (19%), higher education and research institutions (15%), international organizations (5%), river basin committees (3%), judiciary (1%), and schools (0.5%). Although this composition suggests a potential capillarity of social organizations, with influence over regulatory decisions, the implementation of sustainable actions, and technical-scientific support, the limited presence of international organizations, river basin committees, and the judiciary highlights governance gaps in conflict mediation, which may compromise the effectiveness and reach of collaborative strategies for WEF Nexus sustainability in the studied biomes.

Therefore, governance among sustainability actors in the Caatinga and Cerrado biomes is characterized by the predominance of national institutions, which represent about 89% of organizations, reinforcing the idea of sovereignty and relative independence from international organizations. Although limited in number, international institutions form partnerships concentrated in Europe, the United States, and Central America, with no representation from strategic continents such as Asia.

Particularly notable is the absence of China, the largest consumer of Brazilian soy, whose lack of participation in the network indicates that the main political forces driving a production model of degradation are not engaged in the debate on WEF Nexus sustainability. This arrangement restricts the possibility of trans-scalar coordination with international articulation. As a result, governance remains largely domestic, with potential for social capillarity but limited capacity to build collaborative strategies on a global scale.

### *Network analyzes*

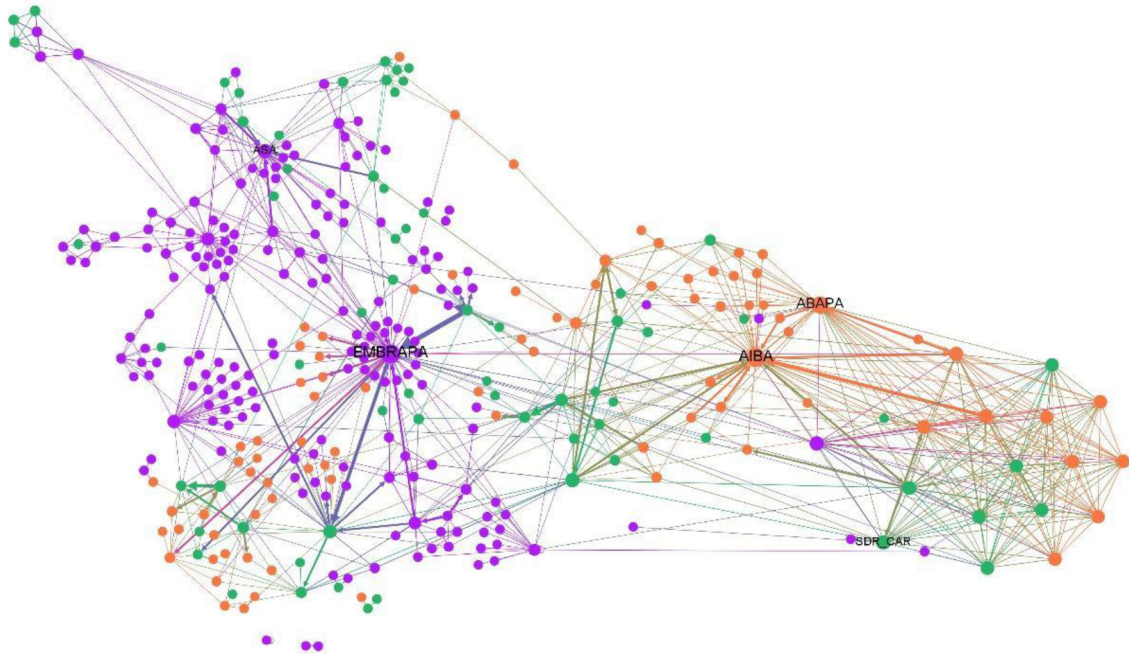
The network analyses showed distinct patterns of connectivity and collaboration among organizations involved in sustainability efforts across the Caatinga and Cerrado biomes. The network metrics are shown in Table 1 and Figure 3 shows the collaboration network graph, highlighting the top 5 collaborative actors.

**Table 1-** Network metrics for organizational collaboration in sustainability initiatives across the Caatinga and Cerrado biomes. Values include the number of nodes and ties, average degree of collaboration, network density, number of modular communities, and modularity index, reported separately for each biome and for the overall network

Scale	Nodes	Ties	Average degree of collaboration	Density of collaboration	N° of modular communities	Modularity
Overall network	335	112	3,334	0,01	15	0,642
Cerrado	85	210	2,471	0,029	38	0,409
Caatinga	183	264	1,443	0,008	39	0,676
between biomes	67	121	1,806	0,027	23	0,708

Source: Prepared by the authors.

**Figure 5-** Nexus collaboration network and the five central actors. Leg. Light purple - actors actuation concentrated in Caatinga; Light yellow - actors actuation concentrated in Cerrado; Light green - actors actuation concentrate on both biomes.



Source: Prepared by the authors.

From a network perspective, the analysis reveals a low overall density of collaboration across all analytical scales. A notable finding concerns the Caatinga scale, which, despite containing more than twice the number of actors as the Cerrado scale, exhibits a lower average degree of collaboration (1.443 compared to 2.471, respectively). This, combined with its low density, suggests that actors within the Caatinga biome may possess less relational power than those in the Cerrado.

A second key result is observed at the "between biomes" level. Although this level comprises only 67 nodes, it demonstrates a slightly higher average degree of collaboration than the Caatinga scale, alongside a higher modularity coefficient. This indicates that the "both biomes" community may hold greater relational power, likely derived from its strategic position as a potential connector between actors from the two biomes.

The institutional mapping conducted across the Caatinga and Cerrado biomes reveals a multiscalar and heterogeneous governance configuration for the Water-Energy-Food (WEF) Nexus. Organizations operate at different territorial levels

and display diverse institutional profiles, suggesting a fragmented but potentially complementary landscape of actors. The most central actor in the network is EMBRAPA, with 85 degree of collaboration. While civil society organizations and government agencies constitute the most numerous groups, the spatial and network analyses expose significant disparities in influence and connectivity. Particularly in the Cerrado, although several civil society actors were identified, the network analysis indicates that the most structurally powerful organizations are the agribusiness associations AIBA (81 degree of collaboration) and ABAPA (68 degree of collaboration), which are central to soybean and cotton production. Their positions in the network suggest that private sector interests heavily shape local governance dynamics, with strong ties and influence over decision-making circuits. In contrast, the Caatinga network, though less centralized, is characterized by a denser presence of social movements and NGOs. Here, the Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA, 43 degree of collaboration) emerged as a key connector among diverse institutions, playing a central role in bridging actors across local and regional levels.

Despite their lower frequency in the dataset, some federal institutions such as ICMBio, EMBRAPA, and several public universities stand out for their relevance in connecting the Caatinga and Cerrado networks. These organizations were among the few cited as influential across both biomes, suggesting their importance in mediating cross-regional dialogue and providing scientific and regulatory support. However, the limited presence of river basin committees, judicial actors, and international agencies points to possible weaknesses in environmental mediation, hydrological coordination, and global engagement. Additionally, the absence of regulatory entities specific to the energy sector, as well as the lack of government bodies across scales focused on supporting sustainable food production, signals structural gaps in governance capacity for WEF Nexus implementation. Notably, no Asian institutions were identified within the mapped networks, including from China, Brazil's primary soybean importer, highlighting the lack of transnational accountability and engagement from one of the most influential geopolitical players in regional land-use dynamics. Altogether, these absences reveal a fragile architecture for the integration governance of the WEF in Caatinga and Cerrado biomes, where national and territorial agendas remain disconnected from broader systemic drivers, undermining the long-term resilience and legitimacy of socioecological governance.

From a relational perspective, the network centrality metrics highlight the presence of structurally influential actors who concentrate on collaborative links. These actors, primarily public universities, federal ministries, and NGOs with extended territorial reach, tend to occupy strategic positions within the overall network. Their centrality suggests a high potential for agenda-setting and policy diffusion, but it also reveals a potential fragility: the over-reliance on a narrow subset of organizations for inter-institutional coordination.

The geospatial mapping of institutional connections complements these insights by revealing the physical location and directionality of collaborations. Although connections extend beyond Brazil to North America and Europe, these international ties are relatively rare and highly dependent on a few institutions based in Brazil. Within the country, interstate connections vary in intensity, and some institutional hubs are located outside the Caatinga and Cerrado regions. This suggests that key decision-making centers are not always spatially anchored in the territories most affected by water stress, biodiversity loss, or socio-environmental conflicts. The governance of these biomes therefore requires greater attention to the spatial distribution of influence and authority, especially in relation to the embeddedness of actors in local realities.

## **CONCLUSION**

The institutional mapping and network analyses of the Caatinga and Cerrado biomes demonstrate that governance of the WEF Nexus is multiscalar, heterogeneous, and predominantly domestic. A total of 337 organizations were identified across five territorial levels and eight institutional categories, with 89% operating at the domestic level (combined national, state, and local). This overwhelming presence of Brazilian institutions reinforces the idea of sovereignty and relative independence from international actors, while also revealing the strong role of civil society (30%) and governmental bodies (27%) in shaping sustainability agendas. On the other hand, international institutions play an important role in fostering projects, and their absence may signal difficulties in scaling up sustainability actions, since domestic investments are often limited. The configuration suggests significant potential for social capillarity, regulatory capacity, and technical-scientific support; however, it also exposes governance gaps, particularly in conflict mediation,

hydrological coordination, and the articulation of strategies that connect local actions to broader international processes.

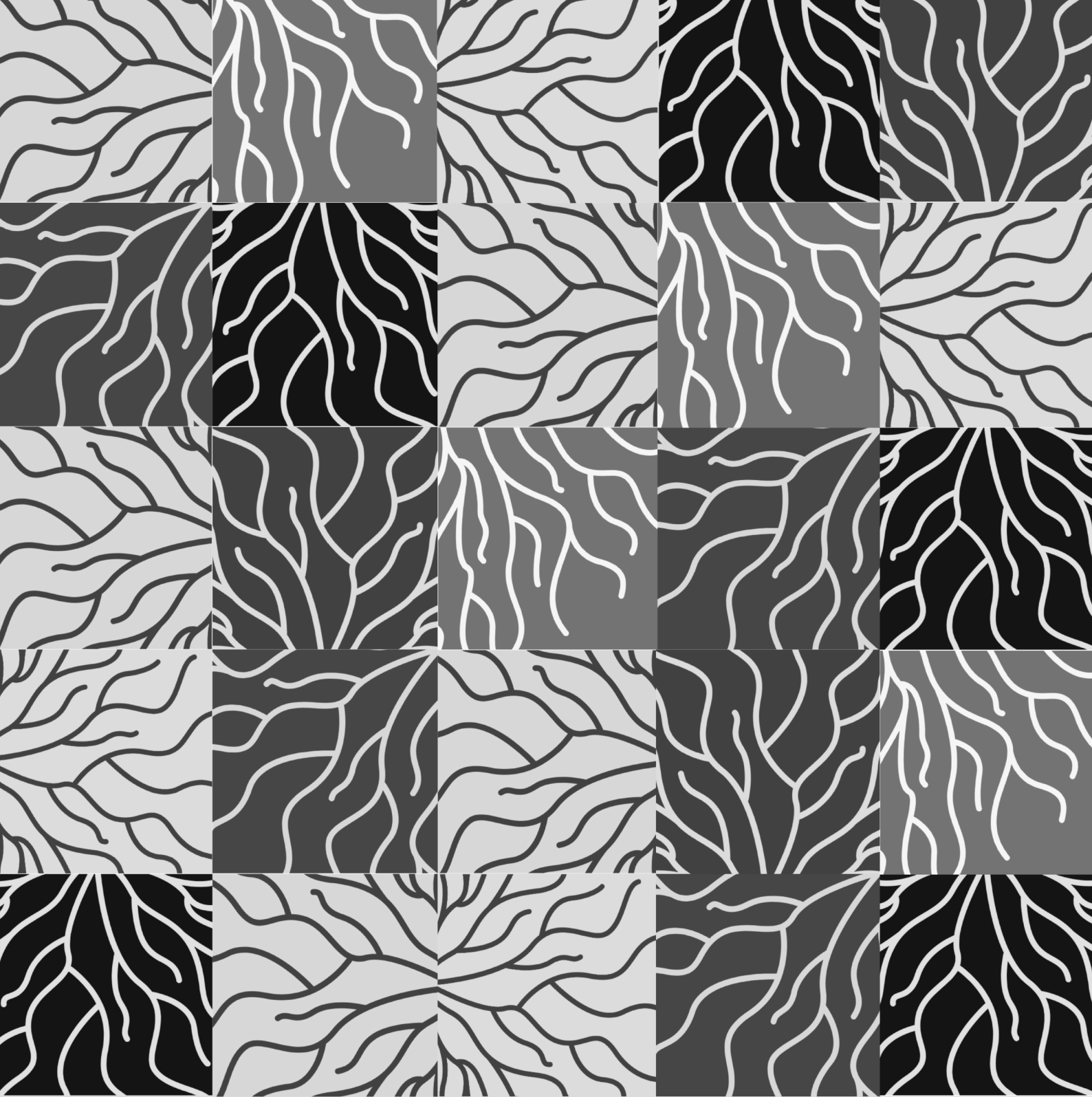
The spatial and network analyses highlight distinct governance profiles in each biome. In the Cerrado, private sector organizations, especially agribusiness associations such as AIBA and ABAPA, occupy the most central network positions, reflecting their structural power in local decision-making and their influence on production models based on soybean and cotton expansion. By contrast, the Caatinga network is less centralized, with a stronger presence of social movements and NGOs, such as the Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), which plays a key bridging role between local and regional levels. At the domestic scale, many institutional partnerships are concentrated in Brasília and in the Southeast region, suggesting that these political and economic hubs may exert strong influence over sustainability decisions that affect the Caatinga and Cerrado, even though they are geographically external to these biomes. Federal institutions, including EMBRAPA, ICMBio, and public universities, also emerge as connectors between biomes, providing scientific legitimacy and fostering dialogue across territories. Nevertheless, cross-biome linkages remain weak and highly dependent on a narrow set of institutions, underscoring the fragility of inter-regional coordination for WEF Nexus governance.

The international dimension of governance is limited and geographically uneven. Partnerships are concentrated in Europe, the United States, and Central America, with no representation from Asia or Africa. The absence of China, Brazil's primary soybean importer, is particularly striking, as it underscores the lack of engagement from one of the most influential geopolitical players in shaping regional land-use and sustainability dynamics. This disconnection highlights the paradox of a governance system that is domestically robust but poorly articulated internationally, reducing its capacity to integrate local and global drivers of change. In summary, the findings underscore the complex, unequal, and spatially uneven configuration of governance arrangements shaping the implementation of the WEF Nexus in the Caatinga and Cerrado biomes. Addressing these challenges demands not only broader inclusion of local and marginalized actors, but also structural changes that ensure multilevel coordination, sectoral integration, and transnational accountability. Building a more resilient and equitable network of institutions will require deliberate efforts to realign power, resources, and knowledge across fragmented governance

configurations, thereby strengthening the integrated governance of the WEF Nexus in the Caatinga and Cerrado biomes.

## REFERENCES

- BENSON, D. et al. Governing for the nexus: empirical, theoretical and normative dimensions. In: SALAM, P. A.; SHRESTHA, S.; PANDEY, V. P.; ANAL, A. K. (eds.). **Water-energy-food nexus: principles and practices**. Hoboken: Wiley, 2017. p. 77-88. DOI: 10.1002/9781119243175.ch8.
- BURSZTYN, M. Energia solar e desenvolvimento sustentável no Semiárido: o desafio da integração de políticas públicas. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 98, p. 167-186, 2020. DOI: 10.1590/S0103-4014.2020.3498.011.
- DE JONG, P. et al. Hydroelectric production from Brazil's São Francisco River could cease due to climate change and inter-annual variability. **Science of the Total Environment**, v. 634, p. 1540-1553, 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.03.256.
- FLETCHER, C. et al. Earth at risk: an urgent call to end the age of destruction and forge a just and sustainable future. **PNAS Nexus**, v. 3, n. 4, p. pgae106, 2024. DOI: 10.1093/pnasnexus/pgae106.
- GARCÍA, M. M.; BODIN, Ö. Networked participation: how social network analysis can inform participatory processes in environmental governance. In: NUNAN, F. (ed.). **Governing renewable natural resources: theories and frameworks**. Abingdon: Routledge, 2020. p. 44-64. DOI: 10.4324/9780429053009-3.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, J. et al. Water-energy-food nexus analysis: a multi-stakeholder alliance-based framework. **Chemical Engineering and Processing - Process Intensification**, v. 197, p. 109703, 2024. DOI: 10.1016/j.cep.2024.109703.
- LIU, J. et al. Nexus approaches to global sustainable development. **Nature Sustainability**, v. 1, n. 9, p. 466-476, 2018. DOI: 10.1038/s41893-018-0135-8.
- SAYLES, J. S. et al. Social-ecological network analysis for sustainability sciences: a systematic review and innovative research agenda for the future. **Environmental Research Letters**, v. 14, n. 9, p. 093003, 2019. DOI: 10.1088/1748-9326/ab2619.
- YOUSEFI NOORAIE, R. et al. Social network analysis: an example of fusion between quantitative and qualitative methods. **Journal of Mixed Methods Research**, v. 14, n. 1, p. 110-124, 2020. DOI: 10.1177/1558689818804060.
- YU, L. et al. Planning water-energy-food nexus system management under multi-level and uncertainty. **Journal of Cleaner Production**, v. 251, p. 119658, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119658.



# **AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS DE PRODUÇÃO**



# MICRORGANISMOS ANTAGONISTAS NO MANEJO DE FUSARIUM PROLIFERATUM EM FEIJÃO-CAUPI

Lais Souto Lira<sup>1</sup>

Universidade Federal da Paraíba  
lsoutolira@gmail.com

**RESUMO:** Esta pesquisa avaliou o potencial de produtos biológicos à base de *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens* no tratamento de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), visando à melhoria da qualidade sanitária e fisiológica, bem como ao controle de *Fusarium proliferatum*. Foram utilizados os produtos EcoTrich®, Quality®, Pardella® e Shocker® na cultivar Marataoã. Os principais fungos detectados nas sementes foram Cladosporium sp. (22,5%), Fusarium spp. (7,0%), Aspergillus sp. (7,0%), Alternaria sp. (2,0%), Macrophomina sp. (1,0%) e Penicillium sp. (1,0%). O uso dos bioprodutos reduziu significativamente a incidência desses patógenos e promoveu ganhos na germinação, emergência e vigor das plântulas. Constatou-se ainda que o *F. proliferatum* é patogênico e transmissível via sementes, causando murcha e morte de plantas. Os tratamentos biológicos apresentaram elevada eficiência na redução da incidência e severidade da doença, destacando-se como alternativa sustentável ao controle químico e contribuindo para a produção de sementes de melhor qualidade.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*; controle biológico; patologia de sementes; *Trichoderma*; *Bacillus*.

## ANTAGONISTIC MICROORGANISMS IN THE MANAGEMENT OF *FUSARIUM* *PROLIFERATUM* IN COWPEA

**ABSTRACT:** This study evaluated the potential of biological products based on *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, and *Bacillus amyloliquefaciens* in cowpea (*Vigna unguiculata*) seed treatment, aiming to improve sanitary and physiological quality and to control *Fusarium proliferatum*. The products EcoTrich®, Quality®, Pardella®, and Shocker® were tested in the Marataoã cultivar. The main fungi detected in seeds were Cladosporium sp. (22.5%), Fusarium spp. (7.0%), Aspergillus sp. (7.0%), Alternaria sp. (2.0%), Macrophomina sp. (1.0%), and Penicillium sp. (1.0%). The application of bioproducts significantly reduced the incidence of these pathogens and improved seed germination, seedling emergence, and vigor. *F. proliferatum* was confirmed as pathogenic and transmissible by seeds, causing wilt and plant death. Biological treatments showed high efficiency in reducing disease incidence and severity, standing out as a sustainable alternative to chemical control and contributing to the production of higher-quality seeds.

**Keywords:** *Vigna unguiculata* L.; biological control; seed pathology; *Trichoderma*; *Bacillus*.

---

<sup>1</sup> Bióloga. Graduada pela Universidade Federal da Paraíba. Área de pesquisa: controle biológico.

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é amplamente apreciado em diversos países de regiões tropicais e subtropicais (Arruda et al., 2020). Essa cultura desempenha um papel crucial na segurança alimentar (Omoigui et al., 2018). No Brasil, é cultivado principalmente nas regiões Norte e Nordeste, além de áreas mais áridas do Centro-Oeste e Sudeste, como Mato Grosso e Minas Gerais, devido à sua alta rusticidade e capacidade de se adaptar a condições de baixa disponibilidade hídrica. Na safra 2022/23, o feijão-caupi ocupou uma área plantada de 1.209,9 mil hectares, com produtividade de 458,0 kg/ha e produção de 554,6 mil toneladas (CONAB, 2024).

Os plantios dessa cultura são frequentemente afetados por patógenos fúngicos transmitidos por sementes, considerados um dos principais entraves à sua produção (Rego et al., 2020). As sementes servem como um meio eficaz de sobrevivência e disseminação para a maioria desses patógenos (Silva Flavio et al., 2014). Mesmo em baixas taxas de infecção, a presença de certos patógenos nas sementes pode acarretar perdas significativas tanto em quantidade quanto em qualidade da produção (Rodrigues; Menezes, 2005).

Dentre os gêneros que causam danos em sementes, o *Fusarium proliferatum*, agente causal da murcha, é um dos principais e mais destrutivos patógenos do feijão-caupi. Os sintomas característicos da doença são redução do crescimento, escurecimento de feixe vascular, sintomas graduais de amarelecimento e murchamento, queda de folhas, resultando na morte da planta infectada. (Nechet; Vieira, 2006). Com isso, a utilização de sementes de qualidade é essencial para o sucesso da lavoura.

No geral, o controle de patógenos associados a sementes é realizado por meio da aplicação de produtos químicos. Contudo, o uso desses produtos tem causado uma série de problemas para a saúde humana, contaminação ambiental, perda da biodiversidade e resistência dos patógenos (Chin et al., 2022). Como alternativa, é desejável a adoção de novas tecnologias com o objetivo de otimizar a produção e que não causem efeitos adversos, a exemplo do uso do controle biológico de doenças (Maruyama et al., 2020).

Estudos têm revelado o potencial de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. no controle de patógenos associados às sementes em inúmeras culturas (Farias et al., 2019; Cruz et al., 2020; Cruz et al., 2022). Além do controle fitossanitário, o controle biológico via sementes proporciona benefício adicional de aumento da germinação das sementes, emergência das plântulas e maior tolerância a estresse ambiental (Singh et al., 2016; Chin et al., 2022).

Os antagonistas podem suprimir doenças de plantas através de seus efeitos diretos sobre o patógeno com uma combinação de vários mecanismos de ação, incluindo competição por nutrientes e/ou espaço, antibiose associada à secreção de metabólitos secundários, enzimas e micoparasitismo (Dinesh et al., 2018) ou pelos efeitos indiretos com a capacidade de induzir a defesa das plantas contra os patógenos e pela promoção do crescimento vegetal (Zeilinger et al., 2016). Também são caracterizados por serem tolerantes a substâncias tóxicas produzidas por outros microrganismos e a diferentes tipos de fungicidas sintéticos, podendo ser utilizados em combinação com os mesmos (Daryei et al., 2016).

Diante disso, a pesquisa objetivou avaliar o potencial antagônico de produtos biológicos à base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-caupi, além de seu efeito no controle biológico de *Fusarium proliferatum* associado a essa cultura.

## **METODOLOGIA**

### **Local de condução de experimentos**

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação e Laboratório de Fitopatologia (LAFIT), pertencentes ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado no município de Areia, Paraíba.

### **Origem das sementes de feijão-caupi**

Foram utilizadas sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, oriundas de área de produção localizada no município de Areia, Paraíba (6°57 '50.7 "S 35°44' 24.4"W). As sementes foram beneficiadas manualmente, descartando as malformadas e/ou infestadas por pragas (sementes parcial ou totalmente destruídas, com perfurações atingindo o embrião).

### **Qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens***

As sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, foram tratadas com 1) Controle (sem tratamento – imersas em água destilada esterilizada - ADE); 2) EcoTrich® (*T. harzianum* - 60g/100kg, contato); 3) Quality® (*T. asperellum* - 200g/100kg imersão); 4) Pardella® (*T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* - 60g/100kg, imersão); 5) Shocker® (*T. harzianum* e *B. amyloliquefaciens* - 300g/100kg, imersão); 6) Fungicida (Captana – 240g do produto para 100 kg de sementes). Para isso, foram utilizadas 200 sementes por tratamento (10 repetições de 20 sementes). As sementes microbiolizadas através da imersão por 5 min e, dispostas em placas de Petri contendo dupla camada de papel filtro previamente umedecido com ADE e incubadas por 7 dias.

Foram realizadas a visualização e identificação dos fungos associados às sementes através das características morfológicas (Seifert et al., 2011). Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de incidência de fungos.

### **Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens***

As sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, foram submetidas aos tratamentos descritos e realizados os seguintes testes:

Germinação (G): foi realizado conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). Foram utilizadas 200 sementes por tratamento (4 repetições de 50 sementes). As sementes foram submetidas aos tratamentos biológicos através da imersão por 5 min e distribuídas em substrato de papel “Germitest”, umedecido e distribuídos em câmara de germinação do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulada a 30°C e fotoperíodo de oito horas. Após o semeio, os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. As contagens de sementes germinadas foram realizadas diariamente do 5° ao 8° dia, contabilizando-se as plântulas normais.

Primeira contagem de germinação (PCG): foi conduzida conjuntamente com o teste de germinação, onde foram contabilizadas as sementes germinadas no 5° dia após a semeadura (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG): foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, em que foi anotado diariamente o número de sementes germinadas. O índice foi determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

Emergência (E): foi realizado conforme prescrições das Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). Foram utilizadas 200 sementes por tratamento (4 repetições de 50 sementes). As sementes foram submetidas aos tratamentos biológicos através da imersão por 5 min e, semeadas em bandejas plásticas com dimensões de 66 x 33 x 6 cm, contendo areia lavada, previamente esterilizada e irrigadas através de duas regas diárias. As contagens das plântulas emergidas (emissão dos cotilédones acima do solo) foram realizadas do 5º ao 8º dia após a semeadura.

Primeira contagem de emergência (PCE): foi conduzida conjuntamente com o teste de emergência, computando-se as sementes emergidas no 5º dia após a semeadura (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de emergência (IVE): foi conduzido em conjunto com o teste de emergência, onde foi anotado diariamente o número de plântulas emergidas.

Comprimento e massa seca de plântulas: Foi avaliado o comprimento de parte aérea e raiz das plântulas normais do teste de germinação e emergência. A parte aérea e o sistema radicular das plântulas, separadamente, foram colocados em sacos de papel Kraft e levados para estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, até a obtenção de peso constante, por 48 horas. Posteriormente, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e os resultados expressos em g.plântula-1.

### **Obtenção de *F. proliferatum* associado ao feijão-caupi**

Foi utilizado isolado de *F. proliferatum* (FC-01) pertencente à Coleção de Fungos Fitopatogênicos do Laboratório de Fitopatologia (LAFIT), obtido de plântulas de feijão-caupi infectadas.

### **Transmissão semente-planta de *F. proliferatum* em feijão-caupi**

Para avaliar a transmissão semente-planta de *F. proliferatum* em feijão-caupi, cv. Marataoã, o isolado de *F. proliferatum* (FC-01) foi inoculado nas sementes

através da técnica de condicionamento fisiológico desenvolvido por Sousa et al. (2008), na qual o isolado fúngico foi cultivado em meio BDA (batata-dextrose- ágar) + manitol com potencial osmótico ajustado para  $-1,0$  MPa. As placas foram incubadas com fotoperíodo de 12 h, por 7 dias, até o crescimento micelial do isolado alcançar toda superfície do substrato.

As sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, previamente desinfestadas em hipoclorito de sódio (1% por 3 min), foram distribuídas sobre a colônia fúngica, permitindo que entrassem em contato com a cultura do patógeno, onde permaneceram incubadas a temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por 48 horas. As sementes do tratamento de controle foram adicionadas em substrato com o restritor hídrico, na ausência de *F. proliferatum* (FC-01). Transcorrido o período de incubação, as sementes foram distribuídas em vasos plásticos (5 L) a uma profundidade de 2 cm, contendo substrato comercial Brasplant® e vermiculita (2:1 v/v) esterilizados. Aos 30 dias foi calculada a porcentagem de plântulas sintomáticas e assintomáticas.

De cada plântula foram retirados dois fragmentos do feixe vascular (seccionando-se a plântula e retirando-se os fragmentos em locais com lesões), e realizada a assepsia do material em álcool 70% por 30 segundos, seguido por hipoclorito de sódio 1% por 30 segundos, lavadas duas vezes ADE e colocados em placas de Petri com meio BDA. O material foi incubado com fotoperíodo de 12h, por 7 dias. Foi considerada infectada a plântula na qual foi possível identificar as estruturas do patógeno sob o material vegetal.

#### **Controle biológico de *F. proliferatum* inoculado em sementes de feijão-caupi com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens*.**

As sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (1% por 3 min). O isolado de *F. proliferatum* (FC-01) foi inoculado nas sementes através da técnica de condicionamento fisiológico desenvolvida por Sousa et al. (2008), por 48h. Após a inoculação do patógeno, as sementes foram submetidas ao tratamento com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens*.

As sementes foram dispostas em placas de Petri contendo dupla camada de papel de filtro previamente umedecido com ADE, incubadas por 7 dias. Em seguida, procedeu-se a visualização do patógeno com o auxílio de microscópios óptico e

estereoscópico. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de incidência de *F. proliferatum* sobre as sementes.

### **Controle biológico de *F. proliferatum* em plântulas de feijão-caupi tratadas com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* via sementes.**

As sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (1% por 3 min) e inoculadas com *F. proliferatum* através da técnica de condicionamento fisiológico desenvolvida por Sousa et al. (2008). Após a inoculação do patógeno, as sementes foram submetidas aos tratamentos com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens*. As sementes tratadas foram distribuídas em vasos plásticos (5 L) a uma profundidade de 2 cm, contendo substrato comercial Brasplant® e vermiculita (2:1 v/v) esterilizados. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado.

Após 30 dias da semeadura, foi calculada a porcentagem de plântulas sintomáticas e assintomáticas. Em cada plântula foram retirados dois fragmentos do feixe vascular (seccionando-se a plântula e retirando-se os fragmentos em locais com lesões), e realizada a assepsia do material em álcool 70% por 30 segundos, seguido por hipoclorito de sódio 1% por 30 segundos, lavadas duas vezes ADE e colocados em placas de Petri com meio BDA. O material foi incubado a temperatura de  $25 \pm 2$  °C, fotoperíodo de 12 h, por sete dias. Foi considerada infectada a plântula na qual foi possível identificar as estruturas do patógeno sob o material vegetal.

A avaliação da severidade foi realizada avaliando-se sintomas externos e internos, com base em escala de notas variando de 0-5, sendo 0 para plântulas saudas (sem sintomas foliar e vascular); 1 - ao observar sintomas iniciais de murcha (amarelecimento) e descoloração vascular; 2 - ao observar 25% das folhas com murcha e descoloração vascular; 3 - ao observar até 50% das folhas com murcha e descoloração vascular; 4 - ao observar até 75% das folhas com murcha e descoloração vascular; 5 - ao observar plantas mortas.

### **Análise dos dados**

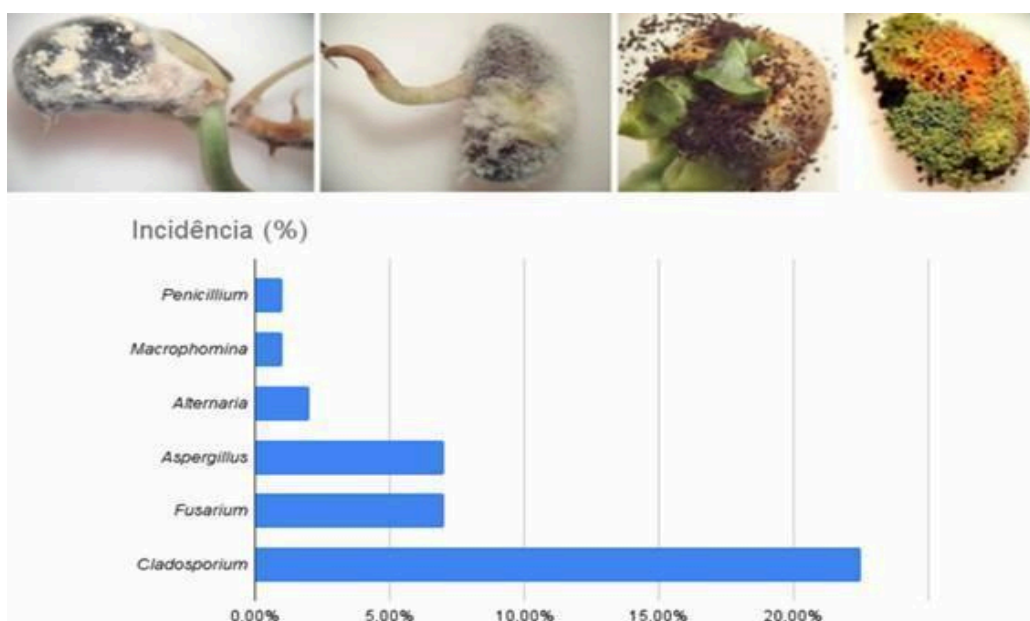
Os resultados obtidos foram avaliados pelo software estatístico R (R CORE TEAM, 2020). As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Qualidade sanitária de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens*.

Os fungos identificados nas sementes feijão-caupi, cv. Marataoã, foram: *Cladosporium* (22,5%), *Fusarium* (7,0%), *Aspergillus* (7,0%), *Alternaria* (2,0%), *Macrophomina* (1,0%) e *Penicillium* (1,0%) (Figura 1).

**Figura 1** – Incidência de fungos em sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã.



Fonte: A autora (2024).

Os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* estão associados à deterioração de sementes e à redução da germinação. *Macrophomina* provoca sintomas em caules, vagens e sementes, caracterizados pela formação de pequenas manchas pretas na base do caule e nas raízes, além do escurecimento dos tecidos vasculares. A *Alternaria* causa deterioração de sementes e pequenas manchas circulares de coloração marrom clara nas folhas. *Cladosporium* produz manchas esverdeadas na superfície das sementes, principalmente no embrião, resultando em sua deterioração. O gênero *Fusarium* é responsável pelo tombamento de plântulas, apodrecimento das raízes e do caule, escurecimento vascular, lesões nas folhas e murcha das plantas infectadas (EMBRAPA SOJA, 2018). Todos esses sintomas

acarretam perdas significativas na produção, tornando imprescindível o uso de sementes de qualidade e tratadas para o sucesso da lavoura.

Observou-se redução significativa da incidência dos fungos patogênicos nas sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratada com os produtos biológicos. Em comparação com a testemunha, verificou-se redução de 62,3% a 97,7% da incidência de *Cladosporium* nas sementes tratadas com produtos biológicos, com destaque para EcoTrich® (97,7%); redução de 57,1% à 92,0% da incidência de *Fusarium*, com destaque para EcoTrich® e Shocker® e; redução de 100% da ocorrência de *Aspergillus*, *Alternaria*, *Macrophomina* e *Penicillium* ao utilizar todos produtos biológicos no tratamento das sementes (Tabela 1).

**Tabela 1** – Incidência de fungos (%) em sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratadas com produtos a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens*. 1: *Cladosporium* sp., 2: *Fusarium* sp., 3: *Aspergillus* sp., 4: *Alternaria* sp., 5: *Macrophomina* sp., 6: *Penicillium* sp.

Tratamentos	Incidência					
	1	2	3	4	5	6
Testemunha	22,5a	7,0a	7,0a	2,0a	1,5a	1,0a
EcoTrich	0,5c	0,5b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
Quality	8,5b	3,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
Pardella	4,0b	3,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
Shocker	3,5b	0,5b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
Fungicida	1,0c	1,5b	1,5b	0,0b	0,0b	0,0b
CV (%)	20,38	17,67	16,85	5,95	4,48	5,32

Fonte: A autora (2024).

A presente pesquisa demonstra que os produtos podem reduzir e até eliminar patógenos nas sementes. Isso ocorre devido ao amplo espectro de ação utilizados pelos antagonistas. O micoparasitismo, no qual o *Trichoderma* spp. pode parasitar diretamente os patógenos, penetrando suas hifas nas paredes celulares,

ocasionando a destruição do patógeno. *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. são capazes de competir por nutrientes e espaço, reduzindo os recursos disponíveis, além de produzir metabólitos que inibem a reprodução dos fungos fitopatogênicos. Esses antagonistas ainda contribuem ativando mecanismos de defesas naturais que protegem a planta contra a infecção de patógenos. (Caciara et al., 2014).

### **Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens***

Houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados para primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e índice de velocidade (IVG), quando comparados a testemunha. Para PCG os melhores resultados foram obtidos com uso do Quality® e Shocker®, com valores de 86% e 84%, respectivamente, não diferindo do fungicida. Para G e IVG, os melhores desempenhos foram constatados com Shocker®, com valores de 91% e 7,8%, respectivamente, não diferindo do fungicida. Não houve diferença entre os tratamentos para variáveis avaliadas no teste de emergência (PCE, E e IVE) (Tabela 2).

**Tabela 2** – Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG), primeira contagem de emergência (PCE), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) em sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratadas com produtos a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens*.

<b>Tratamentos</b>	<b>PC G (%)</b>	<b>G(%)</b>	<b>IVG</b>	<b>PCE(%)</b>	<b>E(%)</b>	<b>IVE</b>
Testemunha	60d	60c	5,0d	59a	61a	4,6a
EcoTrich	72c	74b	6,3c	72a	72a	4,0a
Quality	86a	86b	6,1c	72a	72a	5,3a
Pardella	80b	80b	6,9b	72a	72a	4,6a
Shocker	84a	91a	7,8a	75a	75a	4,74
Fungicida	94a	94a	7,6a	80a	80a	5,0a
CV (%)	7,05	7,48	5,89	14,82	14,82	9,63

Fonte: A autora (2024).

No teste de germinação, com relação ao comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CRA), o tratamento com Shocker® resultou em um aumento significativo quando comparados aos demais tratamentos, com valor médio de 7,2 cm e 8,3 cm, respectivamente. O tratamento das sementes com Pardella® e Shocker® proporcionaram as melhores médias para massa seca de raiz (MSR), diferindo do tratamento controle e não diferindo do fungicida. Não houve diferença entre os tratamentos para variável massa seca da parte aérea (MSPA) (Tabela 3).

**Tabela 3** – Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) de plântulas de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratadas com produtos a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens* no teste de germinação.

<b>Tratamentos</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>CRA (cm)</b>	<b>MSPA (g)</b>	<b>MSRA (g)</b>
Testemunha	4,6b	5,3b	0,038a	0,021b
EcoTrich	5,3b	6,4b	0,053a	0,025b
Quality	5,5b	6,5b	0,045a	0,023b
Pardella	5,4b	5,8b	0,043a	0,029a
Shocker	7,2a	8,3a	0,058a	0,030a
Fungicida	5,4b	8,1a	0,042a	0,029a
CV (%)	15,14	14,03	18,27	12,21

Fonte: A autora (2024)

No teste de emergência, os tratamentos das sementes com EcoTrich®, Pardella® e Shocker® foram os que proporcionaram melhores desempenhos no crescimento da parte aérea (CPA), diferindo do fungicida. Os melhores resultados para comprimento de raiz (CRA) foram observados com Pardella® e Shocker®. Em relação aos resultados da massa seca de parte aérea (MSPA), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os tratamentos EcoTrich®, Quality® e Shocker®

proporcionaram maior massa seca de raiz (MSRA), sendo significativamente superior ao tratamento controle e semelhante ao fungicida (Tabela 4).

**Tabela 4** – Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSRA) de plântulas de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratadas com produtos a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma asperellum* e *Bacillus amyloliquefaciens* no teste de emergência.

<b>Tratamentos</b>	<b>CPA (cm)</b>	<b>CRA (cm)</b>	<b>MSPA (g)</b>	<b>MSRA (g)</b>
Testemunha	5,5b	8,5b	0,040a	0,022b
EcoTrich	6,5a	8,8b	0,041a	0,029a
Quality	6,0b	8,6b	0,041a	0,027a
Pardella	6,8a	9,4a	0,042a	0,021b
Shocker	6,7a	9,5a	0,042a	0,027a
Fungicida	5,9b	10,3a	0,043a	0,030a
CV (%)	10,66	6,67	5,69	11,32

Fonte: A autora (2024)

Os gêneros *Trichoderma* spp. e *Bacillus* spp. têm sido detectados colonizando, endofiticamente plantas de diversas famílias botânicas, contribuindo para um controle de inúmeros patógenos, podendo ao longo dos anos alterar o equilíbrio dos agroecossistemas, tornando inóspito ao desenvolvimento desses agentes patogênicos sem causar impactos negativos (Machado et al., 2012) e promover a uniformidade de germinação e desenvolvimento das plantas tratadas (Farias, 2020). Essas informações podem ser confirmadas através da presente pesquisa, onde tratamento com produtos a base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* apresentaram elevado potencial de associação com sementes, colonizando 100%, com esporulação abundante, resultando no controle dos fungos associados às sementes e melhorias significativas nas variáveis fisiológicas das plantas tratadas.

### **Transmissão semente-planta de *F. proliferatum* em feijão-caupi**

O fungo *F. proliferatum* (FC-01) se mostrou patogênico e transmitido via sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, apresentando sintomas de deterioração de sementes, podridão do colo, lesões em folhas cotiledonares, resultando na murcha e morte das plantas infectadas. Em contraste, as plantas do grupo controle permaneceram saudáveis. Foi observada uma porcentagem de 63% de plantas sintomáticas (Figura 2).

**Figura 2** – Sintomas em plântula de feijão-caupi inoculadas com *Fusarium proliferatum*



Fonte: A autora (2024)

A deterioração das sementes reduziu a porcentagem de germinação, emergência e estande de plantas, comprometendo o estabelecimento da cultura. As lesões provocadas no colo das plantas foram deprimidas e localizadas, acompanhada do processo de decomposição, comprometendo a translocação de água e nutrientes e levando a planta ao tombamento. Na parte aérea, também foram observadas murchas, amarelecimento e seca das folhas.

### **Controle de *F. proliferatum* inoculado em sementes de feijão-caupi com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens***

Nas sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, o tratamento das sementes com produtos biológicos proporcionou redução significativa da incidência de *F. proliferatum*, com redução em torno de 93,6% a 96,8%, quando comparada com o controle, e os mesmos diferiram do fungicida, cuja redução foi 76,1% (Tabela 5).

**Tabela 5** – Incidência de *Fusarium proliferatum* em sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratadas com produtos biológicos

<b>Tratamentos</b>	<b>Incidência (%)</b>
Testemunha	63a
EcoTrich	3c
Quality	4c
Pardella	4c
Shocker	2c
Fungicida	15b
CV (%)	26,93

Fonte: A autora (2024)

De acordo com Saravanakumar et al. (2016) a sobrevivência e colonização bem-sucedidas do antagonista na planta hospedeira é essencial para o biocontrole da doença ocasionada por *Fusarium* spp.. Diversos estudos têm comprovado a eficiência desses agentes de controle biológico no controle de *Fusarium* spp. associado a sementes de inúmeras culturas (Farias et al., 2019; Cruz et al., 2020; Cruz et al., 2022).

**Controle biológico de *Fusarium proliferatum* em plântulas de feijão-caupi tratadas com produtos à base de *T. harzianum*, *T. asperellum* e *B. amyloliquefaciens* via sementes.**

O tratamento das sementes com produtos biológicos resultou em uma diminuição geral da colonização do patógeno em plantas de feijão-caupi. As plantas inoculadas com *F. proliferatum* e que não foram tratadas apresentaram incidência de doença significativamente superior às que receberam esses antagonistas. Com relação à severidade, observou-se amplitude de variação entre 3,25 e 0,5 (escala de 0-3), onde todos os tratamentos biológicos diferiram do controle (3,25) (Tabela 6).

**Tabela 6** – Comprimento de parte aérea (CPA) e plântulas sintomáticas de feijão-caupi, cv. Marataoã, tratadas com produtos biológicos.

<b>Tratamentos</b>	<b>Incidência de doença(%)</b>	<b>Severidade (nota)</b>
Testemunha	56,50a	3,25a
EcoTrich	3,25b	0,5c
Quality	2,50b	0,5c
Pardella	2,00b	0,5c
Shocker	1,50b	0,25c
Fungicida	8,25b	1,0b
CV (%)	5,31	20,04

Fonte: A autora (2024).

A maioria dos antagonistas atuam por diferentes mecanismos de ação ao mesmo tempo. Normalmente, isolados de *Bacillus* e *Trichoderma* atuam por parasitismo, onde os microrganismos podem penetrar nos patógenos, alimentando-se deles e danificando suas paredes celulares. Também apresentam como mecanismo de ação a produção de metabólitos tóxicos, que inibem componentes celulares do patógenos e indução de defesa, que estimulam suas próprias respostas imunológicas contra doenças (Lahlali et al., 2022). A combinação desses mecanismos torna esses antagonistas eficazes no controle de doenças em diversas culturas agrícolas.

Além disso, o uso de diferentes microrganismos na formulação representa melhorias importantes, pois podem complementar as deficiências de outros, permitindo o desenvolvimento de um produto com melhores qualidades, com ganhos significativos no rendimento das culturas (Poveda; Eugui, 2022).

Os benefícios da associação entre *Trichoderma* e *Bacillus* foram observados no presente trabalho, onde o produto que apresentou melhores resultados foi Shocker®, que é formulado com *T. harzianum* cepa CPQBA 040-11DRM 09 e *B. amyloliquefaciens* cepas CPQBA 040-11DRM 01 e CPQBA 040-11DRM 04.

## CONCLUSÃO

Os produtos EcoTrich®, Quality®, Pardella® e Shocker® reduziram os fungos associados às sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã. O tratamento das sementes com esses produtos proporcionou aumento na germinação, emergência e crescimento de plântulas. Constatou-se que *F. proliferatum* é patogênico e transmitido via sementes de feijão-caupi, cv. Marataoã. Além disso, os produtos avaliados também reduziram a incidência e a severidade da murcha ocasionada por *F. proliferatum* em plantas da mesma cultivar.

## REFERÊNCIAS

- ARRUDA, K. R.; SMIDERLE, O. J.; VILARINHO, A. A. **Uniformidade de sementes de genótipos de feijão-caupi cultivados em dois ambientes no Estado de Roraima**. Revista Agro@mbiente On-line, v. 3, n. 2, p. 122-127, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009.
- CACIARA, D. M. et al. **Antagonismo de *Trichoderma* spp. e *Bacillus subtilis* (UFV3918) no controle de *Fusarium sambucinum* em sementes de *Pinus elliottii***. Revista Árvore, v. 38, n. 4, p. 689-696, 2014.
- CHIN, J. M.; LIM, Y. Y.; TING, A. S. Y. **Biopriming chilli seeds with *Trichoderma asperellum*: a study on biopolymer compatibility with seed and biocontrol agent for disease suppression**. Biological Control, v. 165, p. 104819, 2022.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, DF, v. 11, safra 2023/24, n. 8, maio 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br> Acesso em: 9 mar. 2026.
- CRUZ, J. M. F. L. et al. **Microbiolization of cowpea seeds with commercial strains of *Trichoderma asperellum* and *Trichoderma harzianum***. Revista Ceres, v. 69, p. 613-618, 2022.
- CRUZ, J. M. F. L. et al. **Microbiolization of organic cotton seeds with *Trichoderma* sp. and *Saccharomyces cerevisiae***. Journal of Seed Science, v. 42, 2020.
- DARYAEI, A.; JONES, E. E.; GHAZALIBIGLAR, H.; GLARE, T. R.; FALLOON, R. E. **Effects of temperature, light and incubation period on production, germination and bioactivity of *Trichoderma atroviride***. Journal of Applied Microbiology, v. 120, n. 4, p. 999-1009, 2016.

- DINESH, K.; SINHA, B.; BAI, A. T. ***In vitro studies on the efficacy of various Trichoderma spp. against collar rot of tomato caused by Sclerotium rolfsii.*** International Journal of Chemical Studies, v. 6, n. 6, p. 1654-1656, 2018.
- EMBRAPA SOJA. **Fungos em sementes de soja: detecção, importância e controle.** Londrina: Embrapa Soja, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br>  
Acesso em: 9 mar. 2026.
- FARIAS, O. R. et al. ***Biocontrol potential of Trichoderma and Bacillus species on Fusarium oxysporum f. sp. vasinfectum.*** Journal of Experimental Agriculture International, v. 34, n. 1, p. 1-11, 2019.
- LAHLALI, R. et al. ***Biological control of plant pathogens: a global perspective.*** Microorganisms, v. 10, n. 3, p. 596, 2022.
- MACHADO, D. F. M.; PARZIANELLO, F. R.; SILVA, A. C. F.; ANTONIOLLI, Z. I. **Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente.** Revista de Ciências Agrárias, v. 35, n. 1, p. 274-288, 2012.
- MAGUIRE, J. D. ***Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor.*** Crop Science, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARUYAMA, C. R.; BILESKEY-JOSÉ, N.; LIMA, R.; FRACETO, L. F. ***Encapsulation of Trichoderma harzianum preserves enzymatic activity and enhances the potential for biological control.*** Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, v. 8, p. 225, 2020.
- NECHET, K. L.; VIEIRA, B. A. H. **Doenças do feijão-caupi em Roraima.** Boa Vista: Embrapa, 2006.
- OMOIGUI, L. O. et al. ***Genetic analysis of Fusarium wilt resistance in cowpea (Vigna unguiculata Walp.).*** Plant Breeding, v. 137, n. 5, p. 773-781, 2018.
- POVEDA, J.; EUGUI, D. ***Combined use of Trichoderma and beneficial bacteria (mainly Bacillus and Pseudomonas): development of microbial synergistic bio-inoculants in sustainable agriculture.*** Biological Control, v. 105, p. 100, 2022.
- REGO, C. H. Q. et al. ***Using multispectral imaging for detecting seed-borne fungi in cowpea.*** Agriculture, v. 10, n. 8, p. 361, 2020.
- RODRIGUES, A. A. C.; MENEZES, M. ***Identification and pathogenic characterization of endophytic Fusarium species from cowpea seeds.*** Mycopathologia, v. 159, n. 1, p. 79-85, 2005.
- SARAVANAKUMAR, K. et al. ***Synergistic effect of Trichoderma-derived antifungal metabolites and cell wall degrading enzymes on enhanced biocontrol of Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum.*** Biological Control, v. 94, p. 37-46, 2016.

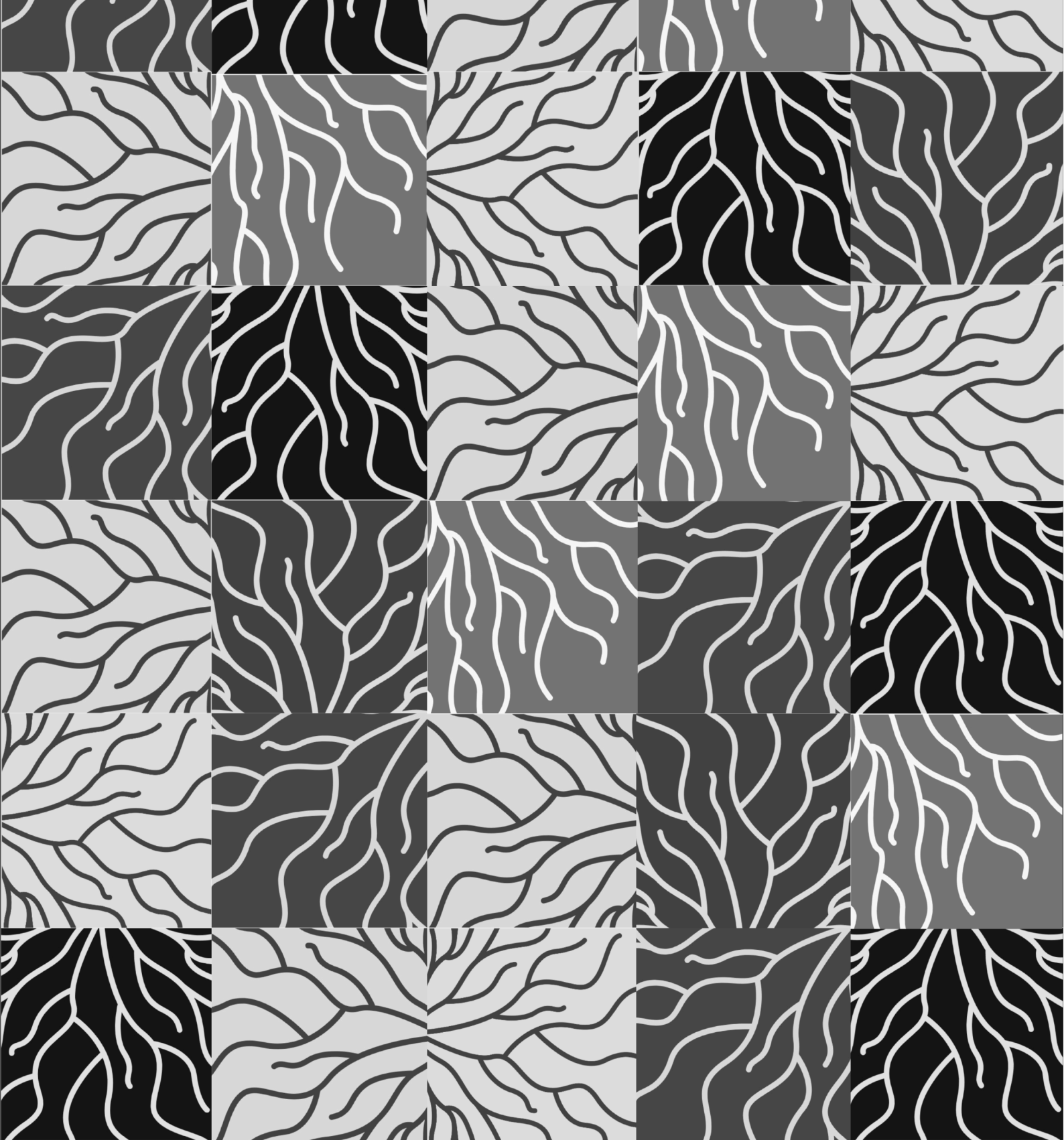
SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. ***The genera of Hyphomycetes***. Utrecht: CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 2011.

SILVA, N. S. D. F. et al. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais**. Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 1, p. 7-20, 2014.

SINGH, V.; UPADHYAY, R. S.; SARMA, B. K.; SINGH, H. B. ***Seed biopriming with Trichoderma asperellum effectively modulates plant growth promotion in pea***. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology, v. 9, n. 3, p. 361-365, 2016.

SOUSA, M. V. et al. **Métodos de inoculação e efeitos de *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* em sementes de algodoeiro**. Tropical Plant Pathology, v. 33, n. 1, p. 41-48, 2008.

ZEILINGER, S.; GRUBER, S.; BANSAL, R.; MUKHERJEE, P. K. ***Secondary metabolism in Trichoderma—chemistry meets genomics***. Fungal Biology Reviews, v. 30, n. 2, p. 74-90, 2016.



**GOVERNANÇA AMBIENTAL, POLÍTICAS  
PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**



# ENERGY DEMOCRACY IN DEVELOPING COUNTRIES: A CROSS-NATIONAL COMPARISON BETWEEN BRAZIL AND CHINA

Yue Zhou<sup>1</sup>

Johns Hopkins University, United States  
yzhou303@jh.edu

**ABSTRACT:** As global fossil fuel shortages intensify, countries are seeking pathways for a just and inclusive energy transition. Energy democracy, as a popularly promoted approach to achieving this goal by transforming exploitative energy systems, was framed through a Western neoliberal lens that emphasizes decentralization yet overlooks the contexts of developing nations. To enhance the concept's applicability in the Global South, Becker and Naumann (2017) expand this concept with a new framework that incorporates states' sovereign control over energy, decentralized energy supply, and Public/Collective Ownership. However, their framework lacks empirical validation and fails to specify the conditions under which these three initiatives enable equitable transitions. Therefore, this study employs a mixed-methods case analysis to examine the explanatory power of Becker and Naumann's (2017) framework in Brazil and China, two developing nations with outstanding energy equity and transition performance as of 2024, and identifies the political conditions of their successful strategies. Findings show both align with Becker and Naumann's (2017) tripartite model, with the state intervention as a key driver. Additionally, international cooperation emerges as an understudied factor facilitating success. This study challenges Western-centric energy democracy narratives, advocating for integrating state and international dimensions to improve the concept's generalizability across developing contexts.

**Keywords:** Brazil; China; Energy Democracy; Energy Transition; Developing Countries.

---

<sup>1</sup> Master in International Relations from Johns Hopkins University, research area energy transitions and justice.

## DEMOCRACIA ENERGÉTICA EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: UMA COMPARAÇÃO TRANSNACIONAL ENTRE BRASIL E CHINA

**RESUMO:** À medida que as escassezes globais de combustíveis fósseis se intensificam, os países buscam caminhos para uma transição energética justa e inclusiva. A democracia energética, como uma abordagem amplamente promovida para alcançar esse objetivo por meio da transformação de sistemas energéticos exploratórios, foi estruturada a partir de uma perspectiva neoliberal ocidental que enfatiza a descentralização, mas desconsidera os contextos das nações em desenvolvimento. Para ampliar a aplicabilidade do conceito no Sul Global, Becker e Naumann (2017) expandem essa proposta com um novo arcabouço que incorpora o controle soberano dos Estados sobre a energia, o fornecimento descentralizado de energia e a propriedade pública/coletiva. Entretanto, esse arcabouço carece de validação empírica e não especifica as condições sob as quais essas três iniciativas possibilitam transições equitativas. Diante disso, este estudo emprega uma análise de casos com métodos mistos para examinar o poder explicativo do arcabouço de Becker e Naumann (2017) no Brasil e na China — duas nações em desenvolvimento com desempenho destacado em equidade energética e transição energética até 2024 — e identifica as condições políticas associadas às suas estratégias bem-sucedidas. Os resultados mostram que ambos os países se alinham ao modelo tripartite de Becker e Naumann (2017), tendo a intervenção estatal como fator central. Ademais, a cooperação internacional emerge como um fator ainda pouco explorado que contribui para esse sucesso. Este estudo desafia narrativas ocidentais centradas na democracia energética, defendendo a incorporação das dimensões estatal e internacional para aprimorar a generalização do conceito em contextos de países em desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Brasil; China; Democracia energética; Transição energética; Países em desenvolvimento.

## INTRODUCTION

The global shift toward renewable energy has intensified amid fossil fuel depletion. Although research on energy transitions is booming, it often emphasizes technological solutions over socio-political factors (Chilvers and Longhurst, 2016, p. 586), hindering the transition of theory into practical governance (Feldpausch-parker et al., 2019, p. 3). The energy democracy (ED) concept addresses this issue by integrating socio-political factors while still valuing techno-scientific knowledge ((Feldpausch-parker et al., 2019, p. 3). It views the energy transition as the result of a multi-dimensional and complicated process, aiming to provide practical solutions for sustainable energy transition ((Feldpausch-parker et al., 2019, p. 3).

ED was first born in the grassroots environmental movement at the end of the 1960s, aiming to put into practice citizens' participation and empowerment in the structural transition of the energy system caused by the oil crisis (Droubi et al., 2022, pp. 1-2). Existing literature, largely Europe and US-centric, emphasizes grassroots citizen participation in energy governance (Wahlund and Palm, 2022, p. 4).

However, critics argue that market-driven decentralization may exacerbate inequality without state intervention (Defilippis, 2010; Taylor, 2011). Considering these controversies, Becker and Naumann (2017) expand ED's concept by adding Public/Collective Ownership (PO) and Energy Sovereignty (ES) apart from Decentralized Energy Provision (DEP), attempting to encompass developing countries' experiences. They suggest that all three initiatives have provided the possibility of equitable energy transition depending on their specific political organization forms (Becker and Nauman, 2017, pp. 5-9). However, empirical researches on the applicability of this ED typology in developing countries still lacks. Moreover, the typology remains unclear about the specific political context under which these three forms of energy governance can promote an equitable energy transition.

This study builds upon these research gaps, aiming to test Becker and Nauman's (2017) typology with empirical evidence from developing countries, while identifying the specific conditions under which these three management forms can facilitate equitable energy transition. To serve this research aim, Brazil and China are selected for a comparative case study. These two countries ranked first and second among developing countries in the Energy Transition Index (ETI) 2024. The index is so far the most comprehensive criterion for countries' energy transition status, covering 40

indicators, including those about equity and sustainability of the energy transition process (WORLD ECONOMIC FORUM, 2024). The high ranking of Brazil and China reflects their outstanding performance in equitable energy transition, which provides an ideal environment for this research to investigate the energy transition strategies of two exemplary developing countries. This study proposes two research questions:

(1) To what extent does Becker and Naumann's (2017) ED typology reflect Brazil and China's energy transition strategies

(2) Within what contexts have these typologies facilitated the ED in these two countries?

This study conducted mixed-method content analysis for 150 materials from academic journals, news, and government policies, allowing the quantitative calculation of the frequency of different ED initiatives and their particular effects, together with qualitative analysis of the political context when these strategies come into effect. It meets the demands of the two research questions and provides a comprehensive understanding of the energy transition paths in Brazil and China. The research has five components: introduction, literature review, research methods, results discussion, and conclusion.

## **LITERATURE REVIEW**

Studies on the practice of ED in participation in renewable energy transition initially developed from the experience of developed Western countries. In the 1970s, Lovins (1976, pp. 65-96) put forward the notion of "soft energy pathways", which advocates the increasing participation of civil society in renewable energy systems. Backed by this theory, the community-based decentralized renewable energy reform has been popularized in Europe and has become the core way of energy transition in many Western countries, such as Germany, Denmark, and Britain (Oteman et al., 2014; Brummer, 2018). Most of the ED literature thus far is based on European and North American backgrounds, with the themes focusing on the bottom-up path to energy transformation led by consumer and civic participation (Wahlund and Palm, 2022, p. 4).

This DEP has been seen by most of the literature as the primary path to achieving ED, and many scholars have examined its positive association with the renewable energy transition. To begin with, numerous studies argue that centralized energy systems have hindered the expansion of renewable energy usage (Devine-Wright,

2007). Due to the consolidation of non-renewable energy in authoritarian regimes, relevant governments are motivated to prevent the progress of the energy transition (Kakenmater, 2024). It is examined that non-renewable energy, such as nuclear energy and oil, their large scale, high vulnerability, complexity, and centralized technical requirements hinder citizens' democratic participation in technical decisions (Henderson, 1978). Moreover, by reducing governments' reliance on taxation and accompanying social pressure, the revenues obtained by governments' sales of oil prevent the formation of independent social groups and capital, which are the preconditions of democratization (Luciani, 2015; Ross, 1999). Therefore, scholars call for a foundation for energy transformation through democratized institutional reforms (Webb et al., 2016). It is claimed that democratic institutions are conducive to promoting communication and participation of different stakeholders, enhancing the transparency of decision-making, establishing a democratized process, and fairly distributing the benefits generated, thereby increasing social support for energy transformation projects and avoiding the conflicts between different interest groups (Ramirez et al., 2022).

In recent years, as the potential of global South energy transformation has gradually been recognized, some scholars have tried to apply this community-led decentralized energy practice to developing countries as their guide to accelerating the realization of ED and energy transformation (Ambole et al., 2021; Cantarero, 2020). However, this approach, generated from Western examples, is increasingly showing the limitations of Western-centricism. Catney et al., (2014) point out the drawbacks of this model, namely the idealization of localism, obscuring its possibility that results in the neoliberal transformation of privatization of public services and the possibility that regional inequality may develop. Droubi et al. (2022, p. 3) further develop this argument to the international level, believing that the current ED framework is derived from the Western model, equating Western citizens' rights in the process of energy transformation with energy justice while ignoring the possible inequality of this process faced by global South countries.

To address this issue, Becker and Naumann (2017) incorporate the experience of the global South, seeking to establish a global typology of ED. They divide the practice of ED into three categories: "decentralization, public and cooperative ownership, and ES." (Becker and Naumann, 2017, p. 2) These refer to the model of regional small energy supply projects, energy infrastructure construction projects that

are controlled and decided collectively, and the ones where the state controls the energy sector and the redistribution within the energy sector. (Becker and Naumann, 2017, pp. 5-8). This typology, while retaining a decentralized approach to energy management advocated by Western experiences, denies the approach's necessary causal relationship with ED (Becker and Naumann, 2017, pp. 5-9). It adds collective ownership, and ES as two possible ways to achieve ED in addition to the decentralized energy supply (Becker and Naumann, 2017, pp. 5-9). They argue that these three models of energy management can lead to an equitable energy transition only in a certain form of political organization (Becker and Naumann, 2017, p. 9). However, Becker and Naumann's (2017) article lacks further analysis of the political context in which each model comes into effect. In addition, it still lacks empirical testing from developing countries. Therefore, this research aims to conduct an empirical examination of the cases of Brazil and China on this framework, while exploring the political context within which the energy management forms can result in an equitable energy transition.

## **METHODOLOGY**

### **Sample selection**

This study selects Brazil and China as two subjects of comparative study. These two countries rank respectively first and second among developing countries in the global Energy Transition Index (ETI) 2024, which reflects their advanced performance in the energy transition. Compared with other indices, ETI provides a more comprehensive reference by bringing together 40 variables, covering a wide range of factors such as economy, institution, society, and geopolitics (Singh et al., 2019, p. 2).

### **Data collection and analysis**

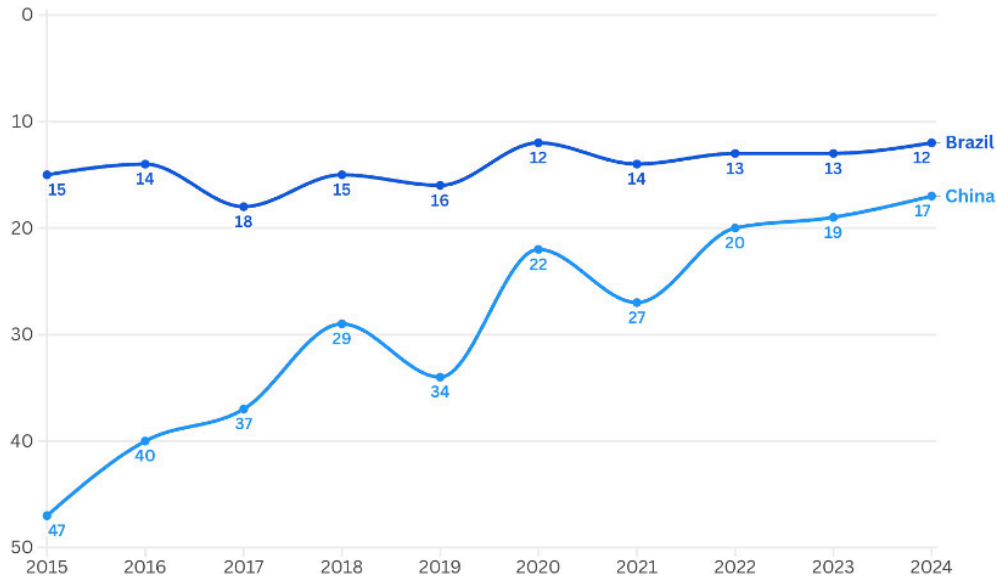
The past research methods about ED were divided into qualitative and quantitative directions, among which qualitative studies accounted for the vast majority (Wahlund and Palm, 2022, p. 16). In the qualitative field, semi-structured interviews and semi-systematic literature reviews associated with content analysis are applied most frequently. While the former is used primarily for the in-depth analysis of specific cases, with topics including the development experience of specific community energy projects (Sperling, 2017; Mah, 2019) and the interactions of different

stakeholders in the programs (Lennon, 2019; Lelieveldt and Schram, 2023), the latter is usually used for tracking the emergence and development of notions and tendencies at macro level, such as the review of ED's definition in various literatures (Szulecki and Overland, 2020; Osicka et al., 2023) and the summary of the trends of ED's practical development (Judson, 2022; Burke and Stephens, 2017). Compared with the qualitative approaches, quantitative methods are less used and are mainly applied for demonstrating the associations between different variables, such as the linkages between democracy and indicators of sustainable energy development (Clulow and Reiner, 2022; Kwilinski et al., 2024).

Due to the absence of existing quantitative databases and the research aim of summarizing the macro development of different individual phenomena in a relatively large geographical area, the method of content analysis was chosen for this research. It facilitates the tracking of changes or trends over a longer period at a relatively low cost (Kondracki et al., 2002, p. 227), aligning with the goal of this study to track Brazil and China's energy transition strategies and their impacts. Moreover, content analysis is divided into quantitative and qualitative branches, with the former capturing the explicit information from texts by calculating the word frequency and article length, and the latter excavating deeper meaning through the interpretation of texts (Songsore and Buzzelli, 2017, p. 440). This research applies a mixed approach, combining qualitative and quantitative analysis. This is conducive for this study to deductively examine the typology of ED proposed by Becker and Nauman (2017) with Brazil and China cases, while conducting inductive analysis, creating new typologies where necessary to enrich the original framework, and establishing taxonomies on the impact of specific energy organizational strategies (HAMAD et al., 2016).

The research process begins with the material collection. To ensure the reliability and validity of the materials, this study introduced triangulation by collecting primary and secondary materials from a wide range of sources, including scholarly articles in peer-reviewed journals, government policies, and mainstream media news. The time frame of the materials was set after 2015 to correspond to the ETI, which started to record the countries' energy transition performance after 2015 and witnessed the general upward trend of Brazil and China's ranking since the beginning of the records (Figure 1).

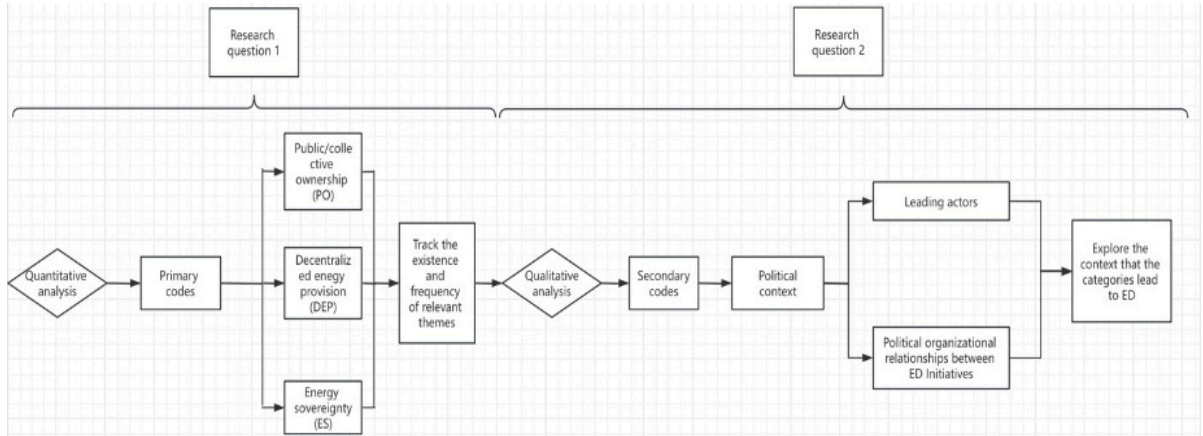
**Figure 1 - Brazil and China ETI Ranking Changes from 2015 to 2024 (Among All Countries).**



Source: The author (2025).

Platforms used for retrieval include online academic literature search engines Scopus and ScienceDirect, Official websites of the Chinese and Brazilian governments, websites of International Organizations, and media platforms such as Xinhua Net and Agência Brasil. Words including “China”, “Brazil”, “Energy Democracy”, “Energy Transition”, “Energy Policy”, “Community Energy”, “Distributed Energy Systems”, and “Energy Cooperatives” are used for keyword searching. Based on the time frame and keywords, 150 articles were selected according to their relevance to the research questions, with 75 of each for Brazil and China. Articles with duplicated content, unavailable access, and keywords with irrelevant concepts were excluded. Since the purpose of this study is to search for empirical evidence in the collected materials to examine the capability of Becker and Naumann's (2017) typology to explain Brazil and China’s energy transition path, the research follows the approach of deductive analysis. This allows the reassessment and modification of an existing theory instead of following grounded theory to generate a new framework (Fife and Gossner, 2024, p. 8). Figure 2 presents the overview of this study’s data analysis process.

**Figure 2 - Data Analysis Process**



Source: The author (2025).

Firstly, the research established primary coding based on Becker and Naumann's (2017) categories of ED initiatives, including ES, DEP, and PO. Following these codes, the existence and frequency of the relevant themes of China's and Brazil's energy transition strategies in the materials were investigated and quantitatively calculated, to verify the explanatory ability of the framework for these two countries' energy transition path. Furthermore, a series of secondary codes were set under each primary coding type, containing political contexts (political relationships between different initiatives and leading stakeholders), and influences (pros and cons). This aims to qualitatively interpret the texts related to these themes, exploring the specific contexts under which the initiatives can facilitate ED and responding to the second research question. The specific coding structure and the codes' definitions are listed in Table 2.

**Table 2 - Coding Scheme**

Primary Code	Primary Code Definition	Secondary Code
Energy Sovereignty (ES)	State's control on energy infrastructure, resources, and strategies (Becker and Naumann, 2017, pp. 6-8)	National Policies
		SOEs-led Projects
Decentralized Energy Provision (DEP)	Distributed local or regional energy supply form (BECKER and NAUMANN, 2017, pp. 6-8)	NGOs-led Distributed Projects
		Private Enterprises-led Distributed Projects
		National Government-led Distributed Projects
		State/Provincial/Municipal Government-led Distributed Projects
Public/Collective Ownership (PO)	Public control and participation in energy infrastructure and sectoral decision-making, from local to the national level (BECKER and NAUMANN, 2017, pp. 6-8)	Community-level Public Utilities

Source: The author (2025).

## **RESULTS AND DISCUSSION**

This section analyses the energy transition pathways of Brazil and China since 2015 to the present day through the lens of Becker and Naumann's (2017) ED typology. A thematic analysis demonstrates the framework's explanatory power for both cases while contextualizing their distinct political landscapes. To maintain accuracy, duplicate items were excluded within each initiative category.

## **RESEARCH QUESTION 1: TO WHAT EXTENT DO BECKER AND NAUMANN**

## (2017)'S ED TYPOLOGY REFLECTS BRAZIL AND CHINA'S ENERGY TRANSITION STRATEGIES?

Table 3 shows the analysis results of Becker and Naumann (2017)'s ED framework on Brazil and China's energy transition policies since 2015. It reveals that while Becker and Naumann's (2017) ED framework effectively captures domestic ED efforts in both countries, it omits IC, a significant initiative involving external actors that emerged in both cases.

**Table 3** - Occurrences of the ED Initiatives

Country	Energy Democracy Initiatives	Occurrences
Brazil	Decentralized Energy Provision	33
	Energy Sovereignty	42
	Public/Collective Ownership	7
	International Cooperation	36
China	Decentralized Energy Provision	60
	Energy Sovereignty	67
	Public/Collective Ownership	3
	International Cooperation	15

Source: The author (2025).

Domestically, both Brazil and China exhibits all three ED initiative types from Becker and Naumann's (2017) typology: DEP, ES, and PO, though with different emphases. In Brazil, ES appeared most frequently (42 instances), followed by DEP (33), while PO trails significantly (7), while in China ES (67) and DEP (60) occur substantially more frequently than in Brazil, while PO remains minimal (3) just as in Brazil. This shows Becker and Naumann's (2017) framework is highly capatable to analyse Brazil and China's forms to organize energy transition.

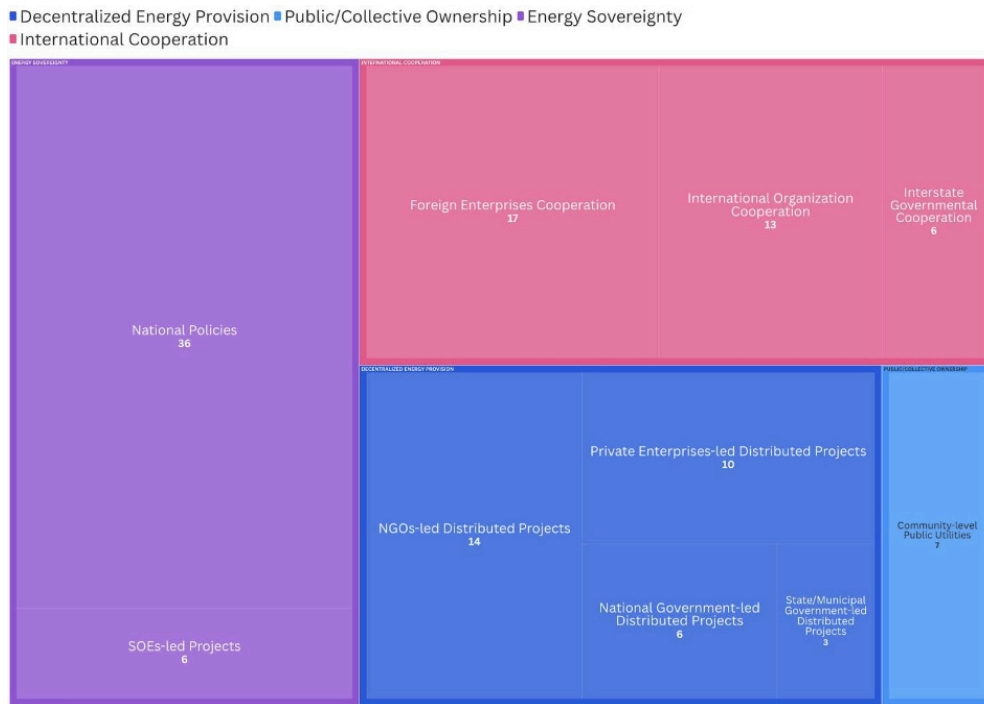
However, Becker and Naumann's (2017) framework omits IC, an initiative involving external actors that emerged in both countries. Table 3 presents that IC appears to be the second most frequent ED category in Brazil (42 instances), and in China as the third one (15), reflecting it as a significant component of these two countries' effective energy transition practice. This study into the energy transition strategies of Brazil and China demonstrated the positive role of these actors on domestic ED process by supporting the development of renewable energy projects, especially in

Brazil where the occurrence of IC ranks the second among all initiatives, only 6 instances less than ES (Table 3). In Brazil, the renewable sector is highly open to international stakeholders, attracting many multinational companies, such as Engie and Enel, to set up new energy projects in this country (Butler, 2025; Enel Green Power, 2019). China, in comparison, has closely linked energy issues to national security concerns, thereby its renewable energy market has been relatively closed to foreign enterprises (Deign, 2019). Its renewable energy ICs have been mainly carried out through official channels with multilateral organizations and bilateral national agreements (Figure 5). Despite the differences in the dominant forms, both countries leverage foreign investments, international organizations, and bilateral cooperations to fasten their energy transition process. For instance, both Brazil and China accepted loans and investments from the World Bank to advance their renewable projects (World Bank, 2019; Government of Brasil, 2023). Therefore, there is a need to add IC into the typological framework of states' strategies for pursuing ED to enrich the exploration into ED and improve the accuracy of relevant analysis.

## **RESEARCH QUESTION 2: WITHIN WHAT CONTEXTS HAVE THESE TYPOLOGIES FACILITATED THE ED IN THESE TWO COUTRIES?**

Figure 4 and 5 report the political-organizational contexts within which the ED initiatives have come into effects to help China and Brazil achieve outstanding energy transformation performance. Hybrid initiatives exhibiting multiple categorical features were classified into all relevant categories.

**Figure 4 - Occurrences and Frequency of the Specific Forms of the ED Initiatives (Brazil)**



Source: The author (2025).

**Figure 5 - Occurrences and Frequency of the Specific Forms of the ED Initiatives (China)**



Source: The author (2025).

## **State's Leading Role in Achieving Equitable Energy Transition**

Firstly, the analysis of the dominant actors of EDs shows that in both countries' post-2015 energy strategies, state actors appear most frequently, not only as the sole leading actor in launching many ES initiatives but also lead some other energy initiatives.

To begin with, in both Brazil and China, the ES are numerically the primary ED initiative, controlled by the state government and SOEs, reflecting the centralized nature of both countries' energy policymaking. State government, in both cases, has formulated a series of policies, such as Lula government's approval of R\$ 50 billion investments into the renewable energy parks in the Northeast of Brazil and the Chinese government's policy to exempt new energy vehicles' purchase tax (Dallabrida, 2024; Government of China, 2020). Additionally, the SOEs are primary implementation vehicles for these policies, undertaking large-scale renewable energy development and infrastructure projects. Typical examples include Petrobras's test of emerging biofuels like green diesel for commercial viability and fiscal support for the New Growth Acceleration Program (Government of Brazil, 2025) and Sinopec's advancements in seawater hydrogen production technology (Xinhua Net, 2024). Through these measures, state actors, with their coordinative and redistributive capacities, play a central role in Brazil's and China's outstanding performance in ED. The governments contribute to an equitable energy transition process by developing policies that overcome market failures and allocate resources needed for renewable energy development to specific populations and regions in line with development needs.

Besides ES initiatives, state actors in Brazil and China have also played crucial roles in the development of DEP in both countries, dominating respectively 9 and 53 DEP projects (Figures 4 and 5). Regarding their actual effects, the state actors fully leverage their capacity for coordination and redistribution, drawing resources to remote areas. In China, The national government has planned and issued a series of distributed energy construction plans, such as the "Thousands of townships and tens of thousands of villages harnessing the wind program", which has led the emergence of most distributed energy supply organizations by instructing local governments to select villages and communities to carry out pilot projects and promote energy access and transformation at grassroot level (National Energy Administration, 2024;

China 5E, 2022). In Brazil, though less frequent than China, the national government has also been planning and allocating resources for a just energy transition in remote areas through projects such as rural electrification, which demonstrate even larger-scale impacts than grassroots DEPs. For example, the "Luz para todos" project launched by the Lula government has increased the rural electricity coverage in Brazil by 16.8% (Leduchowicz-Municio et al., 2022, pp. 3-8).

### **The Lack of Civil Society Participation in the Energy Transition Process**

In terms of grassroots participation, results suggest that it occurs much less frequently than state-led ones in two countries, with the sum of private enterprises/NGOs-led DEP and PO only accounts for 26% (Brazil) and 6% (China) among all ED initiatives in the two countries. However, qualitative studies show that they play an important supplementary role in the state-led projects.

Brazil's grassroots-led DEPs primarily target marginalized regions such as the Amazonian communities, urban slums, and Northeast Brazil's underdeveloped areas, employing solar-dominant hybrid systems complemented by small-scale hydro, wind, and biomass units. This sector exhibits remarkable actor diversity, with NGOs (14 cases) and private firms (10 cases) driving more than a half of the DEP projects (Figure 4), though mostly localized projects with small-scale influence, though funding and technical support. For example, in Santa Helena do Inglês village in Amazonas, Brazil, private enterprise Unicoba and NGO the Foundation for Amazon Sustainability collaborated to install a solar power system for the village (AMIGO et al., 2023). In China, the grassroots ED projects are initiated by private enterprises in countryside areas, through which they contributed to the local energy transition by innovating distributed energy supply solutions and technologies, as well as undertaking local clean energy projects (Zhong, 2025). For example, Haier New Energy's private enterprise in Henan Province has implemented the "Sky Light and Ground Heat" plan, which aims to achieve clean heating for the local area through photovoltaics (Zhong, 2025).

Regarding civil-society dominant initiatives, Becker and Naumann (2017) suggest PO as the typical form which civil society's control over the energy system and call for democratic decision-making and collective interests (Becker and Naumann, 2017, pp. 7-8). The qualitative results have shown that PO initiatives in both countries have emerged in the form of energy cooperatives and are concentrated at the village or

community level, such as the solar cooperatives of the communities of Babilônia and Chapéu-Mangueira in the slums of Rio de Janeiro, Brazil, and the villages of Yanjiang in Yizheng, Yangzhou, China (Halford, 2025; Department of Ecology and Environment of Jiangsu Province, 2024). Although small in number and mainly concentrated at the grassroots level, these PO initiatives, combined with distributed renewable energy, allow consumers to take control and decision-making power over the local energy system, receive relevant training, and reap the benefits generated by operating the energy system, thereby increasing the motivation of residents to participate, creating jobs and additional economic income (Amigo, et al., 2023).

## **CONCLUSION**

Based on Becker and Naumann's (2017) typology of ED, this final year project analyses the pathways of Brazil and China to ED from 2015 onwards. The study found that the domestic energy transition strategies of the two countries fit the framework of Becker and Naumann (2017), including ED, DEP, and PO. In addition to this, however, IC has been largely neglected as one of the types of initiatives that also contribute to the process of ED in both countries. In addition, an examination of the specific ways in which different types of initiatives are contextualized politically in these two countries, and the central position of state actors in the ED process in both countries, suggests that the process is largely state-led, as opposed to the traditional bottom-up approach to ED rooted in Western experience. Thus, this study demonstrates the limitations of the classical ED path in the case of developing countries, and the need for the state, as well as foreign actors, to be considered in relevant studies as important agents of national ED processes. This study could serve as a springboard for a more in-depth and broader discussion of the pathways for developing countries to achieve equitable energy transition goals.

In closing, several limitations should be considered in this study. First, as case studies for China and Brazil, their experiences may not be universally applicable to all developing countries, and further comparative studies of the transition pathways to ED in other developing countries are needed. In addition, although this study circumvents biased positions due to single-subject narratives by using materials from different sources, the subjectivity of the authors in searching, selecting, and analyzing materials using specific keywords and the limited amount of material analyzed can lead to biased perceptions. Therefore, more keywords and materials need to be

further analyzed to get a more comprehensive view.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Xi'an Jiaotong-Liverpool University, Suzhou, People's Republic of China. I would like to thank Dr. Niklas Weins for his valuable guidance and suggestions throughout my research and writing process.

## REFERENCES

AMBOLE, A., KORANTENG, K., NJOROGI, P., & LUHANGALA, D. A Review of Energy Communities in Sub-Saharan Africa as a Transition Pathway to Energy Democracy. **Sustainability**, 13, 4, 1-19, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13042128>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

AMIGO, I., COWIE, S. & PRADO, A. Electricity day and night: Solar power is changing isolated Amazon communities. Available at: <https://news.mongabay.com/2023/02/electricity-day-and-night-solar-power-is-changing-isolated-amazon-communities/>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

BECKER, S., & NAUMANN, M. Energy Democracy: Mapping the Debate on Energy Alternatives. **Geography Compass**, 11, 8, 1-13, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1111/gec3.12321>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

BRUMMER, V. Community energy—benefits and barriers: A comparative literature review of Community Energy in the UK, Germany and the USA, the benefits it provides for society and the barriers it faces. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 94, 187-196, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.013>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

BURKE, M. J.; STEPHENS, J. C. Energy democracy: Goals and policy instruments for sociotechnical transitions. **Energy Research & Social Science**, 33, 35-48, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.09.024>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

BUTLER, A. ENGIE Brasil Energia acquires two hydropower plants in Brazil. *Energy Global*, 2025. Available at: <https://www.energyglobal.com/other-renewables/24032025/engie-acquires-two-hydro-power-plants-in-brazil/>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

CANTARERO, M. Of Renewable Energy, Energy Democracy, and Sustainable Development: A Roadmap to Accelerate the Energy Transition in Developing Countries. **Energy Research & Social Science**, 70, 1-15, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101716>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

CATNEY, P., MACGREGOR, S., DOBSON, A., HALL, S., ROYSTON, S., ROBINSON, Z., ORMEROD, M., ROSS, S. **Local Environment**, 19, 7, 715-730, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1080/13549839.2013.792044>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

CHINA 5E. Why did the photovoltaic "county-wide promotion" fall into the "embarrassment of the four parties"?. Available at: <https://www.china5e.com/news/news-1132787-1.html> . Accessed on: 24 Mar. 2025.

CHIVERS, Jason, & LONGHURST, Noel. Participation in Transition (s): Reconceiving Public Engagements in Energy Transitions as Co-produced, Emergent and Diverse. **Journal of Environmental Policy & Planning**, 18, 5, 585-607, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1080/1523908X.2015.1110483>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

CLULOW, Z., & REINER, D. Democracy, Economic Development and LowCarbon Energy: When and Why Does Democratization Promote Energy Transition?. **Sustainability**, 14, 20, 1-22, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su142013213>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

DALLABRIDA, P. Side effects of the energy transition in Brazil. Available at: <https://energytransition.org/2024/11/side-effects-of-the-energy-transition-in-brazil/>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

DEFILIPPIS, J., Fisher, R., & Shragge, E. **Contesting community: The limits and potential of local organizing**. New Brunswick, New Jersey and London: Rutgers University Press, 2010. Available at: <https://books.google.com/books?hl=zh-CN&lr=&id=PRyCUqUWjzwC&oi=fnd&pg=PR5&dq=Contesting+community:+The+limits+and+potential+of+local+organizing.+&ots=iYFVSYfCzZ&sig=WtUDRGOMdXyGwCayWzYZErhh1hc#v=onepage&q=Contesting%20community%3A%20The%20limits%20and%20potential%20of%20local%20organizing.&f=false> Accessed on: 24 Mar. 2025.

DEIGN, J. EDF's China offshore wind deal opens door to Western developers. Greentech Media, 2019. Available at: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/edfs-china-offshore-wind-deal-opens-door-to-western-developers>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

DEPARTMENT OF ECOLOGY AND ENVIRONMENT OF JIANGSU PROVINCE. The first in the province! Yangzhou Yizheng Energy Cooperative's "electricity" made beautiful green village. Jiangsu Provincial Department of Ecology and Environment, 2024. Available at: [https://sthjt.jiangsu.gov.cn/art/2024/2/22/art\\_84025\\_11156006.html](https://sthjt.jiangsu.gov.cn/art/2024/2/22/art_84025_11156006.html). Accessed on: 24 Mar. 2025.

DEVINE-WRIGHT, P. Reconsidering public attitudes and public acceptance of renewable energy technologies: a critical review. In: GRUBB, Michael., JAMASB, Tooraj., and POLLITT, Michael. **Delivering a Low-Carbon Electricity System**. 1-11. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 2007. Accessed on: 24 Mar. 2025.

DROUBI, S., HEFFRON, R., MCCAULEY, D. A critical review of energy democracy: A failure to deliver justice?. **Energy Research & Social Science**, 86, 1-41. 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102444>. Accessed on: 24 Mar. 2025.

Enel Green Power. Enel shares opportunity for social 47 development. Available at: <https://www.enelgreenpower.com/stories/articles/2019/12/enel-sharesopportunity-social-development>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Feldpausch-Parker, A.M., Endres, D., & Peterson, T. A research agenda for energy democracy. **Frontiers in Communication**, 4, 1-8, 2019. Available at: <https://doi.org/10.3389/fcomm.2019.00053>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Halford, K. Community solar lights up homes and businesses in Rio's favelas. Available at: <https://dialogue.earth/en/energy/community-solar-lights-up-homes-and-businesses-in-rios-favelas/>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

HAMAD, E., SAYUNDRANAYAGAM, M., HOLMES, J., KINSELLA, E., JOHNSON, A. Toward a Mixed-Methods Research Approach to Content Analysis in the Digital Age: The Combined Content-Analysis Model and Its Applications to Health Care Twitter Feeds. **Journal of medical Internet research**, 18, 3, 1-17, 2016. Available at: <https://doi.org/10.2196/jmir.5391>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

HENDERSON, H. **Creating Alternative Futures**. Ames: Media Resources Center, IOWA STATE UNIVERSITY, 1978.

FIFE, S., & GOSSNER, J. Deductive Qualitative Analysis: Evaluating, Expanding, and Refining Theory. **International Journal of Qualitative Methods**, 23, 1-12, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1177/16094069241244856>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Government of Brazil. Brazil launches sovereign sustainable 48 bond framework. Available at: <https://www.gov.br/tesouronacional/ptbr/noticias/brazil-launches-sovereign-sustainable-bond-framework>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Government of Brazil. President Lula signs into law Energy Transition Acceleration Program. Available at: <https://www.gov.br/planalto/en/latest-news/2025/01/president-lula-signs-into-law-energy-transition-acceleration-program>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Government of China. Notice on accelerating the review of the list of renewable energy power generation subsidy projects. Available at: [https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-11/25/content\\_5564021.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-11/25/content_5564021.htm). Accessed on: 29 Aug. 2025.

JUDSON, E., FITCH-ROY, Oscar., & SOUTAR, Iain. Energy Democracy: A Digital Future?. **Energy Research & Social Science**, 91, 1-9, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102732>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

KAKENMASTER, W. The Fossil-Fueled Roots of Climate Inaction in Authoritarian Regimes. **Perspectives on Politics**, 1, 1, 1-19, 2024.

Available at: <https://doi.org/10.1017/S1537592724000793>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

KONDRACKI, N., WELLMAN, N., & AMUNDSON, D. Content Analysis: Review of Methods and Their Applications in Nutrition Education. **Journal of nutrition education and behavior**, 34, 4, 224-230. 2002. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1499-4046\(06\)60097-3](https://doi.org/10.1016/S1499-4046(06)60097-3). Accessed on: 29 Aug. 2025.

KWILINSKI, A., LYULYOV, O., & PIMONENKO, T. Energy Poverty and Democratic Values: A European Perspective. **Energies**, 17, 12, 1-23, 2024. Available at: <https://doi.org/10.3390/en17122837>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

LEDUCHOWICZ-MUNICIO, A., LÓPEZ-GOZÁLEZ, A., DOMENECH, B., FERRER, L., UDAETA, M., & GIMENES, A. Last-Mile Rural Electrification: Lessons Learned from Universalization Programs in Brazil and Venezuela. **Energy policy**, 167, 1-16, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113080>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

LELIEVELDT, H., & SCHERAM, W. Where are the citizens? Unravelling the Lopsided Nature of Stakeholder Participation in the Dutch Regional Energy Transition. **Energy Research & Social Science**, 96, 1-9, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102925>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

LENNON, B., DUNPHY, N., & SANVICENTE, E. Community acceptability and the energy transition: A Citizens' Perspective. **Energy, Sustainability and Society**, 9, 1, 1-18, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0218-z>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

LOVINS, A. B. Energy strategy: the road not taken. **Foreign Affairs**, 55, 1, 65-96, 1976. Available at: <http://www.jstor.org/stable/20039628>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

LUCIANI, G. Allocation vs. production states: A theoretical framework. In: LUCIANI, G. **The Arab State**. 63-82. Abingdon: Routledge, 2015. Available at: <https://books.google.com/books?hl=zh-CN&lr=&id=IglJkRFLu2cC&oi=fnd&pg=PR9&dq=The+Arab+State&ots=igK2EFVzkV&sig=VPUCEXsH65pW1hweadpEsQoOn70#v=onepage&q=The%20Arab%20State&f=false>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Mah, D. Community Solar Energy Initiatives in Urban Energy Transitions: A comparative study of Foshan, China and Seoul, South Korea. **Energy Research & Social Science**, 50, 129-142, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.11.011>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

National Energy Administration. (2024, September 20th). The "Wind Control Action in Thousands of Towns and Villages" has been standardized. Available at: [https://www.nea.gov.cn/2024-09/20/c\\_1212398769.htm](https://www.nea.gov.cn/2024-09/20/c_1212398769.htm). Accessed on: 29 Aug. 2025.

OSIČKA, J., SZULECKI, K., & JENKINS, K. Energy Justice and Energy Democracy: Separated Wwins, Rival Concepts or Just Buzzwords?. **Energy Research & Social**

**Science**, 104, 1-16, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.103266>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

OTEMAN, M.; WIERING, M.; HELDERMAN, J. The institutional space of community initiatives for renewable energy: a comparative case study of the Netherlands, Germany and Denmark. **Energy, Sustainability and Society**, 4, 1, 1-17, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1186/2192-0567-4-11>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

RAMIREZ, J.; VELÁZQUEZ, D.; VÉLEZ-ZAPATA, C. The potential role of peace, justice, and strong institutions in Colombia's areas of limited statehood for energy diversification towards governance in energy democracy. **Energy Policy**, 168, 1, 1-19, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113135>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

ROSS, M. The political economy of the resource curse. **World Politics**, 51, 2, 297-322, 1999. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0043887100008200>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

SINGH, Harsh., Bocca, Roberto., GOMEZ, Pedro., DAHLKE, Steve., & BAZILIAN, Morgan. The Energy Transitions Index: An Analytic Framework for Understanding the Evolving Global Energy System. **Energy Strategy Reviews**, 26, 1-10, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

SONGSORE, E., & BUZZELLI, M. The Value of Mixed Method Content Analysis for Understanding Renewable Energy Deployment and Policy Outcomes. **Journal of Environmental Policy & Planning**, 19, 4, 438-456, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1080/1523908X.2016.1246245>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

SPERLING, K. How Does a Pioneer Community Energy Project Succeed in Practice? The Case of the Samsø Renewable Energy Island. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 71, 884-897, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.116>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

SZULECKI, K., & OVERLAND, I. Energy Democracy as a Process, an Outcome and a Goal: A Conceptual Review. **Energy Research & Social Science**, 69, 1-14, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101768>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

TAYLOR, M. **Public Policy in the Community**. BLOOMSBURY PUBLISHING, 2011. Available at: <https://www.bloomsbury.com/us/public-policy-in-the-community-9780230242647/>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

WAHLUND, M., & PALM, J. The Role of Energy Democracy and Energy Citizenship for Participatory Energy Transitions: A Comprehensive Review. **Energy Research & Social Science**, 87, 1-19, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102482>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

WEBB, J.; HAWKEY, D.; TINGEY, M. Governing cities for sustainable energy: The UK case. *Cities*, v. 54, n. 1, p. 28-35, 2016.

Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.10.014>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

World Bank. World Bank to help China develop renewable energy with battery storage. Available at: <https://www.shihang.org/zh/news/press-release/2019/06/11/world-bank-to-help-china-develop-renewable-energy-with-battery-storage>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

World Economic Forum. Country Profiles. Available at: <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2024/country-profiles-8dad724ce3/>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Xinhua Net. China's first factory-based seawater hydrogen production project was completed. Available at: <https://www.news.cn/20241218/04b8ac7c060d464c94fa0364534a10cd/c.html>. Accessed on: 29 Aug. 2025.

Zhong, X.Y. Exploring new energy + rural revitalization, Haier New Energy joined hands with CNNC Huineng to implement the "Sky Light Geround Heat" clean heating solution. Available at: [https://www.cnenergynews.cn/guangfu/2025/03/27/detail\\_20250327206743.html](https://www.cnenergynews.cn/guangfu/2025/03/27/detail_20250327206743.html). Accessed on: 29 Aug. 2025

# GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM FORTALEZA/CE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DE 2021 A 2025

**Joelson Vieira de Luna Pereira<sup>1</sup>**  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
joelsonluna@alu.ufc.br

**Gabriela Lobato da Silva<sup>2</sup>**  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
gabrielaobatosilva@alu.ufc.br

**Pedro Henrique Lemos Rodrigues<sup>3</sup>**  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
phlemos@alu.ufc.br

**Fernando Alexandre de Sousa Abreu<sup>4</sup>**  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
fernandoabreu@alu.ufc.br

**Maria Luiza Michaelovitch de Mahiques<sup>5</sup>**  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
mariamahiques@alu.ufc.br

**Gabriel Lucas Ribeiro de Moura<sup>6</sup>**  
Universidade Federal do Ceará – UFC  
gabrielmoura00@alu.ufc.br

**RESUMO:** O gerenciamento de resíduos sólidos configura-se uma temática de grande relevância para a cidade de Fortaleza, uma capital que, apesar da sua posição destaque no contexto urbano, ainda enfrenta carência de políticas públicas eficazes e ativas para lidar com a problemática do descarte inadequado de resíduos. Em face dessa questão, o presente trabalho tem como objetivo compreender as políticas públicas no gerenciamento de resíduos sólidos no município de Fortaleza, através de uma revisão bibliográfica de trabalhos científicos nos anos de 2021 a 2025. Os principais métodos utilizados são uma pesquisa de natureza básica com sua abordagem qualitativa. No levantamento realizado, verificou-se evidentes falhas estruturais na coleta e na destinação adequada dos resíduos, revelando uma ineficiência no atendimento das demandas de Fortaleza, e ocasionando impactos negativos na saúde pública. Por fim, é imprescindível a união de esforços que promovam maior eficiência operacional, valorização de catadores, ampliação de

---

<sup>1</sup> Graduando em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará.

<sup>2</sup> Graduanda em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará.

<sup>3</sup> Graduando em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará.

<sup>4</sup> Graduando em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará.

<sup>5</sup> Graduanda em Economia Ecológica pela Universidade Federal do Ceará.

<sup>6</sup> Graduando em Letras-Libras pela Universidade Federal do Ceará.

políticas públicas e investimento maior em educação, com o objetivo de construir uma cidade sustentável e socialmente justa.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Saúde pública; Gestão de resíduos; Desigualdade territorial

## **SOLID WASTE MANAGEMENT IN FORTALEZA/CE: A LITERATURE REVIEW OF 2021 TO 2025**

**ABSTRACT:** Solid waste management is a topic of great relevance for the city of Fortaleza, a capital that, despite its prominent position in the urban context, still faces a lack of effective and active public policies to address the issue of inadequate waste disposal. In light of this matter, the present study aims to understand public policies in solid waste management in the municipality of Fortaleza, through a bibliographic review of scientific works from 2021 to 2025. The main methods used are basic research with a qualitative approach. The survey carried out revealed evident structural shortcomings in waste collection and proper disposal, highlighting inefficiency in meeting Fortaleza's demands and resulting in negative impacts on public health. Finally, it is essential to bring together efforts that promote greater operational efficiency, appreciation of waste pickers, expansion of public policies, and greater investment in education, with the goal of building a sustainable and socially just city.

**Keywords:** Sustainability; Public Health; Waste Management; Territorial Inequality

## INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são materiais líquidos, gasosos, sólidos ou semissólidos resultantes das atividades humanas no meio natural que, quando descartados incorretamente, causam a degradação do meio ambiente (Brasil, 2007). Ademais, tal descarte indevido pode além de causar um impacto negativo no meio ambiente, prejudicar a saúde pública e a economia local.

No contexto nacional, a estimativa média de geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil, para o ano de 2023 tendo o ano de 2024 como ano base é de 1,047kg por dia (ABREMA, 2024), considerando os dados do IBGE do ano de 2024, o país gera aproximadamente 81,24 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por ano, dos quais apenas um pouco mais de 4% é reciclado, enquanto cerca de 40% ainda são encaminhados para lixões ou aterros controlados. A cultura de descarte irregular, como por exemplo, pela falta de uma educação ambiental transformadora que seja capaz de romper com práticas enraizadas no tecido social (Oliveira *et al.*, 2024), impossibilita que tal problemática seja mitigada na sociedade contemporânea.

Segundo Almeida *et al.* (2023), a PNRS apesar de ser uma política robusta de gerenciamento de resíduos, até 2014 ainda não havia atingido seu objetivo, o que se explica por mais da metade dos municípios brasileiros ainda não possuem um plano adequado de coleta, separação e destinação dos resíduos produzidos em suas cidades. Desse modo, ao reconhecer tal problema, fica evidente a complexidade da aplicação prática no que desrespeita o gerenciamento correto do lixo.

Já no plano municipal, Fortaleza apresenta um cenário mais preocupante: a cidade coleta, em média, 1,43 kg de resíduos por habitante por dia, acima da média estadual (1,3 kg/hab./dia) e da média nacional (1,0 kg/hab./dia). Além disso, apenas 0,56% desses resíduos são recuperados por meio da coleta seletiva, ante 1,4% no Ceará e 2,4% no Brasil. Esses números indicam que, embora Fortaleza produza mais lixo por habitante, a taxa de reciclagem está abaixo da média, sinalizando a necessidade de abordagens mais eficazes no gerenciamento dos resíduos. Dessa forma, podem ser evidenciados impactos negativos frutos de uma política de gestão mal aplicada, que, apesar de orientar quanto a sua implantação, não se concretiza na prática.

O manual de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Fortaleza apresenta a importância da classificação, armazenamento e descarte correto dos diferentes tipos de resíduos sólidos (Fortaleza, 2022), assim como também instruções acerca da periculosidade de cada resíduo e de como deve seguir o processo de sistematização específica para seu gerenciamento. Além do manual de gerenciamento de resíduos sólidos, que apresenta a importância da classificação, armazenamento e descarte correto (Fortaleza, 2022), foram implementados programas como os Ecopontos e o E-carroceiro, bem como os mais recentes, Re-ciclo e Caminhão Limpezinha, todos com a finalidade de reduzir o descarte irregular, ampliando a coleta seletiva e promovendo a inclusão socioeconômica de catadores.

No entanto, observa-se que a atuação desses projetos não ocorre de forma homogênea no território, estando fortemente associada ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos bairros. O Re-Ciclo, por exemplo, concentra suas ações em áreas de maior IDH, enquanto o Caminhão Limpezinha tem maior abrangência em bairros diversos. Essa relação evidencia a desigualdade socioespacial e o desafio de levar educação ambiental e infraestrutura de gestão de resíduos às áreas com menor desenvolvimento humano.

Entendendo a relevância do tema, objetiva-se com o presente trabalho compreender as políticas públicas no gerenciamento de resíduos sólidos no município de Fortaleza, por meio de uma revisão bibliográfica de trabalhos científicos publicados entre os anos de 2021 e 2025, relacionando a efetividade das políticas públicas existentes aos seus impactos socioambientais.

## **METODOLOGIA**

A presente pesquisa é de natureza básica com abordagem qualitativa, justificada por sua adequação ao estudo de fenômenos sociais e humanos, conforme defendido por Chizzotti (2000). Os pesquisadores que utilizam o modelo qualitativo de pesquisa defendem que as ciências humanas possuem especificidades, o que torna necessário que estas tenham metodologias próprias de pesquisa. O método empregado é a revisão bibliográfica, com o objetivo de levantar e analisar o panorama das políticas públicas de gerenciamento de resíduos sólidos em Fortaleza.

Para a coleta de dados, foram utilizadas as seguintes técnicas: revisão de literatura em bases de dados, consulta a documentos oficiais, legislações e sites governamentais. A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo, que, segundo Minayo (2001), caracteriza-se como um conjunto de técnicas úteis adotadas para extrair informações que sejam relevantes para o entendimento do fenômeno estudado. Essa abordagem permitiu uma compreensão aprofundada das temáticas relacionadas à gestão de resíduos sólidos e sua contribuição para a gestão ambiental no período de 2021 a 2025 no município de Fortaleza. Ademais, este recorte foi estabelecido com base na disponibilidade de literatura neste período, com enfoque nas políticas públicas implementadas mais recentemente em Fortaleza.

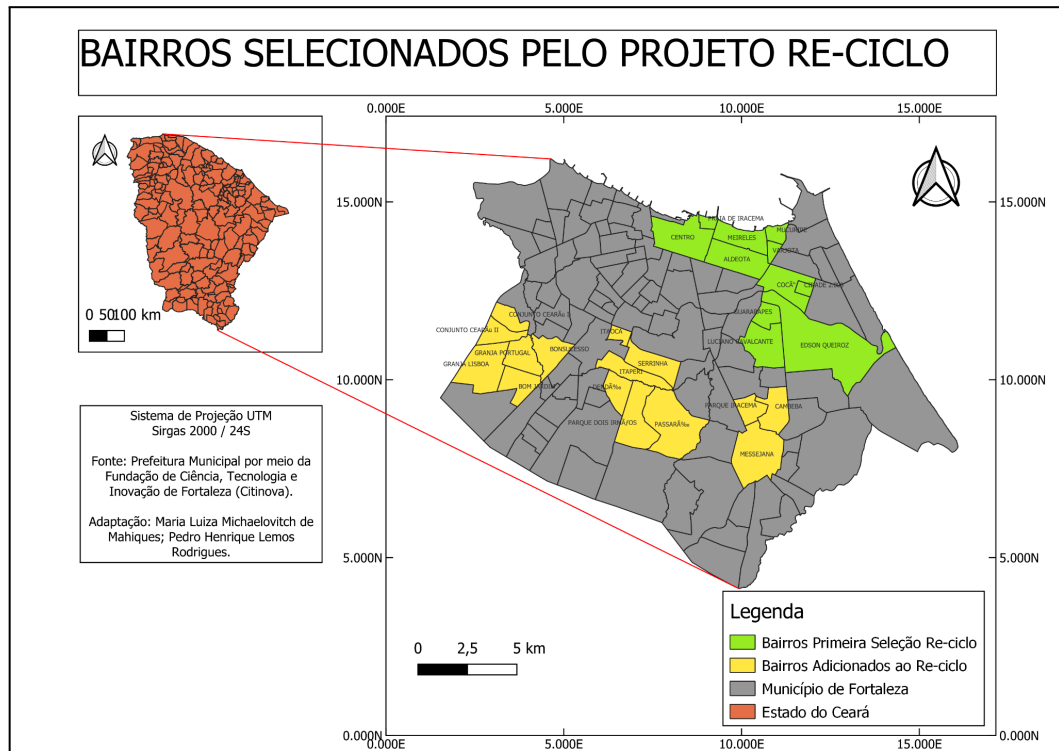
O levantamento de literatura foi realizado nas bases de dados Scielo, Google Scholar e no Repositório da Universidade Federal do Ceará (UFC). A escolha dessas plataformas se justifica pela sua relevância na produção científica brasileira e, no caso da UFC, pela especificidade da pesquisa com foco na realidade de Fortaleza. Foram utilizados descritores e palavras-chave em combinações lógicas, como "resíduos sólidos", "gestão de resíduos", "Fortaleza" e suas variações em português e inglês.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Atualmente, em Fortaleza, destacam-se dois projetos voltados à gestão de resíduos sólidos urbanos, com foco tanto na coleta seletiva de recicláveis quanto no recolhimento de materiais de grande porte: o programa Re-Ciclo, desenvolvido pela Prefeitura Municipal por meio da Fundação de Ciência, Tecnologia e Inovação de Fortaleza (Citinova), e o Caminhão Limpezinha, implementado pela Secretaria Municipal da Conservação e Serviços Públicos (SCSP).

De acordo com a Prefeitura de Fortaleza, o programa Re-Ciclo, lançado em 2021, tem como objetivo ampliar a coleta seletiva de recicláveis por meio da atuação de catadores vinculados a cooperativas cadastradas. No ano de sua inauguração, foram distribuídos 18 triciclos para apoiar o trabalho desses profissionais. Atualmente, o projeto conta com 46 unidades de transporte e realiza atendimentos mediante agendamento online, abrangendo 26 bairros da capital, com a última expansão registrada em 2024 (Figura 1).

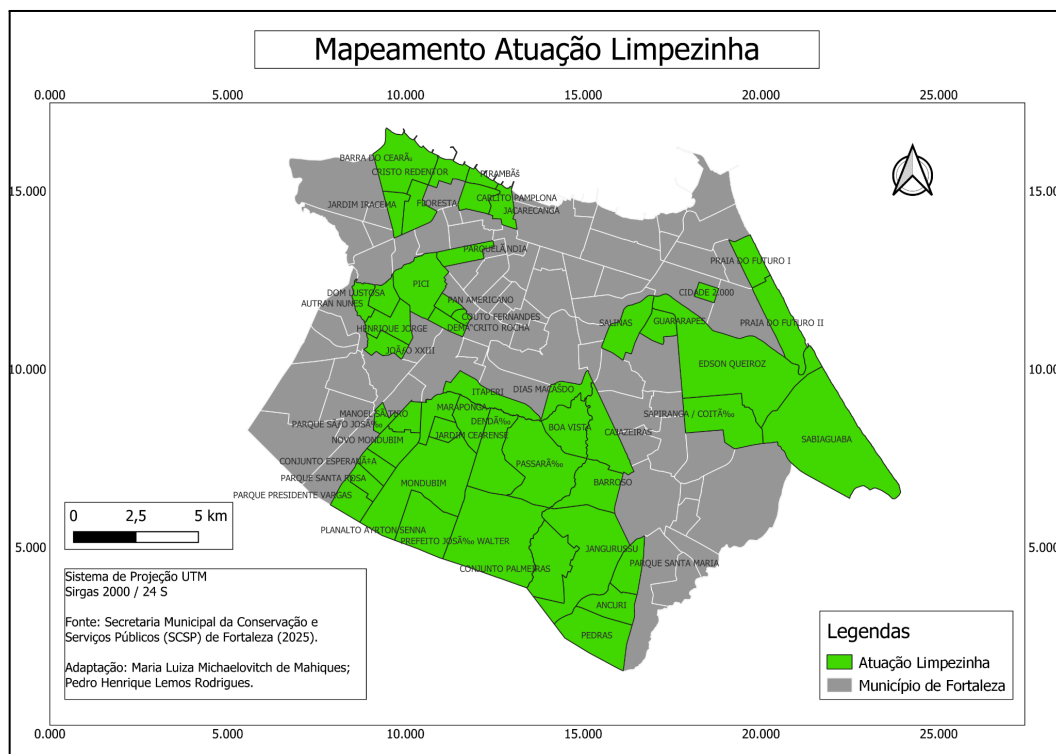
**Figura 1 – Áreas de atuação do projeto Re-Ciclo.**



Fonte: Os autores (2025).

De forma complementar, em 2025 foi instituído o Caminhão Limpezinha, voltado ao recolhimento de resíduos de grande porte cujo destino final é dificultado pelo porte ou pelas características dos materiais, como móveis descartados, eletrodomésticos inservíveis e outros itens não contemplados pela coleta convencional. O serviço funciona de segunda a sábado, mediante solicitações da população, atendendo pontos específicos e alcançando, até o momento, 57 bairros de Fortaleza (Figura 2).

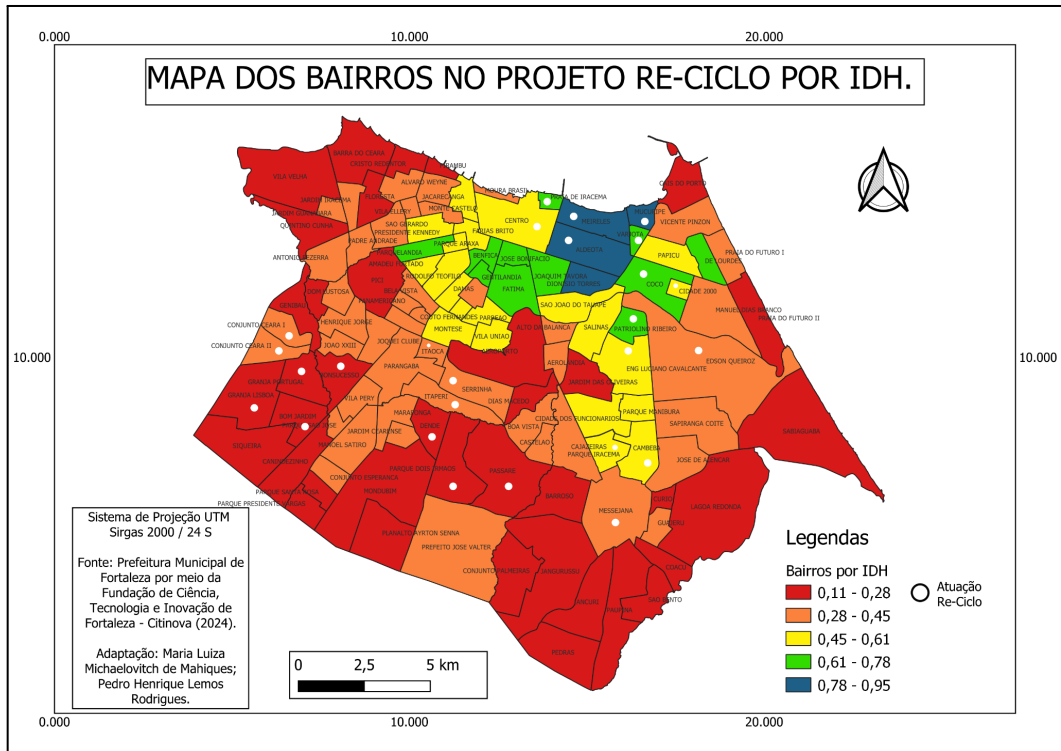
**Figura 2 – Áreas de atuação do Caminhão Limpezinha.**



Fonte: Os autores (2025).

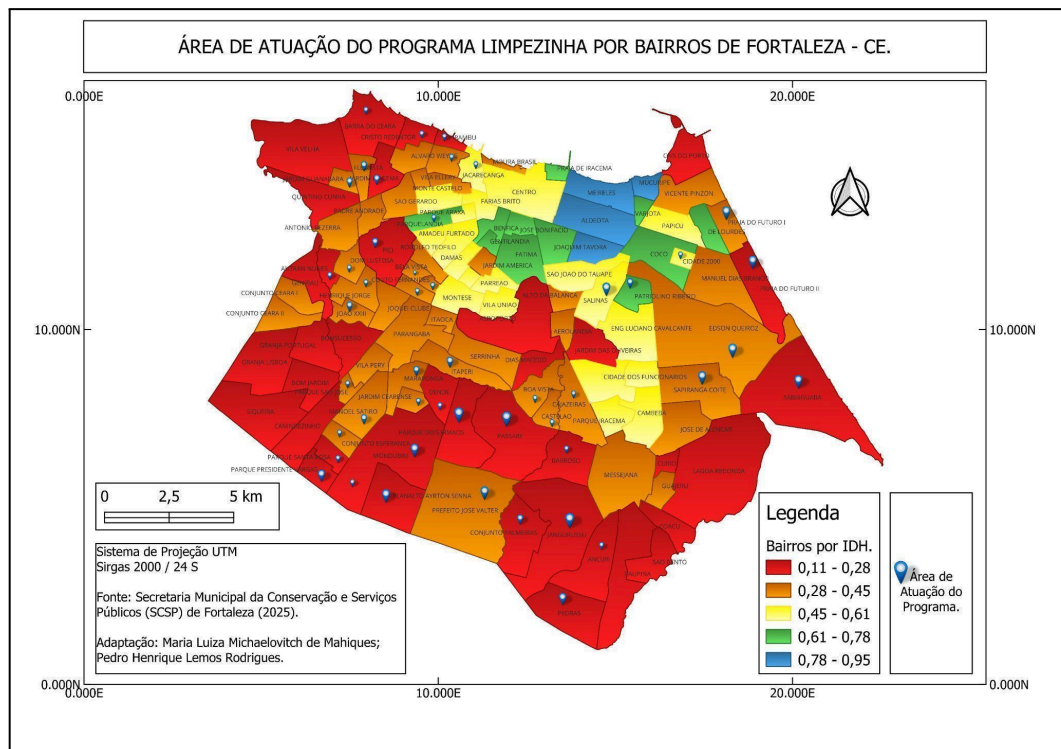
Embora ambos os projetos operem em rotas extensas, observam-se discrepâncias no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos bairros atendidos. O Caminhão Limpezinha apresenta maior atividade em bairros diversos, provavelmente devido à sua inauguração recente e à acessibilidade proporcionada pelo agendamento online. Em contraste, o Re-Ciclo, mesmo após recentes atualizações, concentra sua expansão em bairros com IDH mais elevado, majoritariamente localizados nas zonas leste e central da cidade, atuando mais próximo a áreas de maior desenvolvimento humano. Essa diferença pode ser observada nos mapas a seguir (Figuras 3 e 4).

**Figura 3 – IDH de Fortaleza referente ao Re-Ciclo.**



Fonte: Os autores (2025)

**Figura 4 – IDH de Fortaleza referente ao Caminhão Limpezinha.**



Fonte: Autores (2025).

Parte dessa situação coincide com o baixo nível de educação ambiental em grande parte dos bairros, o que torna as ações de sustentabilidade insuficientes para gerar mudanças culturais significativas na população (Silva *et al.*, 2021). Segundo Souza (2015), a implementação de ações de educação ambiental tem se mostrado eficaz na elevação do IDH em municípios com baixo desenvolvimento humano. Em Fortaleza, é possível identificar baixos índices de IDH em 83 dos 121 bairros, o que indica também uma deficiência na educação ambiental local.

É notável a importância das políticas públicas no gerenciamento de resíduos sólidos no município de Fortaleza, uma vez que a cidade possui grande demanda no que tange a temática abordada. Portanto, é imprescindível que as políticas públicas existentes sejam melhor utilizadas na gestão adequada dos resíduos sólidos gerados dentro do município. Entretanto, apesar de possuir um manual para o trabalho da gestão dos resíduos sólidos de maneira adequada e também um programa de recebimento destes, denominado “EcoPontos”, uma política necessária para a diminuição dos descartes irregulares na cidade (Lima, 2022), ainda são evidenciadas ineficiências no sistema de coleta.

A quantidade limitada de pontos de coleta domiciliar é insuficiente para atender à demanda da população, o que acarreta impactos negativos no meio urbano, como a obstrução de vias públicas, o acúmulo de lixo em calçadas e a ocorrência de enchentes e alagamentos (Júnior *et al.*, 2025). Isso, por sua vez, corrobora para a desvalorização dos catadores (Gadelha e Silva, 2023), e para que os moradores da cidade contraíam doenças como leptospirose, dengue, tétano e diarreia aguda (Gomes, 2022).

Embora o Programa E-Carroceiro contribua para a redução do descarte irregular e gere renda, sua contribuição para a inclusão socioeconômica e a participação social ainda deixa a desejar (Júnior, 2021). Em contrapartida, o Projeto Re-Ciclo de resíduos sólidos urbanos tem demonstrado sucesso na geração de renda para os catadores e na sua reintegração social, oferecendo condições dignas de trabalho (Ribeiro *et al.*, 2024). Os Ecopontos apresentam problemas estruturais, como deterioração e falta de manutenção. A ausência de segurança em alguns desses locais também foi observada, levando a invasões e assaltos (Lima, 2022).

Como consequência disso, evidenciam-se impactos negativos no meio urbano, como a obstrução de vias públicas, aglomeração do lixo em calçadas,

esgoto sem tratamento, enchentes e alagamentos na cidade (JÚNIOR, 2025), resultando na contaminação do solo e da água, prejudicando e degradando o funcionamento e as características naturais do meio ambiente. A cidade de Fortaleza enfrenta um crescente acúmulo de lixo na faixa litorânea e, de acordo com a análise comparativa dos resíduos encontrados nas praias de Fortaleza, o lixo encontrado é advindo de um comportamento irresponsável dos utilizadores da praia e de educação ambiental falha (Filho, 2025), o qual vem prejudicando o ambiente litorâneo com a poluição e a degradação das praias e seus ecossistemas marinhos (Menezes, 2022).

Embora a Prefeitura demonstre uma visão sistêmica da gestão de resíduos e adote mecanismos para incentivar a coleta seletiva, a administração precisa fomentar ações que conscientizem a população a assumir obrigações junto ao município (Fernandes, 2023). O Programa Cidade Fortaleza Sustentável, por exemplo, é considerado insuficiente em suas ações de educação ambiental para promover uma mudança cultural na cidade. Sem ações que busquem o senso de responsabilidade dos cidadãos, o Programa se torna um paliativo que trata dos efeitos e perpetua as causas do problema. No caso do Ceará, pesquisas mostram que, mesmo em municípios que já avançaram em coleta seletiva e apoio a cooperativas, ainda persiste a necessidade de ampliar a participação popular e as práticas educativas contínuas (Bezerra, 2024).

Além disso, Albuquerque e Lima (2023) destacam que, apesar da implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade, existem desafios na integração dos eixos ambiental, social e econômico, na efetividade do monitoramento e na participação da sociedade civil. Esses fatores podem comprometer a eficácia das ações e dificultar a consolidação de um desenvolvimento urbano sustentável.

À luz desses resultados, torna-se necessário ampliar a análise para além das limitações operacionais dos programas, de modo a considerar os aspectos institucionais e de governança que condicionam a efetividade das políticas públicas.

A gestão de resíduos sólidos urbanos em Fortaleza demanda uma articulação mais robusta entre diferentes setores da sociedade. A ausência de mecanismos de governança intersetorial compromete a efetividade das políticas públicas, visto que a coordenação entre poder público, empresas privadas e organizações comunitárias é

essencial para que as ações de coleta, reciclagem e destinação final dos resíduos alcancem resultados sustentáveis. Nesse sentido,

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, visa transformar a maneira como o país lida com o lixo, promovendo a redução, reutilização e reciclagem. No entanto, sua implementação ainda enfrenta obstáculos, como a falta de participação efetiva da sociedade e a deficiência em práticas educativas e sustentáveis nas comunidades (Cruz; Garcia; Díaz, 2025, p.193).

Silva, Beraldo e Grácio (2025) destacam que a implementação das políticas de resíduos é uma etapa complexa, influenciada por aspectos financeiros, técnicos e políticos. Considerar o ciclo das políticas públicas, formulação, implementação e avaliação permite compreender melhor os limites da PNRS e os fatores que condicionam seus resultados. Nessa direção, Bezerra (2024) defende que uma gestão integrada das políticas públicas é essencial para alcançar resultados eficazes e sustentáveis, o que também se aplica à realidade de Fortaleza. De forma complementar, Ribeiro, Santiago e Santana (2024) enfatizam que a profissionalização da burocracia e a infraestrutura institucional são determinantes para a efetiva implementação das políticas ambientais, reforçando a necessidade de fortalecimento das capacidades estatais.

A atuação dos catadores de materiais recicláveis continua sendo um eixo fundamental na cadeia de gestão dos resíduos sólidos, embora marcada por desafios sociais e econômicos. Em Fortaleza, apesar de iniciativas voltadas à ampliação da coleta seletiva, ainda persistem barreiras perante a valorização e formalização do trabalho. Conforme Santos (2023), os catadores são essenciais para a operacionalização da logística reversa, da economia circular e da aplicação da PNRS, devendo, portanto, ter sua função reconhecida. Nesse mesmo sentido, Costa e Neves (2021) observam que a inclusão dos catadores em sistemas formais de recuperação de resíduos é uma prática crescente nas cidades latino-americanas, o que reforça a urgência de melhorias nas condições de trabalho e no reconhecimento social desses sujeitos em Fortaleza.

Em nível nacional, estudos apontam que a implementação das políticas de resíduos sólidos envolve legislações, planos e programas, com destaque para o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Apesar dos desafios financeiros, técnicos e políticos, a literatura destaca que medidas estruturantes em saneamento podem oferecer soluções viáveis (Silva *et. al*, 2025).

Então, para além da infraestrutura, é imprescindível investir em processos educativos permanentes, capazes de fomentar corresponsabilidade social e consolidar práticas sustentáveis.

Portanto, embora que Fortaleza apresenta avanços na gestão de resíduos sólidos urbanos, é necessário ampliar a atuação dos projetos independentemente do nível de desenvolvimento dos bairros, promovendo mudanças na cultura de descarte, garantindo o funcionamento pleno das iniciativas já implementadas e fortalecendo a educação ambiental, de modo a alcançar um desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo.

## **CONCLUSÃO**

A análise bibliográfica do período de 2021 a 2025 evidenciou que, embora Fortaleza disponha de instrumentos alinhados à PNRS, como os EcoPontos e o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, ainda persistem lacunas significativas entre planejamento e execução. Essas falhas estruturais trazem como resultado um sistema incapaz de atender plenamente à cidade, mantendo altos índices de descarte irregular e insuficiência na cobertura dos serviços.

Os impactos observados são múltiplos, afetando a saúde pública, a infraestrutura urbana e o meio ambiente, desde a proliferação de doenças até enchentes e a contaminação de corpos hídricos. Programas como o Re-Ciclo e o E-Carroceiro demonstram potencial de inclusão socioeconômica dos catadores, mas sua cobertura desigual reforça disparidades socioespaciais ao privilegiar bairros com maior IDH.

Nesse contexto, a educação ambiental emerge como eixo estratégico para a transformação estrutural. Programas como o Fortaleza Cidade Sustentável, mostram-se insuficientes para alterar padrões de comportamento de forma duradoura, o que torna imprescindível a criação de políticas continuadas que estimulem a corresponsabilidade cidadã e alcancem áreas de maior vulnerabilidade social.

Como limitação, destaca-se a natureza exclusivamente bibliográfica do estudo, sem coleta de dados primários ou participação de gestores e população. Para pesquisas futuras, recomenda-se incorporar indicadores de desempenho e estudos comparativos com outras capitais, bem como investigar os mecanismos de governança que favoreçam a integração intersetorial.

Então, superar os entraves identificados exige fortalecer capacidades estatais, universalizar programas de coleta seletiva, valorizar formalmente os catadores e consolidar processos educativos permanentes. Apenas com essa confluência de esforços será possível caminhar para uma Fortaleza mais sustentável, equitativa e socialmente justa.

## 5. REFERÊNCIAS

ABREMA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2024. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/>. Acesso em: 24 set. 2025.

ALBUQUERQUE, P. C de; LIMA, F. A. X. **Políticas públicas de sustentabilidade em Fortaleza, CE. Interações (Campo Grande)**, v. 24, n. 2, p. 521–535, abr./jun. 2023. DOI: 10.20435/inter.v24i2.3318. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/inter/a/nDkSZBndwwWwcnNgb5MDFfj/>. Acesso em: 23 set. 2025.

ALMEIDA, R. S. de et al.. Sustainable Development in Brazil and the challenge of implementing the National Solid Waste Policy. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e39211225446, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i2.25446. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25446>. Acesso em: 9 jun. 2025.

BEZERRA, C. S.. **Avaliação da Política Pública de Resíduos Sólidos no município de Sobral**. 2024. 90 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 jan. 2007. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm) . Acesso em: 28 mai. 2025.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 4. ed São Paulo: Cortez, 2000.

COSTA, A. G.; NEVES, F. de O.. A inclusão de catadores na gestão de resíduos sólidos nos municípios paranaenses de Assis Chateaubriand e Palotina. **Revista de Geografia**, [S. l.], v. 38, n. 2, p. 378–395, 2021. DOI: 10.51359/2238-6211.2021.248702. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/248702>. Acesso em: 23 set. 2025.

CRUZ, U. R. X. da; GARCIA, R. A.; DÍAZ, M. A.. Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S.L.], v. 13, n.

88, p. 192-217, 15 jul. 2025. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/23188472138820255748>. Acesso em: 23 set. 2025.

FILHO, J. D. A. **Análise Sazonal dos Resíduos Plásticos em Praias Urbanas de Fortaleza**, 2025. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2025.

FORTALEZA. **Manual do Plano de Resíduos Sólidos**. Secretaria do Urbanismo e Meio Ambiente, Fortaleza, CE, 2022. Disponível em: [https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual\\_residuos\\_solidos.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual_residuos_solidos.pdf). Acesso em: 7 jul. 2025.

GADELHA, H. B. B.; SILVA, D. L. M. da. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE FORTALEZA. In: XIV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2023. DOI:<http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.XI-040>. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2023/XI-040.pdf>.

GOMES, A. O. S.; Belém, M. O. O lixo como um fator de risco à saúde pública na cidade de Fortaleza, Ceará. **SANARE (Sobral Online)**, p. 21-28, 2022.

JÚNIOR N. S.; JÚNIOR, A. M. S.; LIMA, P. D. R. L. Mapeamento de Resíduos Sólidos de um Núcleo Urbano Informal em Fortaleza/CE. **8º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, p. 1-5, 2025. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2025/IV-040.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2025.

JÚNIOR, F. R. C. **A política pública de resíduos sólidos do município de Fortaleza–CE: avaliação do Programa e-Carroceiro no Ecopolo da Av. Leste-oeste**. Dissertação para obtenção do título de mestre (Programa de Pós-Graduação em Avaliação de Políticas Públicas), Universidade Federal do Ceará, CE, 2021.

LIMA, E. F. **O ECOPONTO NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA-CE**, 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Economia Ecológica), Universidade Federal do Ceará, CE. 2022.

MENEZES, Í. B. H. M. P. **Poluição por resíduos sólidos em dois ecossistemas costeiros do Ceará, Brasil**. 2022. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

OLIVEIRA, L. A. et al. Políticas Educacionais Ambientais Sustentáveis: Estudo em uma Escola de Reserva Extrativista de um Município do Litoral do Ceará-Brasil. **RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental**, n. 11, p.1-20, 2024.

RIBEIRO, R.; SANTIAGO, C.; SANTANA, L. POLÍTICAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS E RESILIÊNCIA SOCIOAMBIENTAL: ESTUDO DAS CAPACIDADES DE GESTÃO DE MUNICÍPIOS BRASILEIROS. SciELO Preprints, 2024. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.9899. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/9899>. Acesso em: 23 set. 2025.

SANTOS, C. M. B. dos. **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS:** contribuições das associações de catadores de recicláveis na região metropolitana do cariri cearense. 2023. 149 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Administração Doutorado, Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul, 2023. Disponível em: <https://repositorio.uscs.edu.br/handle/123456789/491>. Acesso em: 22 set. 2025.

SILVA, F. A. M de et al., Análise do planejamento do programa Fortaleza Cidade Sustentável: um olhar pela perspectiva da educação ambiental na cidade. **Educação Ambiental e Cidadania: Pesquisa e Práticas Contemporâneas**, v. 2, p. 62-75, 2021. DOI: 10.37885/210404233. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210404233.pdf>. Acesso em: 23 set. 2025.

SILVA, M. H. T.; BERALDO, K. A.; GRACIO, H. R.. Implementação de políticas públicas de resíduos sólidos: uma revisão narrativa. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1800–1819, 2025. DOI: 10.26848/rbgf.v18.3.p1800-1819. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/261634>. Acesso em: 23 set. 2025.

SILVA, T. F.. **Logística reversa no município de Fortaleza-CE**. 2021. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SOUZA, C. A. da. A importância da Educação Ambiental na manutenção e aumento do IDH. **Refas-Revista Fatec**, Zona Sul, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2015.

# **IPTU VERDE: UMA PROPOSTA DE POLÍTICA PÚBLICA SUSTENTÁVEL EM JOÃO PESSOA/PB**

**Michelle Costa Albuquerque<sup>1</sup>**

Universidade Federal da Paraíba  
michelleadv.albuquerque@gmail.com

**Ricélia Maria Marinho Sales<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Campina Grande- UFCG  
ricelia.maria@professor.ufcg.edu.br

**Ana Jussara Silva do Nascimento<sup>3</sup>**

Universidade Federal de Campina Grande- UFCG  
ana.jussara@estudante.edu.br

**RESUMO:** Este artigo teve como objetivo geral analisar a instituição do “IPTU VERDE”, no âmbito do município de João Pessoa. Considerando tal proposta como uma implementação de política pública de desenvolvimento sustentável, onde é aplicada uma tributação ecológica visando à promoção de ações que contemplem novas práticas de sustentabilidade. Para o atendimento dos objetivos da pesquisa, a metodologia adotada neste trabalho foi ancorada em uma abordagem qualitativa, descritiva e explicativa, com uso de procedimentos de pesquisa bibliográfica e documental. Os resultados apontam para necessidade de um alinhamento entre legisladores municipais e o chefe do executivo municipal, de modo que a propositura da Lei Complementar que institua o incentivo fiscal seja finalmente sancionada e com isso, favorecer o equilíbrio entre o meio social e meio ambiente, refletindo na qualidade de vida para a sociedade.

**Palavras-chave:** IPTU Verde; Tributação; Política Pública.

---

<sup>1</sup> Bacharela em Direito e tecnóloga em Gestão Pública. Especialista em Gestão Pública Municipal pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e em Docência na Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Pernambuco (IFPE). Atua como advogada e servidora pública do Estado da Paraíba. Possui experiência na área administrativa e educacional, tendo exercido a função de professora mediadora a distância no Curso de Formação Inicial e Continuada de Assistente Administrativo, ofertado pelo Instituto Federal da Paraíba (IFPB).

<sup>2</sup> Graduada em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba, mestre pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora Associada da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA), na área de Ciências do Ambiente. Atua em pesquisas sobre desenvolvimento, sustentabilidade, energias renováveis e políticas públicas.

<sup>3</sup> Doutoranda em Engenharia e Gestão dos Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (PPGEGRN/UFCG). Mestre em Administração pela UFCG. Graduada em Ciências Econômicas, com especializações em Gestão Ambiental e Saúde, Economia Política Regional e Sociologia: Educação e Cidadania. Integra o grupo de pesquisa SURA e atua nas áreas de Economia e Gestão Ambiental.

## **GREEN TAXATION: A PROPOSAL FOR A SUSTAINABLE PUBLIC POLICY IN JOÃO PESSOA/PB**

**ABSTRACT:** The general objective of this article was to analyze the establishment of the "GREEN IPTU" (Property Tax) within the municipality of João Pessoa. This proposal is considered an implementation of a public policy for sustainable development, applying an ecological tax aimed at promoting actions that include new sustainability practices. To achieve the research objectives, the methodology adopted in this work was anchored in a qualitative, descriptive, and explanatory approach, using bibliographic and documentary research procedures. The results point to the need for alignment between municipal legislators and the municipal executive branch so that the proposed Supplementary Law establishing the tax incentive is finally sanctioned, fostering a balance between social and environmental factors, reflecting on the quality of life for society.

**Keywords:** Green IPTU; Taxation; Public Policy.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, questões ambientais têm sido constantemente objeto de debates, assuntos como: aquecimento global e preservação do meio ambiente, estão entre os mais apontados. Ao longo dos anos vários encontros internacionais foram promovidos, neles foram apresentadas ações de redução da poluição. Também foram criadas agendas climáticas, onde são traçados objetivos e metas a serem cumpridas, visando à melhoria da qualidade de vida para as atuais e futuras gerações.

De acordo, com último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010, apontou o crescimento habitacional nos grandes centros, por meio da análise apresentada é possível constatar que tal crescimento ocorreu em muitas cidades sem que ocorresse planejamento necessário, em reposta nas últimas décadas os números subiram de forma acelerada de núcleos de moradia denominadas de favelas, comunidades ou, como classificado pelo IBGE, de aglomerados subnormais (IBGE, 2011).

Áreas despreparadas que receberam uma moradia acabam favorecendo um ambiente degradado, viabilizando catástrofes naturais, em períodos de fortes chuvas ou no período de seca acarretando escassez de água, dentre outros acontecimentos. Sendo assim, uma das grandes dificuldades dos gestores públicos é alinhar o desenvolvimento das cidades, observando os pilares da sustentabilidade, social e econômica (Bento, 2018).

Portanto, é importante que os municípios por meio do poder discricionário adotem os benefícios que poderão ser concedidos e quais critérios serão apreciados para a concessão dos descontos, visando o desenvolvimento sustentável.

Enquanto que alguns municípios escolhem por ofertar benefício fiscal para comércios e residências que fazem uso de telhado verde, cisternas e energia solar, por sua vez outras cidades dispõem de dedução para imóveis que preservam em seus terrenos alguma vegetação. Logo, cabe ao legislador elaborar a norma que versará sobre o IPTU Verde, considerando o que melhor se ajustará para aquela localidade.

A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar a instituição do “IPTU VERDE”, no âmbito do município de João Pessoa, considerando tal proposta como uma implementação de política pública de desenvolvimento sustentável, onde é

aplicada uma tributação ecológica visando à promoção de ações que contemplem novas práticas de sustentabilidade.

Diante disso, a pesquisa visa melhorar a compreensão e ampliar a discussão no tocante aos temas que permeiam recursos tributários de política urbana habitacional e como a cidade de João Pessoa, localizada no estado da Paraíba, está lidando com as questões relacionadas à sustentabilidade e a tributação extrafiscal. E em concordância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU, que propõe diretrizes para auxiliar gestores públicos a elaborarem políticas públicas locais com vistas a alcançarem um crescimento econômico socialmente inclusivo e ambientalmente sustentável, partindo do pressuposto que os entes públicos desempenham papel fundamental no crescimento e desenvolvimento das sociedades modernas.

Para tanto, a pesquisa fundamentou-se sob o esteio de referência da tributação sustentável com destaque no benefício fiscal verde baseado no IPTU. Como referência ao ODS 11.3, que pactua que até 2030, o Brasil deve aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países<sup>4</sup>. ESG, reconhecendo que esses critérios contribuem diretamente para a longevidade e solidez dos negócios (B3). Outro exemplo é o Índice Carbono Eficiente (ICO2 B3), criado em 2010, com a proposta de estimular o debate sobre mudanças climáticas no país, sobretudo sobre políticas voltadas à economia de baixo carbono. Esses e outros instrumentos apontam para um novo paradigma, no qual as boas práticas de ESG são entendidas como sinal de maturidade, confiabilidade e compromisso das organizações com o futuro.

Diante desse cenário, esse trabalho pretende compreender de que maneira a literatura aborda a relação entre práticas ESG e a competitividade das empresas no mercado financeiro. Para tanto, iremos identificar estudos que abordam a relação entre critérios ESG e a percepção de valor das empresas no mercado financeiro; analisar a literatura selecionada e identificar de que forma as práticas ESG são conceituadas como diferenciais competitivos; e resumir as evidências apresentadas na literatura quanto aos impactos das práticas ESG sobre a competitividade das empresas.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

## **METODOLOGIA**

Este estudo teve como objetivo geral analisar a instituição do “IPTU VERDE”, no âmbito do município de João Pessoa, considerando tal proposta como uma implementação de política pública de desenvolvimento sustentável, onde é aplicada uma tributação ecológica visando à promoção de ações que contemplem novas práticas de sustentabilidade.

Para responder os objetivos da pesquisa, a metodologia adotada nesta pesquisa foi baseada na classificação abordada por Vergara (2015). Tratou-se, desta forma, de uma pesquisa com abordagem qualitativa, de natureza aplicada, descritiva e explicativa, com uso de procedimentos de pesquisa bibliográfica e documental.

De acordo com Andrade (2017), a pesquisa bibliográfica pode ser um trabalho independente assim como pode ser um passo inicial de outra pesquisa, posto que toda pesquisa científica infere uma investigação bibliográfica preliminar.

Assim, a pesquisa foi construída por meio de levantamentos bibliográficos porque foi realizada uma revisão de literatura sobre as novas formas de incentivo ao desenvolvimento sustentável fazendo uso da extrafiscalidade.

Já para Marconi, Lakatos (2018) entende que, a pesquisa bibliográfica permite compreender que por meio dela pode-se ter a resolução de um problema, tendo como finalidade colocar o pesquisador em face de tudo que já foi escrito sobre determinado tema.

A também é considerada descritiva porque delineou os fundamentos e dispositivos legais da tributação sustentável. Também foi classificada como explicativa, porque teve como finalidade compreender a estrutura dos municípios que implantaram o incentivo fiscal IPTU Verde, alisando o público-alvo do programa, expectativa de alcance da política pública, sua operacionalização, entre outros parâmetros. Assim como é bibliográfica, visto que foi realizada uma revisão de literatura sobre a possibilidade legislativa acerca do IPTU Verde no município de João Pessoa-Paraíba.

As informações apuradas a partir dos processos metodológicos supramencionados foram analisadas de forma qualitativa, buscando atingir os objetivos traçados no presente artigo. Por esse lado, também se confrontam os resultados coletados com as teorias que serviram de suporte na pesquisa, as quais

em seguida estão apresentadas nas análises, discussões e considerações finais da pesquisa (Vergara, 2015).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com informações retiradas do site institucional da prefeitura de João Pessoa, a cidade de João Pessoa foi reconhecida pela Organização para Alimentação e Agricultura das Nações Unidas FAO/ONU e a Fundação Arbor Day (USA) como cidade integrante do programa “*Tree Cities of The World*”, a iniciativa reconhece cidades comprometidas em garantir arborização urbana, sejam adequadamente mantidas e gerenciadas de forma sustentável, João Pessoa encontra-se em destaque no mesmo patamar global junto a cidades como Milão, Madri, Nova Iorque, Toronto, Paris, entre outras. No Brasil, João Pessoa integra-se às capitais: Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP) e Campo Grande (MS), que receberam o reconhecimento pelo programa *Tree Cities of the World*, da edição de 2021 (João Pessoa, 2022).

O reconhecimento internacional foi recebido por meio de comunicado da *Tree Cities of the World Team*, à Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais (DIEP) da secretaria de Meio Ambiente (SEMAM), da Prefeitura de João Pessoa, como uma cidade que desenvolve ações de boas práticas de conservação de suas florestas e áreas verdes (João Pessoa, 2022).

Para receber este reconhecimento, a cidade precisou cumprir alguns critérios, para se tornar uma ‘Cidade da Árvore’. Tais requisitos são definidos pelo programa, como responsabilidades, normas, inventários, diagnósticos, orçamento e celebração. Esse título transfere a cidade um enorme reconhecimento nesse caminho do desenvolvimento sustentável, visto que isso permite que o município se envolva ainda mais com comunidade local no que tange a preservação e recuperação de áreas verdes (João Pessoa, 2022).

É importante mencionar que a titulação fornecida pela fundação Arbor Day e ONU/FAO, considerou vários programas já existentes na Prefeitura de João Pessoa, dos quais incentiva o plantio de árvores nativas em ruas beneficiadas com pavimentação e drenagem, proteção das áreas verdes, as diretrizes para proteção e manejo das árvores, revitalização do Viveiro Florestal, local responsável pela produção das mudas de árvores nativas que serão cultivadas nos parques públicos

e na arborização urbana. Importa destacar que João Pessoa foi a única capital do Nordeste a receber essa honraria (João Pessoa, 2022).

Um levantamento realizado pela SEMAM, apontou que a região sul da cidade é a mais arborizada, o pré-inventário também identificou que 52% das ruas da capital tem pelo menos uma árvore plantada nas calçadas, praças e canteiros. Atualmente o município conta com um viveiro municipal onde encontra-se produzindo 40 mil mudas de plantas nativas, o projeto busca fornecer ao cidadão a muda de árvore mais indicada para ser plantada na calçada, quintal ou jardim da residência do interessado (João Pessoa, 2021).

Os bairros mais arborizados de João Pessoa são: Mangabeira, Bancários, Geisel, Valentina de Figueiredo, Cuiá e Castelo Branco, neste último bairro existem sete praças bem arborizadas, com aproximadamente 160 árvores plantadas nesses espaços públicos (João Pessoa, 2021).

Atualmente a prefeitura de João Pessoa mantém um convênio com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que possibilitará a execução, por parte da prefeitura, de vários projetos que integram o programa de desenvolvimento urbano integrado e sustentável do município de João Pessoa (BR-L1421).

Considerando o contexto acima mencionado, além de outros elementos e seus aspectos, no item abaixo serão identificadas as ações de desenvolvimento existentes na instituição.

### **Tributação Verde uma proposta de desenvolvimento sustentável na PMJP**

Mesmo com o cenário de desenvolvimento sustentável narrado na seção anterior, ainda não existe previsão legal para implantar o IPTU Verde, embora o tema tenha sido objeto de diálogos e posicionamentos de gestores públicos dentro da Câmara Municipal de João Pessoa, resultando assim em propostas de lei complementar para instituir o IPTU Verde, ela é baseada na efetivação da função socioambiental da propriedade privada.

Em 2011 foi apresentado na Câmara Municipal de João Pessoa, o projeto de lei ordinária nº 791/2011, pelo vereador pastor Edmilson, para instituir o programa de incentivo de descontos no IPTU denominado “IPTU Verde”, onde recebeu veto total, em 2012 o veto foi mantido. Depois em 2015 o incentivo fiscal foi novamente proposto por meio do Projeto de Lei Complementar (PLC) 23/2015, pelo então

vereador Raoni Mendes, no entanto, ele foi declarado inconstitucional, impedindo assim o seu prosseguimento (João Pessoa, 2011 e 2015).

Ainda nesse sentido, em 2017 a PLC 6/2017, buscou acrescentar os artigos 89-a, 189-b, 189-c, 189-d, 189-e, 189-f, 189-g, 189-h e 189-i à lei complementar nº 53 de 23 de dezembro de 2008, instituindo o "IPTU verde" em João Pessoa. Este projeto foi de autoria do vereador Eduardo Carneiro, tal projeto trouxe nos seus artigos acrescidos matérias relevantes, assinalando condutas que favorecem o incentivo fiscal e as causas de revogação do benefício, porém o projeto foi arquivado após ter passado prazo recursal contra o parecer contrário (João Pessoa, 2017).

Nesse ínterim, a matéria referente à tributação sustentável não saiu das pautas dos debates dentro da casa legislativa. Isso fica evidenciado na PLC nº 40/2019, submetida pelo vereador na época Leo Bezerra, para instituir o IPTU Verde, sendo arquivada, por findar o prazo de recurso. Ainda assim, o mesmo legislador em 2020 demonstrou seu engajamento em implantar no município o IPTU Verde, ao representar a PLC Nº 55/2020, como os mesmos artigos acrescentados à Lei nº 53 de 2008, nela foi descrito o tabelamento que correlaciona os itens exigidos na norma em seus padrões mínimos, os percentuais de desconto.

No entanto, a Comissão de Constituição, Justiça, Redação e Legislação Participativa da Câmara Municipal de João Pessoa, por meio do seu parecer, rejeitou PLC Nº 55/2020, fundamentando-se que o projeto implica em renúncia parcial de receita tributária, estando sujeita às normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade fiscal, também foi narrado no parecer que tal propositura influi sobre a matéria orçamentária, cabendo assim ao Chefe do Poder Executivo Municipal realizar tal propositura (João Pessoa, 2020).

Dentro dessa perspectiva, foi possível compreender que na cidade de João Pessoa, existe implementado através do decreto municipal nº 9136/2018, incentivo fiscal relativo às propriedades prediais para imóveis localizados no centro histórico da capital, a isenção do IPTU restringe-se aqueles imóveis cujo proprietário restaure integral ou parcial, respeitando as características originais daquele bem, tanto na sua estrutura como na sua fachada e da cobertura. Também estão dentro do perfil deste incentivo aqueles imóveis ou empreendimentos que promovam o resgate do reavivamento do centro histórico por meio de atividades culturais e artísticas.

Nesse aspecto, temos como referências algumas cidades dentro da região nordeste, onde a tributação ecológica, já é um fator facilitador de estímulo a ações

de desenvolvimento sustentável, embasada na integração do social do imóvel. Tal incentivo fiscal pode se tornar uma realidade em breve, tendo em vista que, por meio do convênio com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) conforme já mencionado em parágrafos anteriores a prefeitura irá executar várias ações de desenvolvimento tanto na cidade como na instituição, dentro do Programa de Desenvolvimento Urbano Integrado e Sustentável do município de João Pessoa (BR-L1421).

O programa também visa realizar financiamento de ações de melhoria da eficiência na gestão de recursos públicos, conseqüentemente, a prestação de serviços por meio da melhoria dos procedimentos fiscais e de base tecnológica (PDRR, 2017).

## **CONCLUSÃO**

Este estudo teve como objetivo analisar a instituição do “IPTU VERDE”, no âmbito do município de João Pessoa, considerando tal proposta como uma implementação de política pública de desenvolvimento sustentável, onde é aplicada uma tributação ecológica visando à promoção de ações que contemplem novas práticas de sustentabilidade. Diagnosticaram-se ações de proposições legislativas, apontando assim para uma realidade cada vez mais presente, no campo da tributação extrafiscal visando o desenvolvimento sustentável em João Pessoa.

Tal instituto é baseado na aplicação de descontos na alíquota do IPTU aos contribuintes que adotarem ações de sustentabilidade que reduzam o impacto ambiental e social. De acordo com a PLC nº 55/2020, em seu artigo 189- F, uma vez que o contribuinte esteja em dia com o município, ele poderá aderir ao uso do IPTU Verde até o teto de 15% deste incentivo fiscal de acordo com itens específicos abrangidos no anexo 1 da PLC.

Desse modo, identificamos que o programa pode estimular os contribuintes, pois quanto mais ações adotadas, será acrescido na pontuação e no desconto concedido, tornando-se mais atrativo, resultando em maiores benefícios ao meio ambiente e à cidade de João Pessoa.

A PLC também cita o programa como uma política pública originária da Agenda 21, resultado da conferência Eco-92, que deve ser inserida na vida dos habitantes da cidade de João Pessoa. Sobretudo quando os dados apontam para a

escassez de água em importantes estados do Brasil, decorrente da ausência de políticas públicas de cunho ambiental. “Pensar globalmente e agir localmente” a frase aponta que a implementação de novas tecnologias ambientais, devem ser incentivadas pela administração municipal. (João Pessoa, 2020).

Atualmente verificou-se que existem em andamento vários programas de desenvolvimento urbano e sustentável, demonstrando assim que os gestores estão priorizando conduzir uma agenda voltada para a sustentabilidade. Tais iniciativas com foco na preservação ambiental, já diferenciam o compromisso da cidade em atuar nessa temática.

Em relação às ações de propositura legislativa, foi observado que existe entendimento de conflito de competência, visto que o último veto se fundamentou nisso, dizia não caber ao legislador municipal, atuar sobre matéria por se tratar de natureza orçamentária, sendo competência privativa do chefe do poder público municipal realizar tal propositura. Porém, o parecer também dizia que o programa de certificação sustentável por meio de benefícios fiscais deveria ser aprimorado quanto à espécie normativa. Partindo disso, é fundamental que essa certificação do uso sustentável da propriedade urbana, tenha medidas bem definidas para evitar atividades fraudulentas determinando assim critérios de concessão. Desse modo, conclui-se também que é primordial a promoção de debates que priorizem o bem-estar social visando à qualidade de vida urbana.

Entretanto, a principal contribuição do estudo reside no fato de que os resultados ora apresentados sinalizam para os agentes públicos os possíveis obstáculos pertinentes quanto à instituição do IPTU Verde, identificamos que é necessário promover ações que partem de uma cultura desenvolvimentista, que permita o crescimento ambiental, cultural, social, tecnológico e econômico, possibilitando assim, um alinhamento com os objetivos de desenvolvimento sustentável, apoiando relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento.

A pesquisa traz em sua estruturação algumas limitações, entre as quais se destaca como primeira sua realização devido ao tempo disponível da pesquisadora em virtude de suas atividades laborais, dificuldade de acesso de dados recentes das ações efetivadas, escassez de estudo abordando à temática. Diante dessas

limitações, recomenda-se estudos futuros nas respectivas instituições públicas de esferas diferentes, considerando os objetivos da pesquisa e a conjuntura política.

Ainda assim, ainda que possua as respectivas limitações, entendemos que este estudo atendeu plenamente os objetivos de pesquisa aos quais se propôs, bem como os objetivos de formação científica, teórica e metodológica. O programa IPTU Verde, em sua concepção teórica e estrutural, é uma política pública eficiente, devendo ser implementado em todo o país.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio à pesquisa.

## 5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO. **Conferência da ONU sobre mudanças climáticas, no Egito, terá participação de senadores**. Brasília: Senado Federal, 10 nov. 2022. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/11/10/conferencia-da-onu-sobre-mudancas-climaticas-no-egito-tera-participacao-de-senadores>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ANDRADE, M. M. de. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noção prática**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

AZEVEDO, T. C.; PORTELLA, A. *Incentivos fiscais verdes como instrumento de apoio a la política urbana: el caso del IPTU verde em municipios brasileños*. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO**, 42., 2018, Curitiba. *Anais [...]*. Curitiba: EnANPAD, 2018.

BENTO, S. C. et al. **As novas diretrizes e a importância do planejamento urbano para o desenvolvimento de cidades sustentáveis**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 469-488, set./dez. 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [1988]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 30 nov. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico 2010: 11,4 milhões de brasileiros (6,0%) vivem em aglomerados subnormais. Rio de Janeiro: IBGE, 22 dez. 2011. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/2012-agencia-denoticias/noticias/15700-dados->

do-censo-2010-mostram-11-4-milhoes-de-pessoas-vivendo-em-favelas.html. Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Panorama João Pessoa. Rio de Janeiro: IBGE, [2010]. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Lei complementar nº 03, de 19 de novembro de 1992. Institui o plano diretor da cidade de João Pessoa. João Pessoa: Câmara Municipal de João Pessoa, 1992. Disponível em: <https://sapl.joaopessoa.pb.leg.br/norma/13013>. Acesso em: 8 dez. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Projeto de lei complementar nº 23, de 20 de maio de 2015. Acrescenta os artigos 189-A e 189-B à Lei Complementar nº 53 de 23 de dezembro de 2008, instituindo o IPTU Verde em João Pessoa. João Pessoa: Câmara Municipal de João Pessoa, 2015. Disponível em: <https://sapl.joaopessoa.pb.leg.br/materia/43374>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Projeto de lei complementar nº 6, de 25 de abril de 2017. Acrescenta dispositivos à Lei Complementar nº 53 de 23 de dezembro de 2008, instituindo o IPTU Verde em João Pessoa. João Pessoa: Câmara Municipal de João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://sapl.joaopessoa.pb.leg.br/materia/58270>. Acesso em: 11 dez. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Projeto de lei complementar nº 55, de 14 de dezembro de 2020. Institui o IPTU Verde no município de João Pessoa. João Pessoa: Câmara Municipal de João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://sapl.joaopessoa.pb.leg.br/materia/58270>. Acesso em: 11 dez. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Projeto de lei ordinária nº 791, de 11 de agosto de 2011. Institui o programa de incentivo de descontos no IPTU denominado IPTU Verde. João Pessoa: Câmara Municipal de João Pessoa, 2011. Disponível em: <https://sapl.joaopessoa.pb.leg.br/materia/19334>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CASTILHO, A. F. D. de A. N. **A extrafiscalidade no Brasil**. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*, Lisboa, v. 4, n. 2, p. 113-159, 2016.

COSTA LIMA, G. F. da. **Educação ambiental no Brasil: formação, identidades e desafios**. Campinas: Papirus, 2015.

DANTAS, G. T. **O IPTU verde como instrumento de efetividade da função socioambiental da propriedade privada urbana**. 2014. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

JOÃO PESSOA. Lei complementar nº 53, de 23 de dezembro de 2008. Institui o Código Tributário Municipal e dá outras providências. [S. l.]: Leis Municipais, [2008]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/codigo-tributario-joao-pessoa-pb>. Acesso em: 6 dez. 2022.

JOÃO PESSOA. Lei orgânica do município de João Pessoa, Paraíba. [S. l.]: Leis Municipais, [s.d.]. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/lei-organica-joao-pessoa-pb>. Acesso em: 20 nov. 2022.

LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Técnicas de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ONU NEWS. População mundial atinge 8 bilhões de pessoas. *Perspectiva Global Reportagens Humanas*, [S. l.], 15 nov. 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/11/1805342>. Acesso em: 17 dez. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Cidade mais verde: João Pessoa é reconhecida pela FAO/ONU por avanço na arborização urbana. João Pessoa, 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.joaopessoa.pb.gov.br/noticias/cidade-mais-verde-joao-pessoa-e-reconhece-pela-fao-onu-por-avanco-na-arborizacao-urbana/>. Acesso em: 17 dez. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. João Pessoa tem mais de 47 metros quadrados de área verde por habitante. João Pessoa, 18 abr. 2022. Disponível em: <https://www.joaopessoa.pb.gov.br/noticias/joao-pessoa-tem-mais-de-47-metros-quadrados-de-area-verde-por-habitante/>. Acesso em: 16 dez. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Programa de desenvolvimento urbano integrado e sustentável do município de João Pessoa (BR-L1421)**: plano diretor de reassentamento e de realocização (PDRR). João Pessoa: PMJP, 2017. Disponível em: [http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2016/06/PDRR-JO%C3%82O-PESSOA\\_FINAL\\_MAIO\\_2017.pdf](http://www.joaopessoa.pb.gov.br/portal/wp-content/uploads/2016/06/PDRR-JO%C3%82O-PESSOA_FINAL_MAIO_2017.pdf). Acesso em: 5 dez. 2022.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). Cúpula de ação climática 2019. [S. l.]: PNUMA, [2019]. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/events/summit/cupula-de-acao-climatica-2019>. Acesso em: 30 set. 2022.

UNFPA NO BRASIL. À medida que a população mundial atinge 8 bilhões de pessoas, ONU pede solidariedade no avanço do desenvolvimento sustentável para todos. [S. l.]: UNFPA, [2022]. Disponível em: <https://www.unfpa.org/8billion>. Acesso em: 29 set. 2022.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

# **PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO: ANÁLISE ENTRE BRASIL E MOÇAMBIQUE**

**Daniel Sousa Rocha<sup>1</sup>**

Doutorando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
daniel.sdrufcg@gmail.com

**Pedro Fernando Donça<sup>2</sup>**

Doutorando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
pedrodonca@ymail.com

**Viviane Farias Silva<sup>3</sup>**

Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
viviane.farias@professor.ufcg.edu.br

**José Ozildo dos Santos<sup>4</sup>**

Doutorando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
joseozildo2018@gmail.com

**Abacar Augusto Joaquim<sup>5</sup>**

Mestrando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG  
abacar.augusto@estudante.ufcg.edu.br

**RESUMO:** O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) tem se consolidado como um instrumento relevante para a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável, complementando políticas de comando e controle. Este artigo analisa a eficácia do PSA a partir de um estudo comparativo entre Brasil e Moçambique. No Brasil, a recente Lei nº 14.119/2021 representou um avanço importante ao consolidar um marco regulatório nacional, ainda que desafios persistam quanto à padronização metodológica e à desigualdade regional na implementação. Já em Moçambique, o princípio do "protetor-recebedor" garante repasses financeiros diretos às comunidades, mas sua efetividade é limitada por entraves técnicos, administrativos e sociais, agravados em projetos de carbono associados ao REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal). Conclui-se que a eficácia do Pagamento por serviços ambientais depende da integração a políticas públicas robustas, da segurança jurídica e da ampla participação comunitária, de modo a garantir benefícios ambientais e sociais de forma equitativa.

**Palavras-chave:** Políticas públicas; Justiça ambiental; Desenvolvimento rural.

---

<sup>1</sup> Doutorando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: daniel.sdrufcg@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutorando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: pedrodonca@ymail.com.

<sup>3</sup> Doutora, professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: viviane.farias@professor.ufcg.edu.br.

<sup>4</sup> Doutorando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: joseozildo2018@gmail.com.

<sup>5</sup> Mestrando em recursos naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Email: abacar.augusto@estudante.ufcg.edu.br.

## **PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES AS A TOOL FOR CONSERVATION: AN ANALYSIS BETWEEN BRAZIL AND MOZAMBIQUE**

**ABSTRACT:** Payment for Environmental Services (PES) has been consolidated as a relevant instrument for environmental conservation and sustainable development, complementing command-and-control policies. This article analyzes the effectiveness of PES through a comparative study between Brazil and Mozambique. In Brazil, the recent Law No. 14,119/2021 represented an important step forward by establishing a national regulatory framework, although challenges remain regarding methodological standardization and regional inequality in implementation. In Mozambique, the “provider-receiver” principle ensures direct financial transfers to communities, but its effectiveness is limited by technical, administrative, and social barriers, aggravated in carbon projects associated with REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation). It is concluded that the effectiveness of Payment for Environmental Services depends on integration with robust public policies, legal certainty, and broad community participation, in order to guarantee environmental and social benefits in an equitable way.

**Keywords:** Public policies; Environmental justice; rural development

## INTRODUÇÃO

O Brasil e Moçambique enfrentam sérios problemas ambientais que comprometem tanto a conservação da biodiversidade quanto a qualidade de vida das populações. No caso brasileiro, destacam-se o avanço do desmatamento na Amazônia e no Cerrado, a degradação de recursos hídricos e a pressão sobre ecossistemas causada pela expansão agropecuária e pela urbanização desordenada (Barreto et al., 2020; Coelho et al., 2021). Já em Moçambique, a agricultura itinerante, a exploração de madeira e carvão vegetal e a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como secas e ciclones, têm intensificado o desmatamento e a degradação florestal, agravando a insegurança alimentar e social das comunidades locais (Teixeira, 2021; Bruna; Monjane; Samuel, 2021).

Diante desse cenário de pressão sobre os ecossistemas, governos e instituições têm buscado alternativas para aprimorar a gestão do patrimônio ambiental. Nesse contexto, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) surge como um mecanismo viável e complementar às políticas de comando e controle, ao valorizar ativos ambientais e beneficiar os provedores desses serviços.

No Brasil, a discussão sobre o PSA ganhou força com o Programa Pro ambiente em 2000, levando à proposição de Projetos de Lei e à aprovação de legislações estaduais, ainda que de forma fragmentada. A ausência de um regime nacional até 2021 resultava em uma fragmentação jurídica que limitava a consolidação de programas de PSA, com legislações estaduais e municipais adotando formatos distintos e, muitas vezes, desconexos entre si (Barreto et al., 2020). Essa diversidade de abordagens ressaltava a importância de um marco regulatório federal para compatibilizar normas e ampliar a segurança jurídica. A aprovação da Lei nº 14.119/2021 representou, portanto, um marco importante ao instituir a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PNPSA), consolidando as bases para o avanço de iniciativas agrossustentáveis no país (Lima & Martins, 2022).

Além disso, estudos mostram que existem 68 iniciativas de PSA hídricos em andamento no Brasil, concentradas principalmente nas regiões Sudeste e Sul, mas com potencial de expansão para outras áreas. Essas iniciativas foram se aprimorando ao longo dos anos, passando de modelos baseados em pagamentos fixos para formas mais complexas de valoração, como o cálculo do custo de oportunidade da terra e a utilização de indicadores físico-ambientais e

socioeconômicos, o que fortalece a credibilidade e a efetividade do instrumento (Coelho et al., 2021).

Em Moçambique, a compensação por serviços ambientais também é realidade, especialmente por meio do princípio do "protetor-recebedor", previsto na Lei de Floresta e Fauna Bravia e em seu regulamento. Esse dispositivo garante que 20% das taxas de exploração florestal e faunística sejam destinadas às comunidades residentes nas áreas de exploração. No entanto, a efetividade desse mecanismo é limitada pela falta de suporte técnico e institucional, além da gestão dos recursos pelas autoridades distritais, o que reduz a autonomia das comunidades (Nguiraze, 2022). Estudos demonstram ainda que o desmatamento no país está diretamente associado à agricultura itinerante, ao uso de lenha e carvão vegetal e à carência de alternativas econômicas, de modo que o PSA se apresenta como uma estratégia promissora para reduzir essas pressões, desde que aliado a políticas públicas locais de manejo sustentável (Teixeira, 2021).

O objetivo deste artigo é analisar a eficácia do PSA como ferramenta de incentivo à conservação, por meio de um estudo comparativo entre Brasil e Moçambique.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, fundamentada em revisão bibliográfica. A metodologia aplicada buscou reunir, analisar e interpretar produções científicas, legislações, relatórios institucionais e documentos técnicos relacionados ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no Brasil e em Moçambique. A revisão bibliográfica abrangeu artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, capítulos de livros, legislações específicas, relatórios de órgãos governamentais e documentos de organizações internacionais. Para isso, foram consultadas bases de dados como Scielo, Google Scholar, Web of Science e Periódicos CAPES, além de legislações disponíveis em sites oficiais dos governos brasileiro e moçambicano.

A busca bibliográfica seguiu critérios de inclusão que priorizaram trabalhos publicados entre os anos 2000 e 2023, período em que as discussões sobre PSA ganharam maior relevância tanto no Brasil quanto em Moçambique. Foram selecionadas produções que apresentavam de forma explícita aspectos legais, institucionais e práticos relacionados ao mecanismo, excluindo-se textos que apenas

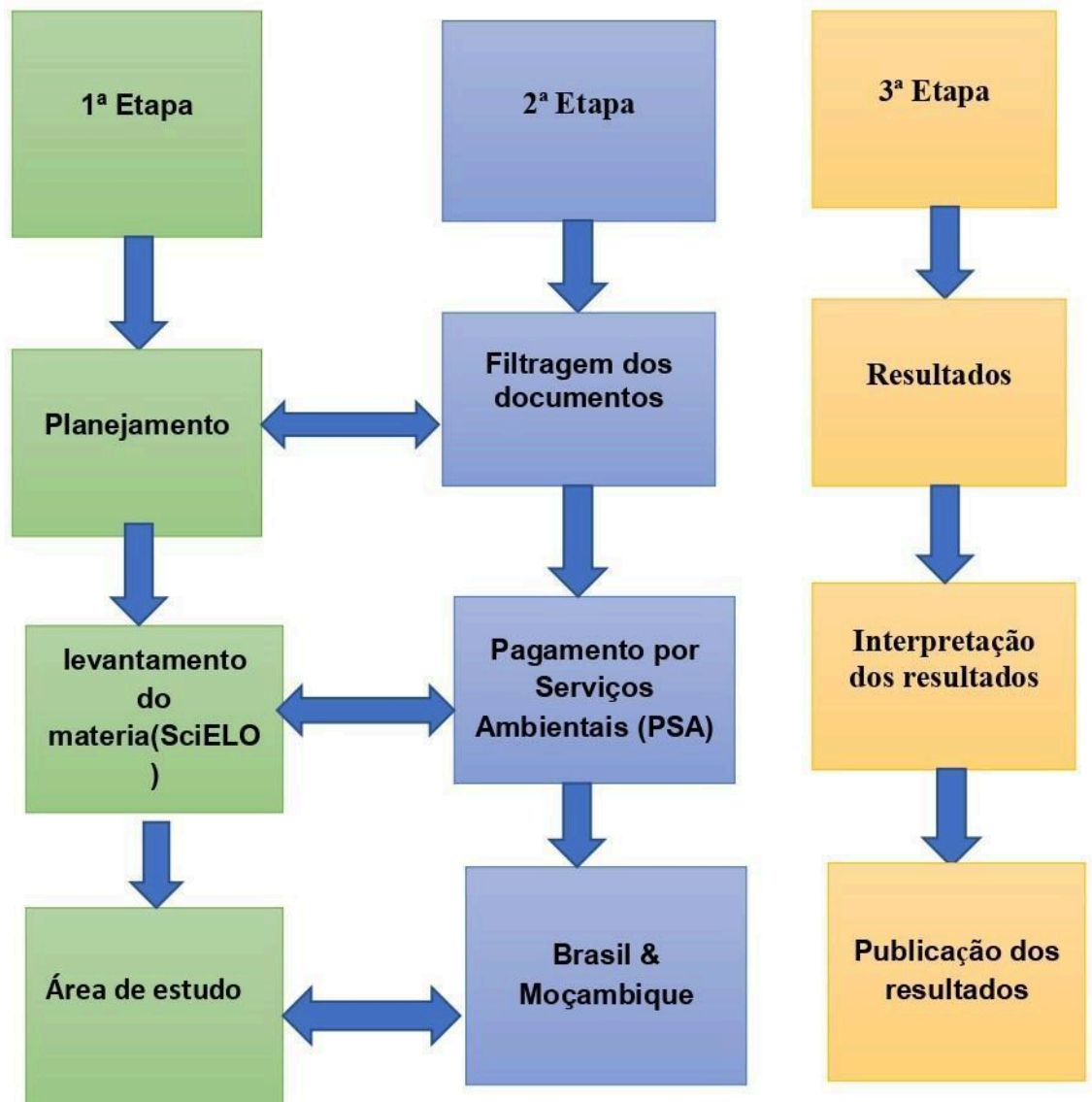
citavam o tema de forma superficial. Ao todo, foram analisados mais de trinta documentos entre artigos científicos, legislações e relatórios institucionais, dos quais se extraiu o corpo teórico necessário para a análise comparativa. Esse processo de seleção buscou assegurar a consistência das informações e a confiabilidade dos dados apresentados.

No Brasil, foram analisados 28 instrumentos legislativos federais e estaduais, além de Projetos de Lei em tramitação, considerando nove componentes fundamentais para um regime jurídico robusto de PSA: arranjo institucional, tipos de serviços ambientais, fontes de recursos, beneficiários, categorias fundiárias elegíveis, requisitos de acesso, remuneração, sistemas de verificação e salvaguardas socioambientais (Barreto et al., 2020). Essa análise permitiu compreender a evolução da legislação e como a ausência de um marco nacional até 2021 influenciou a heterogeneidade dos programas. Também foram examinadas as experiências de PSA hídricos sistematizadas por Coelho et al. (2021), que destacaram avanços metodológicos e desafios na expansão regional.

Em Moçambique, a análise concentrou-se na legislação que prevê a compensação de 20% das taxas de exploração florestal e faunística às comunidades rurais, observando a aplicação prática do princípio do protetor-recebedor e os entraves relacionados à sua implementação (Nguiraze, 2022). Foram também considerados estudos que discutem o papel do PSA no enfrentamento do desmatamento e na promoção de alternativas sustentáveis, como práticas agroflorestais e uso de produtos não madeireiros (Teixeira, 2021). Além disso, analisaram-se experiências ligadas ao mercado de carbono, especialmente aquelas vinculadas ao mecanismo REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, conservação, manejo sustentável e aumento dos estoques de carbono florestal), que têm suscitado debates sobre justiça social e eficácia (Bruna; Monjane; Samuel, 2021).

Para organizar o processo de investigação, elaborou-se um fluxograma que representa as etapas seguidas no desenvolvimento do estudo. Esse recurso visual sintetiza desde a revisão bibliográfica até a análise comparativa entre os dois países, facilitando a compreensão metodológica adotada.

**Figura 1 – Fluxograma da pesquisa**



Fonte: Os autores (2025)

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estudo comparativo evidencia que o PSA é uma ferramenta promissora para incentivar a conservação, mas sua eficácia depende de marcos regulatórios claros, suporte institucional e mecanismos de gestão participativa.

No Brasil, a ausência de uma lei nacional até 2021 limitava a padronização e a segurança jurídica, resultando em programas fragmentados e com baixa integração. A Lei nº 14.119/2021 representou um avanço ao consolidar um regime jurídico unificado, permitindo maior integração entre esferas federativas e setor privado (Lima & Martins, 2022). Apesar disso, a aplicação do PSA ainda é desigual

entre as regiões, havendo maior concentração de programas no Sudeste e no Sul, enquanto o Nordeste apresenta grande potencial pouco explorado (Barreto et al., 2020).

As análises de Coelho et al. (2021) reforçam essa desigualdade regional e mostram que, embora os programas brasileiros tenham evoluído em termos de metodologia de remuneração, passando de pagamentos fixos para modelos baseados em custo de oportunidade e indicadores físico-ambientais e socioeconômicos, ainda persistem desafios quanto à ampliação geográfica e à integração com políticas públicas de desenvolvimento sustentável.

Em Moçambique, embora a legislação estabeleça claramente a destinação de recursos às comunidades, sua aplicação prática enfrenta barreiras técnicas e administrativas. A falta de capacitação das comunidades e o direcionamento de recursos para obras públicas, sem participação efetiva dos beneficiários, reduzem a efetividade do princípio do protetor-recebedor (Nguiraze, 2022).

Estudos adicionais indicam que o PSA poderia ser mais bem aproveitado como política pública para lidar com as causas diretas do desmatamento, como a agricultura itinerante e o uso de carvão vegetal, ao mesmo tempo em que promove alternativas econômicas sustentáveis, como práticas agroflorestais e uso de produtos da biodiversidade local (Teixeira, 2021). Contudo, experiências recentes com projetos de carbono ligados ao REDD+ (caso Nhambita, em Gorongosa) revelam riscos sociais: os agricultores foram incentivados a plantar árvores para captura de carbono, mas acabaram limitados em seu uso da terra, recebendo pagamentos decrescentes e insuficientes, o que resultou em injustiça climática e insegurança alimentar (Bruna; Monjane; Samuel, 2021).

Dessa forma, percebe-se que tanto no Brasil quanto em Moçambique o desafio central é transformar a previsão legal em práticas eficazes de conservação, fortalecendo arranjos institucionais, mecanismos de monitoramento e participação comunitária (Young & Bakker, 2015).

Para apresentar de forma clara as diferenças e semelhanças entre os dois países, apresenta-se o Quadro 1, que compara os aspectos centrais dos regimes de PSA no Brasil e em Moçambique.

**Quadro 1 – Comparativo do PSA no Brasil e em Moçambique**

<b>Aspecto</b>	<b>Brasil</b>	<b>Moçambique</b>
<b>Marco Regulatório</b>	Lei Federal nº 14.119/2021 (Política Nacional de PSA) e diversas legislações estaduais e municipais. Ausência de um regime jurídico unificado.	Lei de Floresta e Fauna Bravia e seu regulamento. Princípio do "protetor-recebedor".
<b>Mecanismos de Financiamento</b>	Fundos públicos e privados. Exemplos incluem o Fundo de Defesa e Reparação de Interesses Difusos Lesados (Fidir) e programas de compensação ambiental.	Destinação de 20% das taxas de exploração florestal e faunística às comunidades.
<b>Beneficiários</b>	Produtores rurais, povos e comunidades tradicionais, assentados da reforma agrária, pequenos agricultores familiares, entre outros.	Comunidades que residem nas áreas de exploração.
<b>Desafios</b>	Ausência de uma lei nacional ampla, falta de padronização e segurança jurídica. Dificuldades na gestão e fiscalização dos programas e na definição de	Falta de suporte técnico e institucional para as comunidades. Recursos frequentemente direcionados para infraestruturas públicas em vez de demandas específicas.

	responsabilidades entre os entes federativos.	
--	---	--

Fonte: Os autores (2025)

Além das diferenças gerais já destacadas, é possível detalhar exemplos de programas brasileiros e os principais desafios em Moçambique, como mostra o Quadro 2.

**Quadro 2** – Exemplos de Programas no Brasil e Desafios em Moçambique

<b>País</b>	<b>Exemplos/Desafios</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Brasil</b>	Programa Produtor de Água (ANA)	Incentiva produtores rurais a adotar práticas de conservação de mananciais; evoluiu de pagamentos fixos para modelos baseados em indicadores ambientais (Coelho et al., 2021).
	Projeto Conservador das Águas – Extrema/MG	Considerada referência nacional em PSA hídrico; vincula produtores à recuperação de áreas de recarga (Barreto et al., 2020).
	Bolsa Verde	Programa federal que associou famílias em extrema pobreza à preservação de áreas ambientais, ampliando a dimensão social do PSA (Lima & Martins, 2022).

<b>Moçambique</b>	Fragilidade institucional	Recursos dos 20% muitas vezes não chegam às comunidades ou são desviados para obras sem consulta popular (Nguiraze, 2022).
	Dependência energética da lenha e carvão	Principal fator de degradação florestal, associado à agricultura itinerante (Teixeira, 2021).
	Projetos de carbono (REDD+)	Casos como Nhambita/Gorongosa mostraram pagamentos decrescentes, exclusão social e insegurança alimentar, caracterizando injustiça climática (Bruna; Monjane; Samuel, 2021).

Fonte: Os autores (2025)

Outro ponto relevante é a análise dos componentes fundamentais de um regime jurídico de PSA, segundo Barreto et al. (2020). A comparação desses critérios entre Brasil e Moçambique está sistematizada no Quadro 3.

**Quadro 3** – Componentes Essenciais do PSA no Brasil e em Moçambique

<b>Componente</b>	<b>Brasil</b>	<b>Moçambique</b>
<b>Arranjo institucional</b>	Estrutura em consolidação após a Lei	Gestão descentralizada, com destaque para

	nº 14.119/2021, com previsão de coordenação nacional.	autoridades distritais, mas sem coordenação central efetiva.
<b>Tipos de serviços ambientais</b>	Abrange provisão de água, sequestro de carbono, biodiversidade, paisagem cultural, entre outros.	Enfoque principal em florestas e fauna, com menor diversidade de serviços considerados.
<b>Fontes de recursos</b>	Fundos públicos e privados; destaque para o Fidir e programas vinculados a políticas de compensação.	Recursos oriundos de taxas de exploração florestal e faunística, repassados em 20% às comunidades.
<b>Beneficiários</b>	Produtores rurais, comunidades tradicionais, assentados da reforma agrária, agricultores familiares.	Comunidades residentes nas áreas de exploração.
<b>Categorias fundiárias elegíveis</b>	Inclui propriedades privadas, assentamentos, áreas de comunidades tradicionais.	Predomínio de áreas comunitárias sob gestão coletiva.
<b>Requisitos de acesso</b>	Contratos, comprovação de regularidade fundiária, adesão a práticas conservacionistas.	Vinculação automática à localização geográfica nas áreas de exploração.
<b>Remuneração</b>	Evolução de valores fixos para cálculos baseados em custo de oportunidade e	Distribuição direta de parte das taxas, muitas vezes sem critérios claros de valoração ambiental.

	indicadores socioambientais.	
<b>Verificação e monitoramento</b>	Em fase de aprimoramento, com instrumentos de monitoramento ambiental ainda desiguais regionalmente.	Fragilidade de monitoramento; ausência de relatórios sistemáticos sobre a aplicação dos recursos.
<b>Salvaguardas socioambientais</b>	Em construção; avanços recentes visam garantir transparência e participação social.	Lacunas importantes; comunidades pouco envolvidas nas decisões e risco de exclusão em projetos de carbono.

Fonte: Os autores (2025)

A análise apresentada no Quadro 3 evidencia que o Brasil possui um arcabouço normativo mais abrangente e em processo de consolidação, especialmente após a Lei nº 14.119/2021, que ampliou a diversidade de serviços ambientais contemplados e fortaleceu a coordenação institucional. Observa-se também uma evolução nos mecanismos de remuneração, que passaram de valores fixos para metodologias mais sofisticadas, baseadas em custo de oportunidade e indicadores socioambientais. Apesar desses avanços, ainda persistem desigualdades regionais e desafios de monitoramento e salvaguardas socioambientais.

Em contrapartida, Moçambique apresenta um modelo de PSA mais restrito, centrado quase exclusivamente na exploração florestal e faunística. Embora o princípio do protetor-recebedor represente um avanço conceitual, sua aplicação prática é limitada pela ausência de critérios claros de valoração, pela fragilidade de monitoramento e pela baixa participação comunitária. Os casos ligados ao mercado de carbono reforçam essa limitação, revelando situações de exclusão social e injustiça climática. Dessa forma, percebe-se que, enquanto o Brasil avança em direção a um sistema diversificado e tecnicamente aprimorado, Moçambique ainda

carece de maior institucionalidade, transparência e inclusão social para efetivar os benefícios esperados do PSA.

Outro aspecto relevante é o papel do REDD+ como mecanismo internacional de mitigação das mudanças climáticas. No Brasil, esse instrumento tem sido discutido como possibilidade de captar recursos adicionais para a conservação florestal, ainda que sua implementação em larga escala enfrente desafios institucionais e de governança. Em Moçambique, experiências vinculadas ao REDD+ revelaram contradições: ao mesmo tempo em que promovem captação de recursos externos, podem impor restrições severas ao uso da terra pelas comunidades, gerando insegurança alimentar e desigualdade. Isso evidencia que, embora o REDD+ represente um avanço no reconhecimento econômico dos serviços ecossistêmicos, sua efetividade depende da criação de salvaguardas sociais que garantam distribuição justa dos benefícios e respeito às comunidades locais.

## **CONCLUSÃO**

Este estudo teve como objetivo analisar a eficácia do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como instrumento de incentivo à conservação, a partir de um comparativo entre Brasil e Moçambique. A análise evidenciou que, embora ambos os países contem com mecanismos voltados à compensação por serviços ambientais, a maturidade, a abrangência e os resultados práticos diferem significativamente entre os dois contextos.

No caso brasileiro, a criação de um marco legal nacional em 2021 representou um avanço fundamental, ao estabelecer diretrizes claras e ampliar a segurança jurídica para a implementação de programas de PSA. Apesar disso, os resultados ainda são limitados por desigualdades regionais e pela concentração de iniciativas em determinadas áreas, o que reforça a necessidade de políticas mais equitativas e de maior integração entre esferas federativas e sociedade civil.

Em Moçambique, o PSA é aplicado principalmente por meio do princípio do protetor-recebedor, que assegura o repasse de parte das taxas de exploração às comunidades. Contudo, a efetividade desse mecanismo é reduzida por entraves institucionais e sociais, como a fragilidade do monitoramento, a falta de autonomia das comunidades e o risco de exclusão em determinados projetos. Isso demonstra que a consolidação do PSA no país depende não apenas de instrumentos legais, mas também de um fortalecimento das capacidades locais de gestão e participação.

As implicações práticas da pesquisa indicam que o PSA pode desempenhar um papel relevante no fortalecimento da governança ambiental, desde que esteja articulado com políticas públicas de combate ao desmatamento, conservação da água e promoção do desenvolvimento sustentável. No Brasil, isso significa ampliar a aplicação do PSA para biomas ainda pouco contemplados, como a Caatinga e o Pantanal. Já em Moçambique, implica reforçar a capacitação técnica das comunidades e assegurar que os recursos destinados sejam efetivamente aplicados em benefício direto dos moradores locais.

Este estudo apresenta como limitação o caráter bibliográfico, não incluindo levantamentos primários ou análises quantitativas dos impactos socioambientais dos programas de PSA. Ainda assim, os resultados apontam caminhos promissores e ressaltam a necessidade de futuras pesquisas que investiguem de forma empírica os resultados obtidos em campo, tanto no Brasil quanto em Moçambique.

Por fim, conclui-se que a eficácia do PSA como ferramenta de incentivo à conservação depende da capacidade de integrar marcos regulatórios sólidos, governança participativa e mecanismos de justiça social. Apenas dessa forma será possível garantir que os benefícios ambientais se convertam também em ganhos sociais, promovendo um desenvolvimento mais sustentável e equitativo nos dois países analisados.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) pelo apoio institucional para o desenvolvimento desta pesquisa, que contribuiu de forma significativa para a construção e consolidação do trabalho aqui apresentado.

## **5. REFERÊNCIAS**

BARRETO, J. B. et al. Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA): um estudo acerca da legislação brasileira e da estruturação de acordos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e38791211306, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/11306>. Acesso em: 02 set. 2025.

BRUNA, N.; MONJANE, B.; SAMUEL, E. Para Além do Gás e Carvão: Créditos de Carbono na Corrida Extractivista aos Recursos Naturais em Moçambique. **Destaque Rural**, v. 135, 2021. Disponível em: <https://omrmz.org/wp-content/uploads/DR-135-Mercado-de-carbono.pdf>. Acesso em: 02 set. 2025.

COELHO, N. R. et al. Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, p. 409-415, 2021. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/KYdQZCSVWYDK8Sg7vSpCPvQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 03 set. 2025.

DE LIMA, L. A.; MARTINS, K. O marco legal do pagamento por serviços ambientais para o avanço de iniciativas agrosustentáveis *The legal framework for payment for environmental services to advance agrosustainable initiatives*. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 6, p. 45720-45738, 2022. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Karina-Martins-5/publication/361792288>. Acesso em: 03 set. 2025.

NGUIRAZE, A. C. A compensação dos serviços ambientais às comunidades rurais: caso de 20% das taxas de exploração florestal e faunística – Moçambique. **Revista de Ciências Sociais: RCS**, v. 53, n. 2, p. 301-326, 2022. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8667680>. Acesso em: 05 set. 2026.

SANTOS, P. et al. (org.). **Marco regulatório sobre pagamento por serviços ambientais no Brasil**. Belém: IMAZON; FGV, 2012. 76 p. Disponível em:

<https://www.amazonia.org.br/wp-content/uploads/2012/07/Marco-Regulatorio-PSA.pdf>. Acesso em: 05 set. 2025.

TEIXEIRA, J. V. Opções Para Lidar Com as Causas de Desflorestamento no Norte de Moçambique: Caso Dos Distritos de Majune e Marrupa. **International Journal of Humanities Social Sciences and Education (IJHSSE)**, v. 8, n. 2, p. 166-173, fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20431/2349-0381.0802016>. Acesso em: 05 set. 2025.

YOUNG, C. E. F.; BAKKER, L. B. Instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais no Brasil. **Incentivos econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil**, 2015. Disponível em:

<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/22513>. Acesso em: 05 set. 2025.

# POLÍTICAS PÚBLICAS DE FINANCIAMENTO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS: ENTRAVES E DESAFIOS

**Yuri Batista Oliveira Gomes<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Campina Grande- UFCG  
yuri.batista@estudante.ufcg.edu.br

**Ângela Maria Cavalcanti Ramalho<sup>2</sup>**

Universidade Estadual da Paraíba-UEPB  
angelamcramalho@gmail.com

**RESUMO:** O artigo tem como objetivo analisar os cenários de ações governamentais a partir da implementação das políticas públicas de financiamento em fontes de energias renováveis. A adoção de energias renováveis e o rápido crescimento do setor no Brasil, em especial no Nordeste, resultou em impactos na economia, especialmente, em relação ao seu potencial de geração de empregos, de modo a oferecer uma base para subsidiar a formulação e a gestão de políticas energéticas, além da perspectiva de desenvolvimento sustentável. A metodologia foi uma pesquisa bibliométrica, tendo em vista destacar os benefícios gerados pelos investimentos e das políticas de financiamento para a promoção, desenvolvimento e aumento do uso de novas formas renováveis de energia, como também o processo de desenvolvimento sustentável. Os resultados apontam progressos das energias renováveis, tais como: a inovação tecnológica, a distribuição e universalização do acesso à energia, o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais, e a criação de empregos, contribuindo para a economia da região. Contudo, apesar dos avanços econômicos, os impactos ambientais gerados demandam políticas energéticas ambientais regulatórias.

**Palavras-chave:** Energia Renovável; Políticas Públicas; Financiamento; Desenvolvimento Sustentável.

---

<sup>1</sup> Mestre em desenvolvimento regional pela UEPB, (Universidade Estadual da Paraíba). Atualmente Doutorando em Engenharia e gestão em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Pesquisa com foco na área: Análises dos cenários de mudanças climáticas e as implicações na disponibilidade hídrica nas Barragens da Paraíba."

<sup>2</sup> Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), professora adjunta da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), com área de pesquisa focada Conflitos Sociais pelo Acesso à Água, Desenvolvimento Local Sustentável, Mudanças Climáticas, Segurança Hídrica, Desenvolvimento Regional."

## **PUBLIC POLICIES FOR FINANCING RENEWABLE ENERGY: OBSTACLES AND CHALLENGES**

**ABSTRACT:** This article aims to analyze government action scenarios based on the implementation of public financing policies for renewable energy sources. The adoption of renewable energy and the rapid growth of the sector in Brazil, especially in the Northeast, has had an impact on the economy, particularly in relation to its potential for job creation. This impact provides a basis for supporting the formulation and management of energy policies, as well as the perspective of sustainable development. The methodology used was bibliometric research, aiming to highlight the benefits generated by investments and financing policies for the promotion, development, and increased use of new renewable energy sources, as well as the sustainable development process. The results indicate progress in renewable energy, such as technological innovation, distribution and universal access to energy, regional and local development, especially in rural areas, and job creation, contributing to the region's economy. However, despite economic advances, the environmental impacts generated require regulatory environmental energy policies.

**Keywords:** Renewable Energy; Public policy; Financing; Sustainable development.

## INTRODUÇÃO

O contexto global das energias renováveis demanda, além de investimentos financiamentos de fontes, seja elas do poder público ou privado, a redefinição dos papéis dos governos, principalmente, nas ações das políticas públicas energéticas com um protagonismo do estado, tendo em vista fornecer, logística e financeiramente, suporte, para a melhor distribuição das matrizes de energias limpas para a sociedade em geral, e não apenas para uma pequena camada da população.

Desse modo, constatamos que a adoção de energias renováveis tem sido amplamente debatida desde a década de 1970, quando as crises do petróleo levaram diversos países a procurar a segurança no fornecimento de energia e a redução da dependência da importação de combustíveis. O uso de energias fósseis muito poluidoras, como o carvão, gasolina, diesel, termelétricas, a exploração de recursos naturais com as devastações de florestas e o uso indiscriminado de fontes fósseis, levou implementação de novas políticas públicas de acesso a tecnologias de energia limpas, chamadas "Renewable Energy Sources" (RES).

Contudo, recentemente as preocupações ambientais se tornaram o maior elemento para a busca de alternativas mais limpas de produção de energia, entre as quais a energia eólica foi a que despertou significativa atenção nas últimas décadas. Neste sentido, incentivos para este tipo de energia levaram ao aumento da sua participação em diversos países, promovendo um alto crescimento a partir de 1996, fortalecendo-se a partir de 2004 e, em 2011, a capacidade de operacionalização mundial chegou a 238 GW (EPE, 2022), com investimentos voltados para mercados emergentes, a exemplo do Brasil, e preocupação e discursos centrados na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Vale ressaltar que a preocupação com as mudanças climáticas e com a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), a partir da assinatura do Protocolo de Quioto, em 1997, levou à busca de alternativas para diminuir os impactos ambientais, por meio de investimentos em fontes renováveis de energia e, segundo o Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), a fonte de energia eólica oferece um grande potencial para a diminuição dessas emissões. Muito embora não seja distribuído de maneira uniforme entre os países, o potencial técnico da energia eólica é maior que a produção mundial de eletricidade e, considerando as barreiras políticas, econômicas e tecnológicas, estima-se que ela

poderia suprir até 20% da demanda mundial de energia elétrica até 2050 (IPCC, 2023).

Em 1987, o relatório intitulado “Nosso Futuro Comum” elucida o Desenvolvimento Sustentável na perspectiva de atender às gerações presentes sem comprometer a capacidade das futuras de suprir suas próprias necessidades. Tal relatório relaciona o desenvolvimento sustentável não somente à economia, mas também ao meio ambiente e à sociedade sustentável.

Considerando que as políticas públicas têm como objetivo principal promover a construção da cidadania e inclusão social a partir de investimentos e subsídios de tributos (Lowi, 1972), a aplicação delas busca atender e aperfeiçoar a produção e distribuição de tecnologias, promovendo, assim, a redução de custos por meio de ações políticas e ambientais.

Nesse sentido, o aperfeiçoamento dessas ações governamentais por meio dos financiamentos e logísticas, também estabelecem questões estratégicas de cunho social, influenciando nas áreas da saúde, educação e assistência social, somando as ações de elaboração e formulação de diagnósticos, problemas e planejamentos, tendo como foco identificar a vulnerabilidade dos que estão envolvidos e criar estratégias de solução, promovendo debate e mobilização, disseminando informação, avaliando resultados e monitorando, também, os vulneráveis.

## **METODOLOGIA**

A bibliometria é um método utilizado para medir, monitorar e estudar dados bibliográficos (Glanzel, 2003; Oliveira et al., 2019; Liu et al., 2019), portanto, é a análise que está sendo usada em diferentes tópicos, relacionados às ciências ambientais e à economia, principalmente em estudos direcionados aos serviços ecossistêmicos, desenvolvimento sustentável, economia circular, taxa de carbono e adaptação às mudanças climáticas, como pesquisado por Luz (2021).

As métricas bibliométricas apresentadas nesse artigo são analisadas pelos indicadores de concitação, que são medidas pela força do link quando os mesmos autores são citados nas mesmas publicações, desse modo, quanto maior a frequência de dois pesquisadores estarem sendo citados, simultaneamente, nos trabalhos, mais relevantes eles se tornam.

Assim, o acoplamento bibliográfico é um indicador que mede a força do link em que os pesquisadores mencionam as mesmas publicações, aumentando sua força quando essa frequência de citações da mesma publicação é recorrente, ou seja, quanto mais citações, mais forte é o link (Eck; Rodriguez; Waltman, 2014). Enquanto a coautoria é um indicador visto como uma medida de colaboração, a partir de uma rede criada pelos pesquisadores, quando ocorre uma relação entre dois autores que copublicam um trabalho (Cater; Zupic, 2015). E, por fim, o indicador de concorrência, apresentado por Eck e Waltman (2022), mede o número de publicações em que dois termos ou palavras-chave aparecem juntos, mostrando a força de associação que elas possuem entre os pares com a maior ocorrência entre os documentos.

Nesse sentido, este trabalho tem como proposta fazer uma revisão de literatura bibliométrica sobre a valoração econômica ambiental do método de Valoração de Contingente, por meio da base de dados da Web of Science, como também realizar as devidas análises descritivas dos principais indicadores bibliométricos sociais e econômicos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No Brasil, os financiamentos públicos em novas fontes de matrizes limpas só foram criados a partir dos incentivos provenientes do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), através dos Convênios nº 101/1997 e nº 16/2015, os quais isentam o ICMS para alguns equipamentos utilizados para geração de energia elétrica, por fonte solar ou eólica, isentando os estados da cobrança do imposto sobre a energia injetada na rede.

Atualmente, todos os estados aderiram à isenção concedida pelo Convênio nº 16/2015 e, além disso, através da Geração centralizada, o país buscou incluir a energia solar fotovoltaica em leilões de energia, tendo a participação assegurada desde a primeira inserção, no 6º Leilão de Energia de Reserva - LER/2014 - (Gasparin et al,2021).

Segundo Paiva e Lima (2017), os investimentos e financiamentos públicos e privados na área de energias limpas, no Brasil, têm sido crescentes nos últimos dez anos, o que se deve às facilidades quanto às instalações dos parques de energias eólicas e fotovoltaicas em várias regiões brasileiras, sobretudo no Nordeste, onde os

investimentos, as logísticas e a viabilidade econômica contribuíram para que os recursos chegassem na ponta da economia verde.

Contudo, o financiamento estatal passa por questões demandatárias da iniciativa privada, isto é, através dos leilões de energias limpas promovidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), formalizados mediante leis e decretos do poder executivo, como por exemplo o decreto 5.163 de 2004 (artigo 19) e o 9.143 de 2017 (artigos 60 e 64) que regulamenta a comercialização, geração e leilão de energia elétrica limpa.

Em maio de 2022, a ANEEL e a CCEE promoveram o 36º Leilão público de energia nova A-4, no intuito de capitalizar investimentos da ordem de sete bilhões de reais para, ao menos, vinte nove usinas de geração elétrica renovável em doze estados brasileiros, totalizando uma capacidade de gerar em torno de 947 megawatts de energia entre 2026 e 2047. De acordo com estimativas da ANEEL, os contratos de licitações firmados foram cerca de 9,36% menor do que o definido no leilão, seja por questões financeiras ou poder mercadológico, causando implicações tanto no mercado de energia elétrica, sobretudo nas energias limpas, quanto a assistência em infraestrutura devido a presença do estado, no entanto, para o poder público, a energia tem se transformado em mercadoria nesse ideário capitalista, o que é evidenciado pelas instalações de parques renováveis.

**Quadro 1 - Leilões Públicos de Energias Limpas no Brasil em 2022.**

<b>FONTES</b>	<b>Quantidade s de projetos</b>	<b>Período de Suprimento</b>	<b>UF</b>	<b>Investimentos</b>	<b>Energia (MwMedia)</b>
<b>Hidroelétricas</b>	18	2026-2045	SC, MS, PR, MT RS, TO, MG	R\$ 1.065.109.180,00	84,1

<b>Eólica</b>	4	2026-2040	BA, PB	R\$ 1.306.881.250,00	52,1
<b>Solar</b>	5	2016-2040	PE	R\$ 687.289.520,00	39,8
<b>Térmicas (Biomassa)</b>	2	2026-2045	MS, SP	R\$ 3.974.364.150,00	61,5
<b>Total</b>	29			R\$ 7.033.644.100,00	237,5

Fonte: EPE (2022).

É importante assinalar que o estado tem subsídios para promover ações de financiamentos por meio do Banco Nacional Econômico de Desenvolvimento e Social (BNDES), que financia projetos de políticas públicas ou privadas nas áreas de energias renováveis. Entre essas iniciativas do banco, o Fundo do Clima se constitui um subgrupo de fundos, direto e indireto, voltado ao custeio de projetos que promovam a economia de baixo carbono, com um valor mínimo de financiamento de cerca de dez milhões de reais, prazo de dezesseis anos e carência de oito, oferecendo juros de um por cento, ao ano, para empresas nacionais (variando entre 0,9% e 1,4%, ao ano) e de três por cento para as multinacionais, como ilustra o quadro a seguir:

Segundo estudo realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, publicado em 2015, o Brasil injetou cerca de USD 7 bilhões em energias renováveis, colocando-se entre os 10 maiores investidores do mundo na área. Nesse contexto, o BNDES foi o quarto banco de desenvolvimento mais ativo no mundo no setor de financiamento de projetos de energia renovável (Stefanello et al, 2018).

Além disso, existem os programas sociais que beneficiam ONG'S (Organizações não governamentais), como o Comitê de Energia do Semiárido (CERSA), o qual recebe financiamento de organização de cooperações econômicas de desenvolvimento europeias, especificamente alemã, que ofertam recursos financeiros em conjunto com bancos estatais, a exemplo da Caixa Econômica Federal, que destinou mais de trinta mil reais por meio do fundo casa e do socioambiental, cujo intuito é patrocinar a aquisição e a instalação de energia fotovoltaica em associações rurais e cooperativas agroindustriais no semiárido

paraibano com o propósito de levar sustentabilidade e tecnologia às comunidades (Furtado, 2021).

Para Tomelin (2016), o financiamento é locado pela lei da oferta e da demanda proveniente do mercado energético, cuja intervenção do poder público se dá através de dois instrumentos: os mecanismos de suporte, que requer apoio de políticas públicas com assistência de nível de projetos, e os instrumentos de financiamentos públicos, definidos através de financiamentos de equity, empréstimos bancários (dívidas) e coberturas de riscos. Tais instrumentos propõem e definem as metas para as bases dos investimentos, apoiando os projetos até a demonstração da maneira como irá financiá-los e auxiliando na administração dos riscos dos investimentos em energias renováveis por parte do poder público.

Ainda nesta perspectiva, o Banco do Nordeste (BNB) tem o Programa do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), que abrange os nove estados do Nordeste, além de Minas Gerais e Espírito Santo, movimentando da ordem de mais 3,2 bilhões de reais em recursos para iniciativas como o “FNE Sol e Verde”, estratégia que visa impulsionar o financiamento à micro e minigeração de energia distribuída do sistema off-grid, destinando até 100 mil reais, por projeto aprovado, ao seu público de produtores rurais, possuindo limite de financiamento de até 100% do valor, prazo de pagamento de até 12 anos e carência entre 6 meses e 1 ano (Felix, 2022).

A respeito desses incentivos, os quadros a seguir exemplificam aspectos como a carência e as taxas de juros de acordo com a finalidade do crédito concedido:

**Quadro 2 - Financiamento do FNE Sol do BNDES.**

<b>FINALIDADE CRÉDITO</b>	<b>CARÊNCIA</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Empresas e Produtores rurais</b>	6 MESES	Até 12 anos
<b>Pessoa Física</b>	6 MESES	Até 8 anos
<b>Projetos de locação de Sistemas e mini geração distribuída por energia elétrica</b>	12 MESES	Até 12 anos

Fonte: Felix (2022).

**Quadro 3 - Financiamento do FNE Verde do BNDES.**

<b>Finalidade do Crédito</b>	<b>Carência</b>	<b>Total</b>
<b>Investimentos fixos para o Setor rural</b>	4 anos	12 anos
<b>Investimentos semifixos Para o setor rural</b>	3 anos	8 anos
<b>Investimentos fixos e Mistos para os setores Não rurais.</b>	4 anos	12 anos

Fonte: Felix (2022).

**Quadro 4 - Taxa de juros anual do financiamento do NE verde BNDES.**

<b>Porte</b>	<b>Setor rural Integral %</b>	<b>Com bônus(15) %</b>	<b>Setor não Rural</b>	<b>Com Bônus (15) %</b>
<b>Micro, Pequeno E Pequeno Médio</b>	7,25%	6,50%	8,55	7,27%
<b>Médio</b>	8,53%	7,25%	8,55	7,27%
<b>Grande</b>	10,0%	8,50%	10,14	8,62%

Fonte: Felix (2022).

Essas políticas públicas de financiamento de energias renováveis tiveram uma grande capitalização de recursos por partes de fundos públicos mediante o cenário posterior à promulgação da Resolução Normativa nº 482/2012, da Aneel, que regulamentou diretrizes e bases sobre a geração de energia renovável própria, atestando a eficiência energética do Brasil. Diante disso, foram criadas várias propostas de intervenções para a viabilização e financiamento desta política pública (Melo, 2012).

Dentre as iniciativas de fomento ao financiamento público de energias limpas está o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa),

criado em 2002, após a crise do apagão no sistema elétrico nacional, decorrente da estiagem prolongada que, na época, reduziu os níveis dos reservatórios das hidrelétricas (2001), estimulando a utilização de outras alternativas, tais como: a fonte eólica, solar, biomassa e PCHs, de modo a produzir aprendizagem tecnológica, ampliar a competitividade industrial do setor e, sobretudo, identificar e apropriar-se dos benefícios técnicos, ambientais e socioeconômicos de projetos de geração (Stefanello, 2018).

Além disso, existem os fundos constitucionais e regionais do Banco do Nordeste da Amazônia, do Banco do Brasil e da Caixa Econômica Federal, sendo o BNDES o emissor de 70% dos financiamentos, originário da Lei de nº 7.827 de 1989, cujo objetivo é contribuir com o desenvolvimento econômico, por meio de recursos advindos das alíquotas de redução Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto de Renda (IR), com juros variando conforme o porte da empresa de capital aberto.

Outro programa que segue, também, essa linha de atuação são os leilões do modelo feed-in, criados pela Lei de nº 10.848 de 2004, a qual estabelece a contratação de energia elétrica para cobertura do consumo no ambiente regulado e para a formação de lastro de reserva, o que deverá ser concretizado através dos leilões públicos específicos na áreas de fontes alternativas de biomassa, eólica e solar, visando contribuir com a redução de tarifas utilizando o critério do menor preço (Tomelim et al, 2017).

Segundo Gasparin et al (2021), os meios de incentivos para a geração de energia limpa são distribuídos mediante condições diferenciadas, as quais propiciavam a adesão aos sistemas fotovoltaicos, motivo pelo qual, em 2015, o Ministério de Minas e Energia (MME) lançou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), com o objetivo de promover a ampliação dessa produção de energia.

Essas políticas financeiras que expandem as linhas de crédito para projetos de instalação desses sistemas nos prédios residenciais, comerciais e industriais incentivam o estabelecimento de indústrias fabricantes de componentes e equipamentos relacionados, fomentando o desenvolvimento produtivo e tecnológico, bem como a inovação e consolidação de empresas de comércio e prestação de serviços na área de fontes renováveis. Dessa forma, atraem investimentos, nacionais e internacionais, e favorecem a transferência e nacionalização de

tecnologias competitivas para energias renováveis, levando, ainda à capacitação e formação de recursos humanos para atuar em todos os elos da cadeia produtiva e viável das fontes de energias limpas (Oliveira; Silva, 2019).

No Brasil, existem três tipos de financiamento em energia renováveis: através dos incentivos fiscais, que se refere à aplicação de recursos públicos, incluindo fontes tributárias, como reduções de alíquotas, isenções, deduções, créditos tributários e concessão de subsídios; por meio de mecanismos estatais, que aplicam os recursos públicos com perspectiva de retorno financeiro, incluindo a concessão de financiamentos, garantias e participação societária em empreendimentos; e, por fim, a partir de políticas regulatórias, com estabelecimento de regras que devem ser seguidas pelos agentes regulados (Câmara dos Deputados, 2012).

Segundo Santos (2021), a concessão de crédito é avaliada considerando os dados informados nos projetos de energia solar vencedores de leilões da ANEEL, como também a importância do financiamento para o desenvolvimento do setor de energia renovável no Brasil, optando-se, assim, pela discussão de variáveis que influenciam a emissão de bens conversíveis para o custeio de tal projeto.

De acordo com Monteiro (2017), os financiamentos no Brasil existem, porém o número de pessoas físicas beneficiadas é restrito, tendo em vista que o foco dos projetos são as grandes instalações, que requerem capital mais elevado. Entre esses programas estão: o Finem, do BNDES, o Inova Energia, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e com a ANEEL, o Construcard, criado pela Caixa, e outras linhas de financiamentos oferecidas pelo Banco do Brasil, Santander, Banco do Nordeste e Desenvolve SP.

Cabe salientar que o BNDES atua por meio de dois fundos de financiamento de energias limpas, o Fundo de Energia (Finem) e o Fundo Clima (subprograma de energias renováveis), ambos voltados para o estímulo à expansão do uso de fontes renováveis para a geração de energia.

Neste cenário, o BNDES oferece, através do Finem-baixo carbono sobre Geração de Energia, planos de financiamento direcionados à expansão e modernização da infraestrutura dos projetos, o que inclui aspectos como: estudos e projetos, obras civis, montagens e instalações, móveis e utensílios, treinamento, despesas pré-operacionais e máquinas e equipamentos nacionais novos credenciados no banco ou aqueles importados, sem produto similar nacional, para o qual o banco oferece financiamento com baixa taxas de juros de 7,5%, ao ano, e

amortização de dívidas no prazo de vinte anos (BNDES, 2022). A esse respeito, os quadros 5 e 6 esclarecem as condições ofertadas de acordo com cada programa:

**Quadro 5** - Financiamento indireto do Finem (Fundo do clima) -Baixo carbono BNDES.

Taxa de Juros	Fato custo	Taxa BNDES	Taxa agente-1	Prazo De Carência	Valor mínimo Do Financiamento	Valor máximo
	7% a.a.	1,5 a.a.	3% a.a.	8 anos	10 milhões	80 milhões
	1,07%a.a.	1,015% a.a.	1,03% a.a.	8anos	10 milhões	80 milhões
	1,07%a.a.	1,015% a.a.	1,013-1= 11,86% a.a.	16 Anos	10 milhões	80 milhões

Fonte: BNDES (2022).

**Quadro 6** - Financiamento direto do Finem (Fundo do Clima) - Subprograma Energias Renováveis BNDES.

Taxa de juros	Fator custo	Fator custo do BNDES-1
Custo benefício	7% a.a.	5% a.a.
Fator do custo financeiro	1,07% a.a.	1,05% a.a.
Taxa de juros	1,07x1,05-1	Total 12,35% a.a.

Fonte: BNDES (2022).

Diante do exposto, é relevante pontuar que a atuação do poder público na implementação de ações voltadas ao uso das energias limpas visa assegurar investimentos dos bancos públicos, com subsídios diretos e indiretos, via a redução de impostos e de tarifas e, ainda, a viabilização de um mercado energético competitivo por meio de regulação estatal e ações de normas regulatórias. Além disso, define outras condições, como medidores e requisitos de rede essenciais a essa troca, permitindo, através da resolução normativa número 482 de 2012, que os consumidores gerem suas próprias energias renováveis e determinando que as

concessionárias de distribuição passem a cobrar apenas o saldo líquido entre energia entregue ao consumidor, descontada da energia gerada por ele e injetada na rede (Oliveira e Silva, 2019).

Conforme esclarece Santos (2021), o Estado contribui com as implementações públicas de energias renováveis utilizando os leilões de demanda e os de contratos, impulsionando o desenvolvimento do mercado, cuja regulação pode afetar as tarifas feed-in, controlando-as e congelando-as por muito tempo, gerando um prejuízo para as empresas que passariam a operar com déficit de caixa (Lozornio et al, 2017).

Com isso, a gestão pública associa o desenvolvimento econômico à eficiência energética à medida que atenda aos objetivos das políticas estruturadas, sistematizadas e explicitadas no âmbito do Planejamento Estratégico da EPE, documento que faz parte do Plano de Negócios da EPE, busca o pleno cumprimento da Lei nº 10.847/2004 e o alinhamento dos objetivos e metas institucionais com aqueles do governo como um todo, em especial com os do Plano Plurianual (PPA), do Ministério de Minas e Energia (MME) e dos principais agentes interlocutores do mercado (EPE, 2020).

Outro meio de intervenção governamental no cenário energético renovável são as ferramentas públicas de intervenções e suporte e os instrumentos de financiamento público, que definem as políticas de assistências aos projetos sobre os financiamentos de empréstimos e os riscos (Tomelin, 2016).

Os custos com as implantações das políticas públicas de financeirização das energias limpas têm, sobretudo, vantagens e desvantagens, pois, as preocupações relacionadas ao custo-benefício, ao alto investimento inicial e ao medo do prejuízo, devido ao atual quadro econômico brasileiro, são latentes; contudo, os benefícios sócio ambientais valem mais do que o ônus, o que se deve à importação de experiências práticas internacionais de sucesso, as quais podem não surtir efeito equivalente no Brasil, mas asseguram aprendizado e direcionamento às políticas públicas em curso, respaldadas na realidade nacional econômica, de mercado, geográfica dentre outros (Stefanello et al, 2018).

Quando se trata de estruturação de serviços para financiamento a baixos juros e longos prazos dos projetos, o capital privado ergue uma verdadeira barreira frente a essa consolidação, cenário que se intensifica quando associado a outras limitações inerentes a esses projetos, aos riscos iminentes e ao ambiente

extremamente burocratizado (Tomellin, 2016). Assim, segundo Nascimento et al (2020), as vantagens do sistema centralizado de financiamento destas políticas públicas energéticas são os quesitos da inovação tecnológica e desenvolvimento industrial.

A geração distribuída e a universalização de acesso a essa fonte de energia sustentável e mais econômica, produzida pelas hidrelétricas e provenientes de recursos fósseis, contribui para o desenvolvimento regional nas áreas rurais e para a geração de emprego e renda, no entanto, além de, no Brasil, levar em média de três anos de planejamento, acarreta em impactos ambientais; além disso, outros fatores como as grandes distâncias entre as linhas de transmissão, a não venda direta de sobra de energia para outros cliente, gerando obrigatoriedade de repasse do excedente à concessionária de energia, a imposição do monitoramento do Pré-projeto e do tempo de mediação firmado em contrato, inviabilizam a conscientização da sociedade em relação à utilização e à eficiência dessa proposta de modelo sustentável e de expansão de energia renovável.

Diante disso, a sociedade é penalizada com as injustiças concernentes ao uso dessas novas matrizes energéticas limpas, tanto por fatores ambientais quanto sociais, considerando que os cidadãos que não conseguem o acesso aos financiamentos bancários governamentais a às novas tecnologias ambientais energéticas, ficam marginalizados dessa oportunidade, sendo, ainda, submetidos a condições vexatórias como: expropriação de seus territórios, devido às decisões locais desinstalação de fontes poluidoras (algumas indústrias) ou à definição de locais de despejo de lixo tóxico ou não, em áreas cuja população é negra, indígena, camponesa ou pobre.

Portanto, quando há interesse de instalação de um equipamento energético, financiado com dinheiro público, a serviço de uma multinacional bilionária, por exemplo, percebemos um discurso retórico e ensaiado que faz apologia somente aos benefícios do “grande empreendimento”, ocultando as desvantagens que, inevitavelmente, irão potencializar o cenário de injustiça social já alarmante (Santana, 2020).

## **CONCLUSÃO**

Tendo em vista o crescimento da utilização de novas matrizes de energia renovável, associado à importância do papel do Estado na implementação de

políticas públicas e utilização da energia de matriz limpa pela sociedade através das formas e critérios de financiamentos públicos e privados, tendo em vista os aspectos sociais vantajosos ou não sob um ponto de vista do desenvolvimento regional, existe uma demanda crescente por novas políticas públicas energéticas regulatórias a nível nacional, sem que tais medidas promovam a degradação do meio ambiente, seja por ventos ou irradiação solar.

Assim, perante a consciência da sociedade moderna acerca dos problemas socioambientais, resultantes dos impactos provenientes da obtenção de energias fósseis, alerta-se para a necessidade de priorização do bem-estar social e da democracia energética universal, sem que haja a poluição ambiental por vias fabris nem o tratamento do ideário da energia renovável como uma mercadoria capitalista.

Diante disso, o papel do Estado é contribuir para o aperfeiçoamento das políticas públicas de universalização do acesso aos créditos não somente para as grandes empresas, mas também para a população, garantindo que as residências de pequeno e médio porte sejam contempladas com esses subsídios diretos e indiretos, promovendo o desenvolvimento econômico regional, com ações de planejamento estratégico ambiental que assegure a economia sustentável, privilegiando fontes mais limpas.

## REFERÊNCIAS

**BNDES, Fundo Clima Subprograma Energias Renováveis**, BNDES, 2022.  
Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/fundo-clima-energias-renovaveis>> acesso em 19 de julho de 2025.

CATER, T.; ZUPIC I. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organization Research Methods**, v. 18, issue 3, 2015.

ECK, N. J.; RODRIGUEZ, P. A.; WALTMAN, L. **Constructing Bibliometric Networks: A Comparison Between full and Fractional Counting**. Netherlands: Leiden University, 2014.

Empresa de Pesquisa Energética- EPE **Carta Anual de Políticas Públicas e Governança Corporativa-2022**.

FELIX, C. M. **Políticas Públicas de Incentivo ao Uso de Energia Solar Fotovoltaica: um Estudo da Aplicação em Propriedades Rurais no Estado do Ceará**. 2022. 66 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso), (Graduação) -Universidade Federal do Ceará -UFC, Fortaleza- CE, 2022.

FURTADO, F. **Energia renovável em comunidades no Brasil: conflitos e resistências**. 1. ed. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2021. v.1.

GASPARIN, F.; OLIVEIRA, D. L.; VICTÓRIA; HUNGARO, MICHELETTI, D.; L. K. BURIN, E DUARDO. A Influência de Políticas Públicas para o Progresso a Geração Solar Fotovoltaica e Diversificação da Matriz Energética Brasileira. **Revista Virtual de Química**, 2021.

GLANZEL, W. **Bibliometrics as a research field: A course on theory and application of bibliometric indicators**. Leuven: Handouts Course, 2003.

IPCC, 2023: **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

LIU, W.; WANG, J.; LI, C.; CHEN, B.; SUN, Y. Using bibliometric analysis to understand the recent progress in agroecosystem services research. *Ecol. Econ.*, n. 156, p. 293-305, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.001>.

LOWI, T. Four Systems of Policy, Politics, and Choice. **Public Administration Review**, v.32, p. 298-310, 1972.

LOZORNIO, E. J. C.; Moro, Rita Lopes; Souza, J. F. T.; Simões, A. F. Políticas Públicas Para o fomento da inserção da energia eólica na composição da matriz brasileira de oferta de energia elétrica. In: **XIX ENGEMA Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, 2017, São Paulo. XIX ENGEMA. São Paulo, 2017.

LUZ, M. L. A. 2021. **Is economics of restoration helping with decision-making challenges? Insights guided by bibliometrics**. Brasília: UnB, 2021.

MELO, E. **As políticas energéticas e a regulamentação do marco legal do mercado brasileiro de energia renovável**. 2012.

MONTEIRO, L. S.; SILVEIRA, D. Energia solar fotovoltaica no Brasil: uma análise das políticas públicas e das formas de financiamento. In: SEGeT, 2018, Resende. **Revista SEGeT.**, 2018.

NASCIMENTO, T. S. S.; SOUZA, F. O.; MORAIS, L. A.; CARVALHO, E. F. Percepção dos Impactos Socioambientais da Energia Eólica no Sertão Paraibano. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, p. 99-109, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; SILVA, P. F. Estudo das Políticas Públicas e a Análise das Referências Mundiais: os Desafios do Brasil na Geração de Energia, Através do uso de painéis fotovoltaicos. **Revista Científica Cosmos Acadêmico**, v. 4, p. 46-62, 2019.

OLIVEIRA, O. J.; SILVA, F. F.; JULIANI, F.; BARBOSA, L. C. F. M.; NUNES, T. V. Bibliometric method for mapping the state-of-the-art and identifying research gaps

and trends in literature: an essential instrument to support the development of scientific projects. In: **KUNOSIC, S.** ?

PACHECO, F. Energias Renováveis: breves conceitos. (2006). **Conjuntura e planejamento**, Salvador: SEI, (149), 4-11.

PAIVA, I.L.P.; Ernane Cortez. Conflitos Ambientais: Energia Eólica e Seus Impactos Socioambientais no Interior do Ceará. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 3, p. 306, 2017.

SANTANA, A.O.; SILVA, T. A. A. Produção de energia eólica em Pernambuco e a injustiça ambiental sobre comunidades rurais. **Revista Katalysis**, v. 24, p. 245-254, 2021.

SANTOS, Robson ; Silva Junior, A. F. A. . Análise do uso de títulos conversíveis para financiamento de projetos de energia solar. In: **Semead**, 2021, São Paulo. Semead, 2021.

STEFANELLO, C.; MARANGONI, F.; ZEFERINO, C.L.; Resumos do VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado, Brasil, 2018.

TOMELIN, A.C. **Necessidade de adaptação dos instrumentos de financiamento de energia renovável**. 2016. 107 f, Dissertação (Mestrado em Economia da indústria e da tecnologia) - Programa de Pós-graduação em economia da indústria e da tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2016.

UCZAI, P.; TAVARES, W.M. (coord.); QUEIROZ FILHO, A.P. de. **Energias renováveis: riqueza sustentável ao alcance da sociedade**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 273 p. (Série cadernos de altos estudos; n. 10). Disponível em: Energias Renováveis: Riqueza sustentável ao alcance da sociedade. Acesso em 19 de julho de 2025.

ZEREM, E. (Eds.). **Scientometrics Recent Advances**. London: IntechOpen, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.85856>.

# STRATEGIC VOIDS AND TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY: NATURAL RESOURCES AND RAISON DE SYSTÈME - THE SCHEELITE MINING CASE IN CURRAIS NOVOS/RN

Laura Cristina Feindt Urrejola Silveira<sup>1</sup>

Universidade de Brasília  
lauriturrejola@gmail.com

**Abstract:** The municipality of Currais Novos, located in the state of Rio Grande do Norte, Brazil, represents an emblematic case of how peripheral mining territories become integrated into global production chains associated with strategic minerals. Since the 1940s, the extraction of scheelite, the primary ore of tungsten, has connected the region to international mineral markets, illustrating how natural resources can link local economies to broader geoeconomic dynamics. Taking this case study as a starting point, this chapter analyzes the growing centrality of critical minerals in the contemporary international political economy. Drawing on the conceptual framework of *raison d'État* and *raison de système*, it examines how systemic pressures generated by global value chains have constrained the autonomy of states in defining sovereign strategies for the governance of strategic mineral resources (Prantl; Goh, 2022). The analysis also engages with recent international reports documenting the rapid expansion of global demand for critical minerals driven by the energy transition and the digitalization of the economy (IEA, 2025; USGS, 2026; European Commission, 2024). The chapter then examines the territorial and socio-environmental implications of this dynamic through the analytical lens of neo-extractivism in Latin America (Svampa, 2019). Finally, it explores how networks of scientific cooperation, paradiplomacy, and science diplomacy, interpreted through the relational theory of international relations, can contribute to strengthening the technological capacities of mining territories (Qin, 2018; Ruffini, 2017). It argues that the articulation between mining, scientific innovation, and international cooperation may represent an institutional pathway to address strategic voids that hinder the transformation of

---

<sup>1</sup> Post Doc Researcher at the Institute of International Relations of the University of Brasília (IREL/UnB), with a focus on Polar, Space, and Oceanic Geopolitics, Geoeconomics and Scientific Diplomacy. Holds a Ph.D. and M.A. in International Relations from IREL/UnB, with research on China's international insertion through strategic infrastructure in Antarctica, Patagonia, the Amazon, and the South American energy sector. Coordinator of the Working Group on Critical Infrastructure in the South Atlantic and Antarctica at GEPSI/IREL/UnB. Vice leader of Working Group "International System in Polar Anthropocene at the National Institute of Science and Technology (INCT) of the Cryosphere, linked to the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) of the Ministry of Science, Technology and Innovation of Brazil. Member of the Polar Studies Center at the Superior Defense College (NEPESD). Visiting researcher at the Ambrosio Gioja Institute (University of Buenos Aires), working on Antarctic and space-related topics. Completed specialization programs at UNDEF (Universidad de la Defensa - Argentina) and UNLP (Universidad de la Plata), focusing on strategic studies of China, South Atlantic region and Antarctica. Has 23 years of professional experience in environmental feasibility analysis of infrastructure projects, with emphasis on energy, mining, and space sectors. Holds a Bachelor's degree in Geography from the University of São Paulo (USP) in the 1990's. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001."

natural resources into technological development assets in the Global South (Urrejola Silveira, 2024).

**Keywords:** critical minerals; neo-extractivism; mineral sovereignty; Chinese science diplomacy; strategic voids.

### **Vazios estratégicas e soberania tecnológica: recursos naturais e "raison de système" - o caso da mineração de scheelita em Currais Novos/RN**

**Resumo:** O município de Currais Novos, localizado no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, representa um caso emblemático de como territórios periféricos se integram às cadeias globais de produção associadas a minerais estratégicos. Desde a década de 1940, a extração de scheelita, minério primário de tungstênio, conecta a região aos mercados internacionais de minerais, ilustrando como os recursos naturais podem vincular as economias locais a dinâmicas geoeconômicas mais amplas. Tomando este estudo de caso como ponto de partida, este capítulo analisa a crescente centralidade dos minerais críticos na economia política internacional contemporânea. Com base no arcabouço conceitual de *raison d'État* e *raison de système*, examina como as pressões sistêmicas geradas pelas cadeias globais de valor têm restringido a autonomia dos Estados na definição de estratégias soberanas para a governança de recursos minerais estratégicos (Prantl; GOH, 2022). A análise também dialoga com relatórios internacionais recentes que documentam a rápida expansão da demanda global por minerais críticos, impulsionada pela transição energética e pela digitalização da economia (IEA, 2025; USGS, 2026; Comissão Europeia, 2024). O capítulo examina, então, as implicações territoriais e socioambientais dessa dinâmica sob a ótica analítica do neoextrativismo na América Latina (Svampa, 2019). Por fim, explora como redes de cooperação científica, paradiplomacia e diplomacia científica, interpretadas pela teoria relacional das relações internacionais, podem contribuir para o fortalecimento das capacidades tecnológicas dos territórios mineradores (Qin, 2018; Ruffini, 2017). Argumenta-se que a articulação entre mineração, inovação científica e cooperação internacional pode representar um caminho institucional para suprir os vazios estratégicas que dificultam a transformação de recursos naturais em ativos de desenvolvimento tecnológico no Sul Global (Urrejola Silveira, 2024).

**Palavras-chave:** Minerais Críticos; Neoextrativismo; Soberania Mineral; Diplomacia Científica Chinesa; Vazios estratégicos.

## INTRODUCTION

The municipality of Currais Novos, located in the Seridó region of Rio Grande do Norte in northeastern Brazil, represents an emblematic case of how peripheral mining territories become integrated into global production chains associated with strategic minerals. Since the 1940s, the extraction of scheelite, the main ore of tungsten, has connected the region to international mineral markets, illustrating how natural resources can link local economies to broader geoeconomic dynamics. The consolidation of mining operations such as the Brejuí Mine transformed Currais Novos into one of the most important tungsten-producing areas in Brazil, particularly during the mid-twentieth century, when tungsten became a strategic mineral to produce high-resistance metal alloys used in military and industrial applications.

The historical trajectory of mining in Currais Novos reveals how territories situated far from major industrial centers can nonetheless become integrated into global economic systems through the extraction of strategic resources. However, this experience is neither unique within Brazil nor exceptional within the broader context of the Global South. Across Latin America, Africa, and parts of Asia, numerous regions rich in mineral resources have experienced similar forms of integration into international markets through the export of raw materials destined for external industrial systems.

In recent decades, this dynamic has acquired renewed significance. The rapid expansion of sectors associated with energy transition, digital infrastructures, and advanced manufacturing has substantially increased global demand for critical minerals. Resources such as lithium, cobalt, nickel, graphite, rare earth elements, and tungsten have become essential inputs for emerging industrial sectors including electric mobility, renewable energy systems, semiconductor production, and aerospace technologies.

Recent international reports indicate that demand for these resources is likely to grow dramatically in the coming decades. According to the Global Critical Minerals Outlook 2025, technologies associated with clean energy systems require significantly higher quantities of minerals than conventional energy technologies, thereby increasing pressure on global supply chains and on territories that host relevant mineral reserves (IEA, 2025). At the same time, data from the Mineral Commodity Summaries show that both production and

processing of many of these minerals remain highly concentrated in a small number of countries, creating structural vulnerabilities within global supply chains (USGS, 2026). Consequently, territories historically associated with the extraction of mineral commodities are gaining renewed geoeconomic relevance in the contemporary reorganization of the global economy.

Yet the growing geoeconomic importance of mineral resources does not necessarily translate into greater strategic autonomy for the countries that host these reserves. On the contrary, the structure of global mineral value chains often constrains the ability of many states particularly those in the Global South to formulate sovereign long-term strategies for resource governance. While these countries may hold significant mineral deposits, the higher value-added segments of production such as mineral processing, technological development, and manufacturing remain largely concentrated in industrialized economies (European Commission, 2024).

To better understand this tension between national sovereignty and systemic pressures within the global economy, this chapter draws upon the conceptual framework proposed by Prantl and Goh (2022), which distinguishes between two fundamental logics shaping international politics: *raison d'État*, referring to the capacity of states to formulate autonomous strategies based on national interests, and *raison de système*, which emerges when systemic dynamics of the international system begin to shape state behavior (Prantl; Goh, 2022). In the context of contemporary mineral value chains, a growing predominance of the latter logic can be observed, as global industrial and technological demands increasingly influence national decisions regarding the exploitation and governance of mineral resources.

Building upon this theoretical framework, the chapter examines the implications of the growing global demand for critical minerals for countries of the Global South, with particular attention to the dynamics of expanding mineral neo-extractivism. The theoretical contributions of Maristella Svampa provide an important lens through which to understand how intensified resource extraction across Latin America has been accompanied by new cycles of economic dependence, socio-environmental conflicts, and territorial transformations linked to global commodity chains (Svampa, 2019).

However, the analysis developed here does not focus exclusively on the structural constraints associated with these extractive dynamics. Rather, it also explores possible institutional pathways through which mining territories may expand their agency within the contemporary global economy. In this regard, the chapter engages with the relational theory of international relations developed by Qin Yaqing, which emphasizes that international politics emerges from the quality of relationships established among diverse actors including states, universities, research centers, and subnational governments (Qin, 2018).

From this perspective, networks of scientific cooperation, paradiplomacy initiatives, and strategies of science diplomacy may play a significant role in building new technological capacities in territories historically associated with primary resource extraction. By connecting universities, research institutions, and subnational governments to international innovation networks, such initiatives may help transform mining regions into emerging hubs of knowledge production and technological development (Ruffini, 2017).

An additional analytical concept mobilized throughout the chapter is that of strategic voids, developed in previous research (Urrejola Silveira, 2024). The concept refers to territories that, despite possessing high geoeconomic or geopolitical relevance, remain marginal within institutional networks responsible for scientific knowledge production and technological innovation. In such contexts, the absence of scientific and technological infrastructure constrains the ability to transform natural resources into strategic assets for national development.

The empirical analysis presented in this chapter engages with this concept by examining recent initiatives of scientific and technological cooperation linked to mineral value chains in Brazil, including international cooperation projects aimed at developing local capacities in mineral certification and applied geological research in mining territories (Governo do Rio Grande do Norte, 2023; Fórum China-PLP, 2023). These experiences illustrate how institutional arrangements based on scientific cooperation and paradiplomacy may contribute to reducing technological asymmetries and expanding the participation of mining territories within global value chains.

The chapter is structured into four main sections. The first presents the historical and geoeconomic context of scheelite mining in Currais Novos, situated this territory within broader transformations of the global mineral economy. The second section analyzes the growing international demand for critical minerals through the conceptual framework proposed by Prantl and Goh, discussing how systemic pressures generated by global value chains constrain the autonomy of states in defining national mineral strategies. The third section examines the territorial and socio-environmental implications of contemporary mining expansion through the lens of neo-extractivism. Finally, the fourth section discusses how networks of scientific cooperation, paradiplomacy, and science diplomacy may contribute to transforming mining territories into spaces of technological innovation and knowledge production, opening new pathways for international insertion for countries of the Global South.

## **INDUSTRIAL REVOLUTIONS, ENERGY TRANSITIONS AND THE GEOPOLITICS OF RESOURCE: AN INTERPRETATIVE FRAMEWORK**

To guide the historical analysis of scheelite mining in Currais Novos, this essay employs the analytical framework presented below, which relates cycles of technological innovation, energy transformations, wars and forms of state organization across the periods commonly identified as Industrial Revolutions. The purpose of Table 1 is to demonstrate that technological and energy transformations did not occur in isolation. Instead, they were deeply associated with the reorganization of power structures within the international system.

Economic historiography often portrays the Industrial Revolutions as successive waves of technological progress associated with the mechanization of production. However, when examined from a geopolitical and geoeconomic perspective, these revolutions appear as moments of profound reconfiguration of power relations among states. Each technological cycle introduces new energy sources, reshapes the structure of global production chains and alters the strategic value of specific natural resources. As a result, territories that possess such resources become incorporated into the international system in distinct ways.

The framework was originally developed during the preparation of the author's doctoral dissertation and subsequently updated as new analytical

variables were incorporated into the study of historical transformations in the international system. One of these innovations was the inclusion of the column Zhōngguó, intended to correlate major political and strategic developments in China with the historical cycles typically described in Western historiography. This addition makes it possible to observe how the Chinese trajectory moves through different phases of international insertion, ranging from imperial closure to the condition of a semi-colonial space during the so called "Century of Humiliation", and later to socialist reconfiguration and the current phase of multipolar international projection (Qin, 2018).

## **GLOBAL DEMAND FOR CRITICAL MINERALS AND THE EROSION OF STATE AUTONOMY**

The growing centrality of critical minerals in the contemporary international political economy has produced significant transformations in the way states and markets interact in the governance of natural resources. The rapid expansion of technologies associated with electric mobility, renewable energy systems, digital infrastructures and the aerospace industry has substantially increased demand for minerals such as lithium, cobalt, nickel, rare earth elements, graphite and tungsten. These resources have become indispensable components of the energy transition, semiconductor production and the development of dual-use technologies, placing them at the center of the industrial and geopolitical strategies of several major powers.

Recent reports from the International Energy Agency indicate that global demand for critical minerals is expected to grow exponentially in the coming decades, driven primarily by the electrification of transportation, the expansion of renewable energy generation and the digitalization of the global economy. According to the Global Critical Minerals Outlook 2025, demand for minerals used in clean energy technologies could multiply several times by the middle of the twenty-first century, creating new pressures on global supply chains and on territories that host strategic mineral reserves (IEA, 2025).

Similarly, studies by the United States Geological Survey demonstrate that global production of many critical minerals remains highly concentrated in a limited number of countries, while the stages of industrial processing and refining are even more concentrated in a few technological hubs. This

configuration creates structural vulnerabilities in global supply chains and reinforces the dependence of industrialized countries on territories that host mineral reserves, many of which are located in the Global South (USGS, 2026).

In response to these vulnerabilities, different economic blocs have begun to develop industrial strategies aimed at strengthening mineral security. The European Commission, for instance, has increasingly treated critical raw materials as a central component of its industrial and energy policy. The European Critical Raw Materials strategy emphasizes the need to diversify supply sources, strengthen recycling capacities and develop new international partnerships aimed at securing access to strategic resources (EUROPEAN COMMISSION, 2024). Similar strategies have been adopted by other industrial powers, including the United States, China, Japan and South Korea, intensifying international competition for access to mineral deposits considered strategic.

However, although this growing international demand has increased the geopolitical value of resource-rich territories, it has also contributed to limiting the sovereign decision-making capacity of many states regarding the use of those resources. This dynamic can be interpreted through the analytical framework proposed by Prantl and Goh (2022), who distinguish between two fundamental logics structuring international politics: *raison d'État*, associated with the ability of states to formulate autonomous strategies based on national interests, and *raison de système*, which emerges when systemic pressures within the international system begin to shape state behavior.

In the context of contemporary global mineral value chains, a growing predominance of the logic of *raison de système* can be observed. The rapid expansion of industrial sectors highly dependent on critical minerals, including the battery industry, semiconductor production, aerospace manufacturing and renewable energy systems, generates systemic pressures that frequently exceed the capacity of states to establish fully autonomous national strategies for managing their natural resources.

In many cases, national governments are confronted with strategic decisions under conditions of strong technological and industrial asymmetry. Although they possess significant mineral reserves, these countries often lack the industrial capacity required to incorporate those resources into domestic

production chains. As a result, mineral extraction tends to be primarily oriented toward external demand linked to global value chains controlled by large transnational corporations.

This process generates a paradoxical situation. While political discourse frequently emphasizes the importance of sovereignty over natural resources, the structure of the international production system significantly constrains the ability of states to define autonomously which resources should be considered strategic within their own development projects. In many cases, governments lack sufficient institutional time and capacity to formulate their own lists of strategic minerals based on medium and long-term industrial priorities.

Instead, national lists of critical minerals often reflect classifications already established by advanced industrial economies. The very notion of “critical minerals” has largely been structured through assessments produced by major industrial powers whose production chains require these resources for specific technological sectors. Consequently, mineral-producing countries frequently incorporate these external classifications as reference points for their own mineral policies.

This dynamic reinforces the structural asymmetry between countries that control advanced segments of technological value chains and those that concentrate strategic mineral reserves. While the former determine technological standards, regulatory frameworks and industrial strategies, the latter tend to occupy predominantly extractive roles within global value chains.

Within this context, the growing international demand for critical minerals can produce ambiguous outcomes for countries in the Global South. On the one hand, the geopolitical revaluation of these resources creates opportunities for investment and international economic insertion. On the other hand, the systemic pressure generated by global value chains may reduce the strategic planning capacity of these countries, making it more difficult to formulate industrial policies capable of transforming natural resources into technological assets.

This tension between national sovereignty and systemic pressures constitutes one of the central features of the contemporary political economy of strategic minerals. As the energy transition and the digitalization of the global economy intensify demand for specific mineral resources, the governance of

these resources increasingly becomes a field of dispute between different political, economic and technological rationalities.

Understanding the international dynamics of critical mineral demand therefore requires recognizing that the governance of these resources cannot be analyzed solely through the lens of sovereign state decisions. Rather, it must be situated within an international system characterized by highly interdependent production chains in which systemic pressures frequently shape the options available to national governments.

It is precisely within this context that the structural conditions emerge for the expansion of new forms of mineral extractivism in different regions of the Global South, a process that will be examined in the following section through the theoretical contributions of Maristella Svampa on contemporary neo-extractivism.

**Table 1: Energy Conversions in Human History and their Impact on Mineral Resources**

Historical Period	Dominant Energy	Key Technological Innovations	Strategic Conflicts	Predominant Type of State	China (Zhōngguó)	Currais Novos
Age of Maritime Expansion and Colonial Empires (15th–18th centuries)	Wind (sailing navigation)	Oceanic navigation, cartography, shipbuilding	European maritime and colonial rivalries	Colonial states and maritime empires	Ming and Qing dynasties with strong regional centrality and relative maritime isolation	Colonial territory integrated into the Portuguese economy, based on cattle raising and artisanal mineral extraction
First Industrial Revolution (late 18th–early 19th century)	Coal	Steam engine, mechanized textile production, railways	Napoleonic Wars	Emerging mercantile-industrial states	Qing dynasty during a period of relative imperial stability	Regional economy based on agriculture and artisanal mining
Second Industrial Revolution (late 19th–early 20th century)	Coal and oil	Electricity, steel production, internal combustion engines, industrial chemistry	European imperialism and World War I	Industrial and imperial states	Decline of the Qing dynasty, Opium Wars and beginning of the so-called “Century of Humiliation”	Formation of the regional mineral extraction base, still with limited integration into global value chains

Historical Period	Dominant Energy	Key Technological Innovations	Strategic Conflicts	Predominant Type of State	China (Zhōngguó)	Currais Novos
Twentieth-Century Military-Industrial Complex (1930s–1940s)	Oil and electricity	Advanced metallurgy, aviation industry, military technologies	World War II	Industrial states mobilized for war	Republic of China and later the establishment of the People's Republic of China (1949)	Intensive extraction of scheelite for tungsten production used in strategic metal alloys during World War II
Cold War and Late Industrialization (1945–1990)	Oil and nuclear energy	Aerospace industry, electronics, nuclear technologies	Cold War and technological competition	Developmental states and peripheral industrialization	Consolidation of the socialist regime and relative international isolation	Decline in the strategic importance of Brazilian tungsten due to new global supply chains
Technological Globalization and Knowledge Economy (late 20th century–21st century)	Oil, natural gas and renewable energy	Microelectronics, digital technologies, artificial intelligence	Geoeconomic and technological competition among major powers	Regulatory states within a globalized economy	Economic opening and rise as a major industrial and technological power	Renewed scientific and economic interest in strategic minerals and international cooperation in mineral research

Source: By the author (Urrejola Silveira, 2024)

In addition, for the purposes of this essay, a new column was added dedicated to the territory of Currais Novos, in the state of Rio Grande do Norte. The inclusion of this territorial dimension allows us to observe how cycles of technological innovation and energy reorganization within the international system directly influenced the economic and strategic interest in the region. In this way, the case of Currais Novos is interpreted not merely as a local episode of mineral extraction, but as part of broader dynamics of the global geoeconomy.

Tungsten mining, obtained from scheelite, became particularly relevant during the twentieth century, when the mineral began to play a central role in high-resistance metal alloys used in military, aeronautical and metallurgical industries. During the Second World War, global demand for tungsten increased significantly, transforming certain producing regions into strategic nodes within global mineral supply chains (Bhat, 2018).

The comparative analysis presented in the framework allows us to identify that the relevance of Currais Novos is directly associated with these broader geopolitical cycles. When specific minerals become strategic for industrial production or national security, territories that possess such resources tend to be integrated into global resource chains. In moments of technological transformation or geopolitical reconfiguration, these same territories may once again acquire strategic importance.

This pattern reinforces the idea that mineral exploitation in peripheral regions often responds less to local dynamics and more to structural transformations within the international political economy. As argued by Svampa, the insertion of Latin American territories into global natural resource chains frequently occurs under the logic of neo-extractivism, characterized by the intensification of mineral commodity extraction to meet external demand (Svampa, 2019).

The framework presented here synthesizes these historical relationships and offers an interpretative tool for understanding how global technological cycles, energy transitions and geopolitical disputes shaped patterns of strategic interest over different territories have, including Currais Novos.

## **MINERAL NEO-EXTRACTIVISM AND DILEMMAS OF THE GLOBAL SOUTH**

The growing centrality of critical minerals in contemporary technological supply chains has produced profound effects on territories rich in natural resources, particularly in countries of the Global South. The rapid expansion of demand for strategic minerals, driven by the energy transition, the digitalization of the economy and the increasing importance of dual-use technologies, has intensified processes of mineral extraction in peripheral regions of the international system. In this context, a new wave of extractive expansion can be observed which, although frequently associated with the narrative of the energy transition and decarbonization, reproduces historical patterns of primary specialization and economic dependence.

Recent reports from the International Energy Agency indicate that the global energy transition will require unprecedented volumes of critical minerals in the coming decades. Technologies such as lithium-ion batteries, wind turbines, solar panels and energy storage systems demand significantly larger quantities of strategic minerals than conventional energy technologies. According to the Global Critical Minerals Outlook 2025, production of several minerals used in clean energy technologies is expected to grow exponentially by the middle of the twenty-first century, increasing pressure on territories that host strategic mineral reserves (IEA, 2025).

Data compiled by the United States Geological Survey reinforce this trend by demonstrating that global production of critical minerals remains highly concentrated in a limited number of countries, while industrial processing and mineral refining are even more concentrated in a few technological hubs. This structural configuration generates highly asymmetric production chains in which resource-producing countries frequently occupy peripheral positions, while the segments with the highest value added remain concentrated in industrialized economies (USGS, 2026).

The growing strategic importance of these resources has led several industrial economies to develop policies focused on mineral security. The European Commission, for instance, has increasingly treated critical raw materials as a central component of its industrial and energy policy. The European Critical Raw Materials strategy emphasizes diversifying supply sources, strengthening recycling chains and expanding international

partnerships aimed at securing access to strategic minerals (European Commission, 2024). However, this growing international search for mineral resources has also intensified pressure on territories in the Global South, where a significant share of still-unexploited mineral reserves is located.

Within this context, the theoretical contributions of Maristella Svampa become particularly relevant for understanding the social, territorial and environmental impacts of this new phase of mineral expansion. Svampa argues that Latin America has experienced, since the beginning of the twenty-first century, a cycle of neo-extractivism characterized by the intensification of natural resource exploitation oriented toward the export of mineral, energy and agricultural commodities. Unlike the classical forms of extractivism associated with colonial economies or twentieth-century primary export models, contemporary neo-extractivism is strongly articulated with global value chains and with industrial demand originating in highly technological economies (Svampa, 2019).

This new extractive cycle presents ambivalent characteristics. In many cases, the exploitation of natural resources has been promoted by national governments as a strategy to generate foreign currency, finance social policies and strengthen international economic insertion in global commodity markets. At the same time, however, this model has been accompanied by an intensification of socio-environmental conflicts, particularly in territories inhabited by Indigenous peoples, traditional communities and small rural producers.

The expansion of large-scale mining frequently implies profound territorial transformations, including population displacement, alteration of hydrological systems, environmental contamination and the reconfiguration of local economies. These processes can generate long-term impacts on sensitive ecosystems and on traditional forms of territorial use, intensifying political and social disputes over the control and management of natural resources.

Critical literature on neo-extractivism also highlights that the growing global demand for strategic minerals may reproduce historical patterns of economic dependence in the Global South. Although producing countries hold valuable mineral reserves, the stages with higher value added, such as industrial processing, technological development and manufacturing of final

products, frequently remain concentrated in industrialized economies. As a result, many resource-producing countries continue to occupy peripheral positions within global mineral value chains.

This phenomenon can be observed across different regions of the Global South, where territories rich in natural resources coexist with low levels of industrialization and limited technological capacity. In such contexts, mineral extraction often generates highly connected economic enclaves linked to international markets but only weakly integrated into local economies. The result is frequently a dual economic structure in which highly capitalized extractive sectors coexist with regional economies characterized by low levels of productive diversification.

Another central element of this process concerns the growing participation of large transnational corporations in global mineral value chains. Multinational companies play a decisive role in defining technological standards, organizing supply chain logistics and mobilizing investment for large-scale mining projects. Although these investments may contribute to economic expansion in certain regions, they may also limit the capacity of national governments and local communities to influence strategic decisions regarding the use of their territories.

Furthermore, mining expansion directed toward the production of critical minerals often takes place in environmentally sensitive regions, including mountainous areas, tropical forest ecosystems and territories associated with the cryosphere. Mineral exploitation in such contexts can generate particularly severe environmental impacts, including the degradation of fragile ecosystems, contamination of water resources and the intensification of processes of territorial degradation.

In this sense, contemporary neo-extractivism presents a fundamental contradiction. Although critical minerals are frequently framed as indispensable inputs for the global energy transition, their extraction may generate significant socio-environmental impacts in the territories where mining takes place. The global energy transition, while seeking to reduce carbon emissions, may therefore reproduce new forms of pressure on peripheral territories rich in mineral resources.

These tensions reveal that the governance of critical minerals cannot be understood solely as a technological or industrial issue. It is also a deeply political problem involving territorial disputes, social conflicts and challenges related to the global distribution of the costs and benefits of the energy transition.

Given this scenario, it becomes essential to examine which institutional arrangements could allow mining territories to expand their capacity to generate economic and technological value from their natural resources. The next section addresses this question from the perspective of relational International Relations theory, discussing how networks of scientific cooperation, paradiplomacy and science diplomacy can contribute to transforming mining territories into hubs of technological innovation and knowledge production.

## **RELATIONAL COOPERATION, SCIENCE PARADIPLMACY AND THE CHALLENGE OF STRATEGIC VOIDS**

If the previous sections demonstrated that the growing global demand for critical minerals has been structured by systemic pressures associated with global value chains, often reproducing neo-extractivist patterns in the Global South, it becomes necessary to examine which institutional arrangements may allow mining territories to expand their capacity for value creation, innovation and strategic autonomy. In this sense, this section analyzes how emerging forms of decentralized scientific cooperation, structured through institutional networks connecting universities, research centers and subnational governments, may contribute to redefining the international insertion of mining territories within global knowledge and technology networks.

This analysis is grounded in the relational theory of International Relations developed by Qin Yaqing. Unlike traditional approaches that privilege the state as an isolated decision-making unit, relational theory emphasizes that international politics emerges from the quality of relationships established among diverse actors, including states, scientific institutions, international organizations and subnational actors. Within this analytical framework, international cooperation is understood as a dynamic process of shared capacity building in which institutional networks expand the possibilities for collective action and technological innovation (Qin, 2018).

This perspective is particularly relevant for countries of the Global South that face structural limitations in their industrial and technological systems. In contexts where national productive structures lack the scale necessary to fully absorb certain mineral resources, scientific and technological cooperation may function as a mechanism for expanding local innovation capacities. By connecting resource-producing territories to international networks of research and development, such initiatives allow these regions to participate in more advanced stages of global value chains.

At this point, the literature on science diplomacy offers important analytical tools for understanding the role of these cooperation networks. According to Pierre-Bruno Ruffini, science diplomacy can be understood as the set of institutional practices that mobilize international scientific cooperation to strengthen relations among countries, promote technological innovation and expand strategic capacities in areas that are sensitive for national development (Ruffini, 2017). Unlike traditional forms of international cooperation, often mediated through centralized diplomatic agreements, science diplomacy frequently operates through transnational networks of researchers, universities and research institutions that establish direct channels for knowledge exchange.

When such networks begin to directly involve subnational governments such as municipalities, states or provinces, the phenomenon known as paradiplomacy emerges. Paradiplomacy refers to the active participation of subnational administrative units in international cooperation initiatives aimed at promoting regional development, technological innovation and scientific collaboration. In many cases, these initiatives allow specific territories to establish direct connections with international innovation networks, creating new channels of cooperation that complement national science and technology policies.

Within the governance of strategic mineral resources, science paradiplomacy can play a crucial role by connecting mining territories to international networks of geological research and technological innovation. Rather than remaining merely sites of raw material extraction, such regions may become hubs for scientific knowledge production, technological development and the training of specialized human capital. This institutional transformation is

particularly relevant in countries where mineral exploitation occurs in peripheral regions distant from major industrial and scientific centers.

The growing centrality of critical minerals in contemporary industrial strategies reinforces the importance of these institutional arrangements. Reports from the International Energy Agency indicate that the expansion of electric mobility, renewable energy systems and digital infrastructures will significantly increase global demand for strategic minerals in the coming decades. At the same time, the production and processing of these minerals remain highly concentrated in a limited number of countries, leading several governments to adopt policies aimed at diversifying supply chains and strengthening domestic technological capacities (IEA, 2025).

Similarly, the European Commission has treated critical raw materials as a central component of its industrial and energy policy. The European Critical Raw Materials strategy emphasizes the need to combine mineral extraction, recycling, technological innovation and international cooperation in order to reduce supply chain vulnerabilities and strengthen the bloc's strategic autonomy (European Commission, 2024). Data compiled by the United States Geological Survey also indicate that global production of several strategic minerals remains highly concentrated in a small number of countries, while industrial processing is even more concentrated in specific technological hubs (USGS, 2026).

This structural configuration reinforces the asymmetry between countries that possess natural resources and those that control the most advanced segments of mineral value chains. In this scenario, the capacity to transform natural resources into technological assets increasingly depends on the existence of scientific, institutional and industrial infrastructures capable of integrating mining, research and innovation.

At this point, the concept of strategic voids, developed by Urrejola Silveira (2024), offers an important analytical contribution. The concept refers to territories that, despite possessing geographic relevance or strategic natural resources, remain marginalized within the institutional structures responsible for scientific knowledge production and technological innovation. In such contexts, the absence of scientific and technological infrastructure limits the capacity of these territories to actively participate in global value chains, reinforcing historical patterns of economic dependence.

International scientific cooperation structured through paradiplomatic networks may constitute an effective mechanism for confronting this condition. By connecting territories considered peripheral to international circuits of knowledge production, such initiatives help reduce technological asymmetries and expand regional innovation capacities.

A concrete example of this dynamic can be observed in the cooperation recently established between the Government of the State of Rio Grande do Norte, the Federal Institute of Rio Grande do Norte (IFRN) and Chinese scientific institutions linked to the Chinese Academy of Geological Sciences (CAGS). During an official mission to China, an agreement was signed to create a Gem and Mineral Certification Laboratory in the municipality of Currais Novos, integrated into the Mineral Technology Center of IFRN. The initiative includes scientific and technological cooperation focused on mineral certification, gemological analysis, researcher exchange and the development of technical capacities associated with the regional mineral value chain (Government of Rio Grande do Norte, 2023; China-PLP Forum, 2023).

Mineral certification represents a crucial step for the competitive insertion of mineral products into international markets, as it establishes technical standards for quality, authenticity and traceability that significantly increase the economic value of certified products. By developing scientific infrastructure dedicated to this stage of mineral value chains, the initiative expands the possibilities for value addition to the natural resources extracted in the region.

From the perspective of the political economy of natural resources, projects of this nature illustrate how scientific cooperation arrangements may contribute to overcoming traditional patterns of extractive insertion of peripheral territories. By creating local capacities for mineral certification, applied research and the training of specialized human resources, such initiatives enable mining regions to participate in additional stages of global mineral value chains.

Moreover, international scientific cooperation can generate important positive externalities, including the transfer of technological knowledge, the training of human capital and the development of new industrial applications for local mineral resources. From the perspective of relational theory, such initiatives may be interpreted as processes of cooperative relationship building

based on mutual benefits, often described in the literature on international cooperation as win–win relations.

Thus, by articulating mining, technological innovation, paradiplomacy and science diplomacy, it becomes possible to construct institutional strategies capable of transforming natural resources into instruments of technological development and the strengthening of scientific sovereignty. This approach does not eliminate the systemic pressures associated with global mineral value chains, but it offers pathways for expanding the agency of territories and countries of the Global South within these structures.

In this sense, the integration of strategic minerals, national security, scientific cooperation and international institutional networks emerges as a central element for rethinking the governance of natural resources in the twenty-first century, opening space for development models based on technological innovation, international cooperation and the reduction of the structural asymmetries that have historically characterized the political economy of mineral resources.

## **FINAL CONSIDERATIONS**

This chapter analyzed the growing centrality of critical minerals in the contemporary international political economy and its implications for state sovereignty, the governance of natural resources and the development strategies of countries in the Global South. Drawing on the analytical framework proposed by Prantl and Goh (2022), the central argument developed throughout the chapter is that the expansion of global value chains associated with the energy transition and digital technologies has produced an increasing predominance of the logic of *raison de système* over the traditional logic of *raison d'État* in the governance of strategic mineral resources.

In the first part of the analysis, it was demonstrated that the rapid expansion of global demand for critical minerals has been driven by structural transformations in the world economy, particularly the electrification of transportation, the digitalization of productive infrastructures and the growing importance of clean energy technologies. Recent reports from international organizations such as the International Energy Agency (IEA), the European Commission and the United States Geological Survey (USGS) indicate that

demand for strategic minerals is expected to grow exponentially in the coming decades, increasing international competition for access to mineral reserves and intensifying pressures on territories where these resources are concentrated.

However, as discussed in the second section, the geopolitical revaluation of these resources has not necessarily expanded the strategic autonomy of the states that possess them. On the contrary, the contemporary structure of global mineral value chains has often reduced the strategic planning capacity of many national governments. The strong concentration of industrial processing, technological development and final product manufacturing in a limited number of technological hubs creates a structural asymmetry between countries that control advanced segments of production chains and those that hold strategic mineral reserves. In this context, decisions regarding mineral exploitation are frequently conditioned by external demands associated with transnational industrial supply chains.

The third section deepened this analysis by examining the territorial, social and environmental consequences of the contemporary expansion of mining through the theoretical contributions of Maristella Svampa on neo-extractivism. It was argued that the growing global demand for critical minerals may reproduce historical patterns of primary specialization and economic dependence across various regions of the Global South. Although mineral extraction can generate significant investments and fiscal revenues, it also tends to produce substantial socio-environmental impacts and to reinforce the peripheral position of many countries within global value chains.

Given these structural limitations, the fourth section explored possible institutional pathways capable of expanding the agency of mining territories. From the perspective of relational International Relations theory developed by Qin Yaqing, the chapter argued that networks of scientific cooperation, paradiplomacy and science diplomacy may play an important role in the construction of new technological and institutional capacities. By connecting universities, research centers and subnational governments to international innovation networks, such initiatives can contribute to transforming mining territories into hubs of knowledge production and technological development.

In this sense, the chapter suggests that the articulation between mining, technological innovation, science diplomacy and South–South cooperation may represent a strategic alternative to the traditional model of extractive insertion that characterizes many peripheral economies. Scientific cooperation initiatives aimed at developing local capacities in mineral research, technological certification and the training of specialized human capital demonstrate that territories historically associated with primary resource extraction can gradually expand their participation in global value chains.

An additional analytical contribution introduced in the chapter is the concept of strategic voids, developed by Urrejola Silveira (2024). The concept helps explain how certain territories, despite possessing high geoeconomic or geopolitical relevance, remain marginalized within institutional networks responsible for the production of scientific knowledge and technological innovation. In such contexts, the absence of scientific and technological infrastructure limits the capacity to transform natural resources into strategic assets for national development.

Overcoming these strategic voids requires not only national policies for scientific and technological development, but also the construction of international cooperation networks capable of integrating peripheral territories into global circuits of knowledge production. In this context, science diplomacy and paradiplomacy emerge as important instruments for expanding the international insertion capacity of mineral-producing regions.

One of the main analytical contributions of this chapter, therefore, is to demonstrate that the contemporary governance of critical minerals cannot be understood solely as a matter of supply security or geopolitical competition among major powers. It is also deeply linked to the organization of global chains of knowledge, technology and innovation.

By articulating debates on the political economy of strategic minerals, neo-extractivism, relational theory and science diplomacy, the chapter offers an interpretative framework capable of capturing the multiple dimensions that structure the contemporary governance of mineral resources. This approach suggests that the capacity to transform natural resources into instruments of technological development and sovereign capacity increasingly depends on the construction of scientific infrastructures, institutional networks and international

cooperative arrangements capable of reducing the historical asymmetries between central and peripheral countries.

Finally, the chapter argues that the future governance of critical minerals will depend not only on the physical availability of these resources but also on the ability of the countries that possess them to develop institutional strategies capable of integrating mining, technological innovation, national security and international scientific cooperation. In this scenario, the transformation of mining territories into hubs of knowledge production may represent one of the most promising pathways through which countries of the Global South can expand their agency within an international system increasingly structured by interdependent technological chains.

## REFERENCES

EUROPEAN COMMISSION. Critical raw materials. Brussels: European Commission, 2024. Disponível em:  
[https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en)

FÓRUM PARA A COOPERAÇÃO ECONÔMICA E COMERCIAL ENTRE A CHINA E OS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA (FÓRUM MACAU). Governadora do Rio Grande do Norte firma acordo para laboratório de certificação de gemas na China. Macau, 2023. Disponível em:  
[https://www.forumchinapl.org.mo/pt/economic\\_trade/view/1626](https://www.forumchinapl.org.mo/pt/economic_trade/view/1626)

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Na China, governadora firma acordo para laboratório de certificação de gemas. Natal: Governo do RN, 2023. Disponível em:  
<https://www.rn.gov.br/materia/na-china-governadora-firma-acordo-para-laboratorio-de-certificacao-de-gemas/>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Global critical minerals outlook 2025. Paris: IEA, 2025. Disponível em:  
<https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025>

MINA BREJUÍ. Mina Brejuí. Currais Novos, [s.d.]. Disponível em:  
<https://minabrejui.com.br/>

PRANTL, J; GOH, E. Raison de système as a conceptual foundation for global international relations. *International Affairs*, Oxford, v. 98, n. 5, p. 1715–1733, 2022.

QIN, Y. *A relational theory of world politics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

RUFFINI, P.B. *Science and diplomacy: a new dimension of international relations*. Cham: Springer, 2017.

SVAMPA, M. Las fronteras del neoextractivismo en América Latina: conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias. Guadalajara: CALAS, 2019.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Mineral commodity summaries 2026. Reston: USGS, 2026. Disponível em:  
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026.pdf>

URREJOLA SILVEIRA, L. C. F. Conectografia da China e infraestrutura nos vazios estratégicos: os casos da Antártica e Patagônia. 2024. Tese (Doutorado em Relações Internacionais) – Instituto de Relações Internacionais, Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

# VARIAÇÃO NOS PREÇOS DE COMBUSTÍVEIS EM MUNICÍPIOS CATARINENSES: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2024

**Leandro Hupalo<sup>1</sup>**

Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe - UNIARP  
leandrohupalo.lh@gmail.com

**Janaína de Fátima Wroblewski<sup>2</sup>**

Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe - UNIARP  
jana.wroblewski@outlook.com

**Ana Laura Crestani<sup>3</sup>**

Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe - UNIARP  
crestani7323@gmail.com

**RESUMO:** Este estudo investiga as variações nos preços dos combustíveis líquidos e do gás de cozinha nos municípios de Caçador e Fraiburgo, em Santa Catarina, durante o segundo semestre de 2024. A pesquisa adota uma abordagem quantitativa e exploratória, com coletas mensais realizadas em pontos comerciais selecionados. Os dados foram organizados e analisados em planilhas eletrônicas, considerando percentuais de variação mensal e acumulada para gasolina comum e aditivada, etanol hidratado, diesel, diesel S10 e gás de cozinha. Os resultados revelam que, em Caçador, o gás de cozinha apresentou a maior elevação acumulada (16,57%), enquanto os combustíveis líquidos mantiveram-se relativamente estáveis. Já em Fraiburgo, observaram-se oscilações mais voláteis, com variações positivas e negativas entre os meses, embora o gás de cozinha também tenha registrado aumento acumulado relevante (4,25%). O estudo destaca a importância de políticas públicas regionais que considerem as especificidades locais e a necessidade de monitoramento contínuo para assegurar preços justos e acessíveis à população. A análise é ampliada com a discussão da política nacional de preços dos combustíveis e seus impactos sobre os mercados locais, contribuindo para uma compreensão mais abrangente do cenário energético e socioeconômico brasileiro.

**Palavras-chave:** Preços dos combustíveis; Gás de cozinha; Política energética.

---

<sup>1</sup> Mestre em Educação (UFFS) e Doutorando em Desenvolvimento e Sociedade (UNIARP).

<sup>2</sup> Bacharelada em Administração (UNIARP).

<sup>3</sup> Bacharelada em Administração (UNIARP).

## VARIATION IN FUEL PRICES IN CITIES OF SANTA CATARINA: A COMPARATIVE ANALYSIS IN THE SECOND HALF OF 2024

**ABSTRACT:** This study investigates the variations in liquid fuel and cooking gas prices in the municipalities of Caçador and Fraiburgo, in the state of Santa Catarina, during the second half of 2024. The research adopts a quantitative and exploratory approach, with monthly data collection conducted at selected commercial points. The data were organized and analyzed using spreadsheets, considering the monthly and accumulated variation percentages for regular and additive gasoline, hydrous ethanol, diesel, S10 diesel, and cooking gas. The results show that, in Caçador, cooking gas had the highest accumulated increase (16.57%), while liquid fuels remained relatively stable. In Fraiburgo, more volatile fluctuations were observed, with both positive and negative monthly changes, although cooking gas also recorded a relevant cumulative increase (4.25%). The study highlights the importance of regional public policies that consider local specificities and the need for continuous monitoring to ensure fair and accessible prices for the population. The analysis is expanded with a discussion on Brazil's national fuel pricing policy and its impacts on local markets, contributing to a broader understanding of the country's energy and socioeconomic context.

**Keywords:** Fuel prices; Cooking gas; Energy policy.

## INTRODUÇÃO

A análise aprofundada sobre a variação nos preços dos combustíveis em diferentes contextos geográficos é crucial para a fiscalização e para a conscientização dos consumidores no Brasil. O acesso a informações detalhadas é facilitado por plataformas digitais, como sites e aplicativos móveis, que se tornaram essenciais para o acompanhamento dos preços em tempo real. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), desde 2001, realiza levantamentos sistemáticos dos preços praticados em postos de combustíveis em todo o país, disponibilizando esses dados ao público em formato acessível, o que contribui para a transparência no setor (Alves *et al.*, 2022). Contudo, as variações de preços podem apresentar discrepâncias significativas entre regiões, influenciadas por fatores como a densidade de concorrentes, a qualidade do combustível e a distribuição dos postos.

Em um estudo focado em municípios específicos, como Caçador e Fraiburgo em Santa Catarina, é preciso considerar não apenas o monitoramento dos preços, mas também as correlações entre essas variações e as políticas econômicas implementadas em nível nacional. A pesquisa proposta almeja preencher uma lacuna significativa na literatura, abordando as particularidades locais que, até então, têm sido pouco exploradas, conforme Alves *et al.* (2022), que evidenciam a dependência espacial dos preços.

Estudos recentes destacam a importância de uma abordagem multidimensional para entender as flutuações no mercado de combustíveis. Franco *et al.* (2023) abordam a questão da poluição e da energia, evidenciando como os preços dos combustíveis fósseis estão interligados à saúde ambiental, influenciando diretamente as decisões dos consumidores. Além disso, a pesquisa de Ferreira e Ferreira (2023) revela indícios de comportamentos anticompetitivos, sugerindo que a concorrência pode não ser suficiente para assegurar preços justos aos consumidores. Assim, a análise das variações nos preços dos combustíveis se torna não apenas uma questão econômica, mas também social e ambiental, exigindo uma resposta integrada das políticas públicas.

Nesse sentido, a relevância deste estudo ultrapassa a simples análise de preços, abordando questões de competitividade, sustentabilidade e a necessidade de políticas públicas que promovam uma regulação eficiente no setor de combustíveis. Ao entender as dinâmicas regionais e os fatores que influenciam os

preços, espera-se contribuir não apenas para o desenvolvimento econômico local, mas também para a formação de uma base informativa sólida para os consumidores, permitindo uma fiscalização mais eficaz e consciente, fundamental em tempos de volatilidade econômica.

## **METODOLOGIA**

A presente pesquisa adota uma abordagem quantitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios, voltada à análise de fenômenos sociais e econômicos associados à variação de preços de combustíveis em contextos regionais. Do ponto de vista dos procedimentos metodológicos, trata-se de um estudo de levantamento, considerado apropriado para investigações de cunho exploratório e descritivo, permitindo tanto a delimitação de padrões quanto a identificação de tendências com base em dados empíricos (Fonseca, 2002; GIL, 2019).

No decorrer do segundo semestre de 2024, foram realizados levantamentos mensais dos preços à vista dos principais combustíveis comercializados nos municípios de Caçador/SC e Fraiburgo/SC, incluindo gasolina comum, gasolina aditivada, diesel, diesel S10 e etanol hidratado. Além desses, também foi monitorado o valor do gás de cozinha, com registro dos preços em reais por litro (R\$/L) para os combustíveis líquidos e por botijão de 13 kg para o GLP. A escolha dos produtos pesquisados considerou sua relevância no consumo energético das famílias brasileiras e sua influência direta no custo de vida.

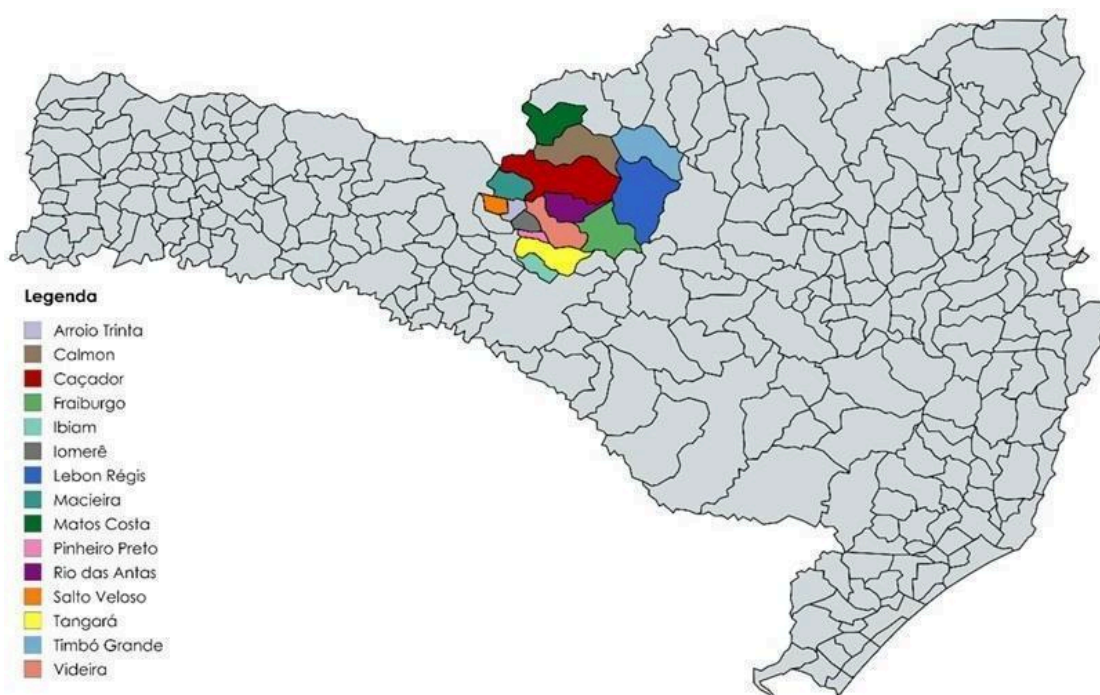
A etapa de coleta de dados foi precedida por um planejamento de campo detalhado, que incluiu a identificação georreferenciada dos pontos de venda, conforme os registros da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Essa etapa possibilitou a definição de roteiros específicos de coleta, os quais foram distribuídos entre os pesquisadores envolvidos no projeto. O delineamento amostral considerou aspectos de abrangência geográfica e diversidade comercial, assegurando representatividade dos dados levantados (ANP, 2022).

As coletas foram realizadas por acadêmicos bolsistas, devidamente instruídos, no último final de semana de cada mês, com a supervisão e orientação do professor orientador. Cabe ressaltar, ainda, que o projeto recebeu fomento do Fundo de Apoio à Pesquisa (FAP) da Universidade do Alto vale do Rio do Peixe

(UNIARP). Os dados foram consolidados em planilhas eletrônicas e analisados estatisticamente, considerando variações mensais e acumuladas. Os resultados obtidos foram organizados e divulgados à comunidade local por meio de boletins mensais, publicados nas redes sociais institucionais e no site da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP) (UNIARP, 2024). Além disso, os principais achados foram compartilhados com a imprensa local, reforçando o compromisso social da universidade com a transparência das informações e o acesso público ao conhecimento científico (Rádio Fraiburgo, 2025; Caçador Online, 2024).

A Figura 1 apresenta a localização geográfica de Caçador e Fraiburgo.

**Figura 1** – Localização geográfica de Caçador e Fraiburgo



Fonte: Os autores (2025).

Conforme a Figura 1, os municípios de Caçador e Fraiburgo estão localizados na Microrregião dos Municípios do Alto Vale do Rio do Peixe (AMARP), na Região Meio Oeste de Santa Catarina. A Microrregião da AMARP é composta por 15 municípios e conta com uma população estimada em 230 mil habitantes, um PIB *per capita* de R\$ 32 mil, 71 mil postos de trabalho na indústria, 20 mil empresas e teve uma projeção de US\$ 450 milhões em exportações em 2021 (Hupalo; Hoffmann; Bonin, 2024).

A escolha dos municípios de Caçador e Fraiburgo fundamenta-se em critérios técnicos e socioeconômicos. Ambos integram a Microrregião da AMARP e se destacam pela representatividade econômica no Meio Oeste catarinense, com forte dependência de combustíveis fósseis para transporte e produção industrial. Além disso, as duas cidades apresentam perfis urbanos distintos, sendo Caçador com predominância de comércio e serviços e Fraiburgo com forte vocação agroindustrial, o que permite uma análise comparativa da influência setorial sobre a formação de preços. A seleção também considerou a disponibilidade e regularidade de dados de preços na ANP, garantindo maior consistência metodológica e comparabilidade entre os períodos analisados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise dos preços dos combustíveis e do gás de cozinha no município de Caçador/SC, entre julho e dezembro de 2024, revela oscilações mensais discretas nos combustíveis líquidos e uma variação mais acentuada no gás de cozinha. Essas variações refletem tanto as dinâmicas do mercado de energia quanto o impacto das políticas econômicas e logísticas que afetam diretamente o consumidor final.

No mês de julho, observou-se um leve aumento nos preços da gasolina comum (1,34%) e da aditivada (0,49%), enquanto o etanol apresentou queda de -0,45%. O diesel e o diesel S10 registraram variações negativas de -0,50% e -0,49%, respectivamente. O gás de cozinha iniciou o semestre com uma leve alta de 0,72%. Em agosto, o grande destaque foi o aumento expressivo de 14,51% no preço do gás de cozinha, principal fator de pressão sobre o custo energético doméstico. Os combustíveis líquidos apresentaram oscilações moderadas, com variação positiva do etanol (1,35%) e do diesel (1,00%), enquanto a gasolina aditivada teve uma pequena queda de -0,16%.

No mês de setembro, os preços permaneceram relativamente estáveis. Gasolina comum e diesel não sofreram alterações. O etanol recuou -1,55%, anulando parcialmente o aumento do mês anterior. Já a gasolina aditivada apresentou uma leve alta de 0,33%, enquanto o gás de cozinha manteve sua tendência de elevação, com novo aumento de 0,72%. Outubro foi marcado pela estabilidade dos preços da gasolina comum, diesel e diesel S10. O etanol voltou a subir (1,35%), enquanto a gasolina aditivada apresentou uma pequena queda de -0,33%. O gás de cozinha teve nova alta, ainda que mais moderada (0,35%).

Em novembro, todos os combustíveis líquidos apresentaram variações positivas. O etanol registrou o maior aumento (3,11%), seguido pelo diesel S10 (1,15%) e diesel comum (0,99%). A gasolina comum teve uma leve alta de 0,17%, e a aditivada manteve-se estável. O gás de cozinha não teve variação neste mês. No mês de dezembro, a gasolina comum e a aditivada apresentaram altas discretas de 0,50% e 0,49%, respectivamente. O diesel teve nova elevação de 0,65%, enquanto etanol e diesel S10 não sofreram variação. O gás de cozinha também permaneceu estável, encerrando o semestre com forte alta acumulada.

A Tabela 1 apresenta o percentual de variação mensal dos combustíveis e do gás de cozinha em Caçador no segundo semestre de 2024.

**Tabela 1** – Percentual de variação mensal dos combustíveis e do gás de cozinha em Caçador no segundo semestre de 2024

Produto	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Acumulado
Gasolina comum	1,34%	0,17%	0,00%	0,00%	0,17%	0,50%	2,19%
Gasolina aditivada	0,49%	-0,16%	0,33%	-0,33%	0,00%	0,49%	0,82%
Etanol hidratado	-0,45%	1,35%	-1,55%	1,35%	3,11%	0,00%	3,80%
Diesel	-0,50%	1,00%	0,00%	0,00%	0,99%	0,65%	2,15%
Diesel S10	-0,49%	-0,66%	0,99%	0,00%	1,15%	0,00%	0,98%
Gás de cozinha	0,72%	14,51%	0,72%	0,35%	0,00%	0,00%	16,57%

Fonte: Os autores (2025).

De acordo com a Tabela 1, a variação acumulada no segundo semestre foi mais significativa no gás de cozinha, que apresentou elevação de 16,57%, tornando-se o item de maior impacto no período. Entre os combustíveis líquidos, o etanol acumulou alta de 3,80%, seguido pela gasolina comum (2,19%), diesel (2,15%), diesel S10 (0,98%) e gasolina aditivada (0,82%). Esses dados evidenciam uma relativa estabilidade nos preços dos combustíveis veiculares, com oscilações pontuais, enquanto o gás de cozinha apresentou alta considerável. Isso reforça a importância de monitoramentos regulares e da divulgação dos dados para subsidiar

políticas públicas e decisões de consumo informadas por parte da população (Cesca, 2023).

A variação mensal dos preços dos combustíveis e do gás de cozinha em Fraiburgo/SC, entre julho e dezembro de 2024, mostrou-se mais volátil do que em Caçador. As oscilações, com alternância entre altas e quedas, refletem fatores como dinâmicas de mercado, custos logísticos regionais e possíveis impactos de políticas macroeconômicas sobre a cadeia de abastecimento.

Em julho, os combustíveis apresentaram variações modestas. A gasolina comum subiu 0,01% e a aditivada, 0,08%, enquanto o etanol recuou -0,71%. O diesel e o diesel S10 caíram -0,21%, e o gás de cozinha teve o maior aumento do mês, com alta de 3,92%. Em agosto, os aumentos foram mais expressivos: a gasolina aditivada subiu 1,99%, a comum 0,84% e o etanol teve alta de 3,19%, compensando a queda anterior. O diesel comum registrou leve aumento de 0,13%, o diesel S10 continuou em queda (-0,36%) e o gás de cozinha subiu 0,32%.

Em setembro, os preços dos combustíveis registraram recuos: gasolina comum (-0,24%), aditivada (-0,47%) e diesel (-0,56%). O diesel S10 seguiu em queda (-0,23%) e o etanol manteve-se estável. O gás de cozinha foi exceção, com aumento de 1,57%. Já em outubro, destacaram-se os reajustes nas gasolinas: comum (2,17%) e aditivada (2,14%), possivelmente refletindo repasses das distribuidoras. O etanol teve leve alta de 1,23%, enquanto os preços do diesel e do diesel S10 permaneceram inalterados. O gás de cozinha subiu 0,23%, indicando estabilidade no comportamento geral dos preços no período.

Em novembro, as variações nos preços foram moderadas. A gasolina aditivada subiu 0,21%, e o diesel comum teve a maior alta do mês, com 1,17%. A gasolina comum caiu -0,26%, o diesel S10 subiu 0,99%, o etanol permaneceu estável e o gás de cozinha aumentou 0,57%. Em dezembro, prevaleceram quedas: gasolina comum (-1,88%), aditivada (-2,46%), etanol (-2,45%), diesel (-0,96%), diesel S10 (-0,74%) e gás de cozinha (-2,33%), encerrando o semestre em baixa.

A Tabela 2 apresenta o percentual de variação mensal dos combustíveis e do gás de cozinha em Fraiburgo no segundo semestre de 2024.

**Tabela 2** – Percentual de variação mensal dos combustíveis e do gás de cozinha em Fraiburgo no segundo semestre de 2024

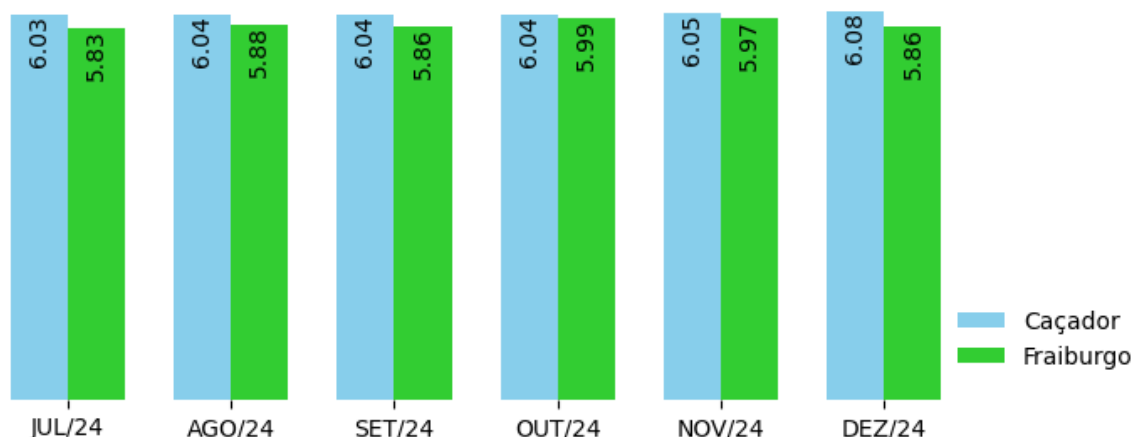
Produto	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Acumulado
Gasolina comum	0,01%	0,84%	-0,24%	2,17%	-0,26%	-1,88%	0,60%
Gasolina aditivada	0,08%	1,99%	-0,47%	2,14%	0,21%	-2,46%	1,43%
Etanol hidratado	-0,71%	3,19%	0,00%	1,23%	0,00%	-2,45%	1,18%
Diesel	-0,21%	0,13%	-0,56%	0,00%	1,17%	-0,96%	-0,44%
Diesel S10	-0,21%	-0,36%	-0,23%	0,00%	0,99%	-0,74%	-0,56%
Gás de cozinha	3,92%	0,32%	1,57%	0,23%	0,57%	-2,33%	4,25%

Fonte: Os autores (2025).

Conforme a Tabela 2, a variação acumulada no segundo semestre mostra que o maior aumento foi no gás de cozinha (4,25%), seguido pela gasolina aditivada (1,43%), etanol hidratado (1,18%) e gasolina comum (0,60%). Por outro lado, diesel (-0,44%) e diesel S10 (-0,56%) registraram quedas acumuladas, indicando maior estabilidade ou menor pressão sobre esses derivados. Esses dados demonstram que, em Fraiburgo, as variações de preços foram mais dispersas entre os produtos, com aumentos pontuais compensados por quedas subsequentes. O gás de cozinha, apesar da retração em dezembro, acumulou a maior alta do semestre, reforçando sua relevância no custo de vida das famílias (SOUZA, 2024).

O Gráfico 1 compara o custo da gasolina comum entre Caçador e Fraiburgo no segundo semestre de 2024.

**Gráfico 1** – Comparação do custo da gasolina comum entre Caçador e Fraiburgo no segundo semestre de 2024



Fonte: Os autores (2025).

O Gráfico 1 mostra que, entre julho e dezembro de 2024, o preço da gasolina comum em Caçador manteve-se mais estável e consistentemente superior ao de Fraiburgo. Enquanto Caçador variou de R\$ 6,03 a R\$ 6,08, Fraiburgo oscilou entre R\$ 5,83 e R\$ 5,99, encerrando o semestre com uma diferença de R\$ 0,22 por litro. Essa discrepância reflete possíveis diferenças logísticas, tributárias e de competitividade local.

A análise comparativa dos preços dos combustíveis e do gás de cozinha em Caçador e Fraiburgo, realizada entre julho e dezembro de 2024, apresenta variações significativas que refletem não apenas a dinâmica do mercado local, mas também a complexidade das interações econômicas regionais. Os resultados indicam que Caçador sofreu um aumento acentuado no gás de cozinha, acumulando uma alta de 16,57%, enquanto Fraiburgo, apesar das flutuações, apresentou uma elevação mais moderada de 4,25%. Este contraste é relevante à luz das dinâmicas de mercado e políticas de subsídio observadas em estudos semelhantes, que indicam que o impacto de flutuações de preços de combustíveis pode afetar desproporcionalmente os setores e comunidades, dependendo de suas características socioeconômicas Salazar (2021).

As oscilações observadas em Fraiburgo foram mais voláteis, com preços de combustíveis apresentando variações tanto positivas quanto negativas, contrastando com a estabilidade relativa dos preços em Caçador. Essa volatilidade é

frequentemente atribuída a fatores estruturais, como custos de transporte e políticas de precificação de combustíveis. A literatura sugere que as distâncias de transporte e custos associados influenciam diretamente o preço final ao consumidor, corroborando achados que relacionam custos operacionais variáveis às flutuações de preço (Salazar, 2021; Joshaghani *et al.*, 2024).

As variações significativas nos preços do gás de cozinha em ambos os municípios também levantam questões sobre a eficácia das políticas públicas focadas em subsidiar ou regular o setor de energia. Estudos indicam que subsídios a combustíveis, embora destinados a melhorar a acessibilidade para o consumidor, podem resultar em distorções econômicas e levantar questões sobre a pressão inflacionária (Joshaghani *et al.*, 2024). Esse efeito é particularmente pertinente, considerando que o gás de cozinha é um insumo essencial para as famílias de baixa renda. As políticas de controle de preços implementadas por alguns governos podem beneficiar brevemente os consumidores, mas, a longo prazo, podem gerar distorções no mercado (Kpodar; Iman, 2020).

A política de preços dos combustíveis no Brasil, historicamente, tem oscilado entre modelos de paridade internacional e estratégias de contenção interna. Segundo Souza e Loureiro (2024), até meados de 2022, a Petrobras adotava a política de Preço de Paridade de Importação (PPI), vinculando o preço dos combustíveis às cotações internacionais do petróleo e à variação cambial. Essa prática, embora tecnicamente alinhada ao mercado global, gerou forte impacto inflacionário interno, especialmente sobre produtos de alto consumo popular como o gás de cozinha. Em 2023, a estatal anunciou a substituição do PPI por uma nova política de precificação baseada em condições locais, como custo alternativo do cliente e valor marginal para a companhia (Sindipostos-ES, 2023).

Contudo, os efeitos práticos dessa mudança ainda são incipientes nos municípios analisados, onde persistem aumentos expressivos, como evidenciado no caso de Caçador. A ausência de regulação efetiva e de políticas compensatórias em nível federal, combinada com fatores logísticos e concorrenciais locais, mantém os consumidores vulneráveis à volatilidade de preços. Tal cenário demanda a construção de estratégias que aliem sustentabilidade econômica e proteção social, sobretudo para populações de menor renda.

Além das questões econômicas, os efeitos sociais e ambientais das flutuações de preços de combustíveis não podem ser ignorados. Um estudo recente

ressaltou que aumentos nos preços podem levar a mudanças no comportamento dos consumidores, reduzindo o uso de veículos particulares e alterando os padrões de deslocamento (Yosritzal; Anisa; Putri, 2024). Isso é especialmente relevante em um contexto de crise climática, onde a redução do uso de combustíveis fósseis é um objetivo global. Nesse sentido, a análise dos resultados em Caçador e Fraiburgo sugere que, para além dos impactos econômicos diretos, há uma necessidade premente de explorar políticas que incentivem a conservação e o uso responsável de energia.

Importante destacar que a elasticidade-preço da demanda por combustíveis, conforme evidenciado em outras pesquisas, mostra-se uma variável influente nas reações do mercado às mudanças de preço (Spasojevic, 2024). O consumo inelástico de combustíveis em regiões urbanas pode dificultar a recuperação econômica em cenários de alta de preços, levando a um ciclo vicioso de endividamento e prejuízos econômicos (Duppati *et al.*, 2023). Assim, as flutuações observadas nas cidades em questão não são apenas consequências de políticas de preços, mas também reflexos das expectativas dos consumidores e dos mercados em evolução.

Por fim, os dados obtidos no estudo em destaque mostram a relevância de estratégias de monitoramento e análise contínua para informar decisões de políticas públicas. A divulgação sistemática dos dados de preços de combustíveis e gás de cozinha é vital para garantir que os consumidores façam escolhas informadas (Joshaghani *et al.*, 2024). Estudos adicionais, como os que utilizam modelos econométricos para prever variações de preços de combustíveis, podem oferecer insights valiosos que auxiliem na formulação de políticas mais eficazes que considerem as especificidades regionais e as necessidades da população (Ntare, 2023).

A análise dos resultados obtidos pode ser compreendida dentro de uma perspectiva mais ampla de governança climática e transição energética. No contexto brasileiro, os combustíveis fósseis ainda compõem parcela significativa da matriz energética, o que reforça a importância de políticas públicas alinhadas aos compromissos assumidos no âmbito da Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) (BRASIL, 2025) e do Plano Nacional de Energia 2050 (PNE 2050) (Brasil, 2020). Essas diretrizes preveem a redução gradual da dependência de derivados de petróleo e a ampliação das fontes renováveis, especialmente biocombustíveis e

energia elétrica de baixo carbono. As variações de preços observadas em Caçador e Fraiburgo refletem, portanto, não apenas dinâmicas de mercado, mas também os desafios de internalizar políticas de mitigação de emissões em escalas locais.

Em perspectiva comparativa, a China apresenta um modelo distinto de precificação e controle estatal de combustíveis, com forte regulação dos preços domésticos e estímulo a tecnologias limpas, como veículos elétricos e biocombustíveis de segunda geração. Essa política contribui para reduzir a vulnerabilidade do consumidor à volatilidade internacional e evidencia o papel estratégico da governança pública na transição energética. Assim, os resultados desta pesquisa reforçam a necessidade de articular instrumentos de regulação de preços com metas ambientais e climáticas, de modo a promover uma transição energética justa e sustentável.

## **CONCLUSÃO**

A análise das variações nos preços dos combustíveis e do gás de cozinha em Caçador e Fraiburgo/SC, no segundo semestre de 2024, evidencia dinâmicas regionais que refletem tanto as políticas nacionais de precificação quanto fatores locais de logística e concorrência. O aumento expressivo do gás de cozinha e a relativa estabilidade dos combustíveis líquidos demonstram que o impacto da política energética se manifesta de forma desigual no território. Tais achados reforçam a importância de políticas públicas que conciliem eficiência econômica, equidade social e sustentabilidade ambiental, alinhadas às metas de redução de emissões do Brasil e à necessidade de planejamento de uma transição energética gradual.

Os resultados evidenciam que produtos como óleo de soja, carne bovina e banana apresentaram aumentos expressivos, refletindo pressões inflacionárias sobre itens essenciais ao consumo das famílias. Esse cenário reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à regulação de preços e ao fortalecimento da produção local, com destaque para o papel da agricultura familiar na garantia do abastecimento. Em contrapartida, alimentos como batata, arroz e tomate registraram quedas relevantes, apontando que medidas de estímulo à produção e à distribuição desses itens podem contribuir para equilibrar o mercado e mitigar os impactos da inflação alimentar sobre a população.

Diante desse cenário, a pesquisa evidencia a relevância de estudos regionais como base para o planejamento de políticas públicas voltadas à segurança alimentar. A implementação de medidas estruturais, como a redução de tributos sobre alimentos, o fortalecimento das redes locais de abastecimento e a ampliação de programas sociais, pode reduzir desigualdades e mitigar os impactos econômicos sobre as famílias. Garantir o direito à alimentação adequada configura-se, portanto, não apenas como um compromisso ético, mas também como uma estratégia indispensável para promover o desenvolvimento humano e social sustentável em contextos de vulnerabilidade econômica.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Fundo de Apoio à Pesquisa (FAP) da Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), ao Grupo de Pesquisa Ética, Cidadania e Sustentabilidade (GPECS) da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP), à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) “Edital 19/2024”.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, A. C. .M. et al. Dependência espacial no comportamento de preços na revenda de etanol e de gasolina na cidade de Sorocaba-SP. **Revista Estudo & Debate**, v. 29, n. 4, 2022. DOI: 10.22410/issn.1983-036X.v29i4a2022.3167. Disponível em: <https://doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v29i4a2022.3167>. Acesso em: 31 mai. 2025.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Pesquisa de preços de combustíveis em postos de revenda**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/precos-revenda-e-de-distribuicao-combustiveis/arquivos-metodologia/metodologia-coleta.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2025.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília: MME/EPE, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-energia/plano-nacional-de-energia-2050/relatorio-final/relatorio-final/relatorio-final-do-pne-2050.pdf/view>. Acesso em: 15 out. 2025.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Nova NDC do Brasil representa paradigma para o desenvolvimento do país”, diz Marina na COP29**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/nova-ndc-do-brasil-representa-paradi>

gma-para-o-desenvolvimento-do-pais-diz-marina-na-cop29. Acesso em: 15 out. 2025.

CAÇADOR ONLINE. Preços aumentam em Caçador em novembro. **Caçador Online**. 2024. Disponível em: [https://www.cacador.net/noticias/economia/2024/12/05/combustiveis-precos-aumenta-m-em-cacador-em-novembro-62257#google\\_vignette](https://www.cacador.net/noticias/economia/2024/12/05/combustiveis-precos-aumenta-m-em-cacador-em-novembro-62257#google_vignette). Acesso em: 16 jul. 2025.

CESCA, I. G. Histórico da tributação dos combustíveis leves no Brasil: History of taxation of automobile fuels in Brazil. **Brazilian Journal of Business**, v. 5, n. 3, p. 1751-1762, 2023. DOI: 10.34140/bjbv5n3-020. Disponível em: <https://doi.org/10.34140/bjbv5n3-020>. Acesso em: 31 mai. 2025.

DUPPATI, G. et al. Time-varying effects of fuel prices on stock market returns during COVID-19 outbreak. **Resources Policy**, v. 81, p. 103317, 2023. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103317. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420723000259>. Acesso em: 15 jul. 2025.

FERREIRA, C. R. A; FERREIRA, M. de O. Há indícios de comportamento anticompetitivo no comércio varejista de combustíveis em Pernambuco?. In: **Anais do 15º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural do Nordeste (SOBER - NE)**. Anais...Serra Talhada(PE) UAST/UFRPE, 2023. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/15-sober-nordeste-375197/723812-HA-INDICIOS-D E-COMPORTAMENTO-ANTICOMPETITIVO-NO-COMERCIO-VAREJISTA-DE-COMBUSTIVEIS-EM-PERNAMBUCO>. Acesso em: 15 jul. 2025

FONSECA, J. J. S. da. Metodologia da pesquisa científica. 2002. **Curso de Especialização em Comunidades Virtuais de Aprendizagem-Informática Educativa**. Universidade Estadual do Ceara, 2002. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.

FRANCO, M. B. et al. Análise termodinâmica de um motor de combustão interna operando com gasolina, gás natural e gás de síntese. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 11, p. 21590-21606, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n11-163. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/2258>. Acesso em: 15 jul. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HUPALO, L.; HOFFMANN, A.; BONIN, J. C. Desafios educacionais na Microrregião da AMARP, Santa Catarina: análise e perspectivas para o avanço educacional do Ensino Médio na Rede Estadual de Ensino. **Diálogo**, n. 56, 2024. DOI: 10.18316/dilogo.v1i56.12027. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Dialogo/article/view/12027>. Acesso em: 11 jul. 2025.

JOSHAGHANI, H. et al. The effects of fuel subsidies on regional income distribution through smuggling. **Journal of Regional Science**, v. 64, n. 5, p. 1596-1621, 2024. DOI: 10.1111/jors.12720. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jors.12720?casa\\_token=5zPnylt4hfoAAA%3AfOelePUO2IVW4PrI6atb3fIRT8LBsm2AJBVYpSn8fzKFcOixfxmVv1rQuKvXN\\_Qd1JkZvfp8QjcYHBF5yg](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jors.12720?casa_token=5zPnylt4hfoAAA%3AfOelePUO2IVW4PrI6atb3fIRT8LBsm2AJBVYpSn8fzKFcOixfxmVv1rQuKvXN_Qd1JkZvfp8QjcYHBF5yg). Acesso em: 11 jul. 2025.

KPODAR, K.; IMAM, P. A. To pass (or not to pass) through international fuel price changes to domestic fuel prices in developing countries: What are the drivers?. **Energy Policy**, v. 149, p. 111999, 2021. DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421520307102>. Acesso em: 15 jul. 2025.

NTARE, P. C. Prediction of Petrol and Diesel Prices in Dar Es Salaam using ARIMA models. **African Journal of Applied Research**, v. 9, n. 2, p. 82-89, 2023. DOI: 10.26437/ajar.v9i2.562. Disponível em: <https://www.ajaronline.com/index.php/AJAR/article/view/562>. Acesso em: 15 jul. 2025.

RÁDIO FRAIBURGO. Combustíveis e gás de cozinha aumentam em Caçador e Fraiburgo em janeiro. **Rádio Fraiburgo**. 2025. Disponível em: <https://radiofraiburgo.fm.br/combustiveis-gas-aumentam-cacador-e-fraiburgo/>. Acesso em: 16 jul. 2025)

SALAZAR, R. A. V. The role of fuel prices in spatial price transmission between horticultural markets: empirical analysis from a developing country. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 53, n. 2, p. 193-203, 2021. DOI: 10.48162/rev.39.052. Disponível em: <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/3674>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SINDIPOSTOS-ES. Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo do Estado do Espírito Santo. Petrobras anuncia nova política para preços dos combustíveis em substituição ao PPI. **Sindipostos-ES**. 2023. Disponível em: [https://www.sindipostos-es.com.br/petrobras-anuncia-nova-politica-para-precos-dos-combustiveis-em-substituicao-ao-ppi/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.sindipostos-es.com.br/petrobras-anuncia-nova-politica-para-precos-dos-combustiveis-em-substituicao-ao-ppi/?utm_source=chatgpt.com). Acesos em: 16 jul. 2025.

SOUZA, I. E. L. de. Impacto e projeção dos preços dos créditos de descarbonização (CBIOS) sobre o preço da gasolina C no Brasil. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 8, p. e5387-e5387, 2024. DOI: 10.56083/RCV4N8-065. Disponível em: <https://doi.org/10.56083/RCV4N8-065>. Acesso em: 31 mai. 2025.

SOUZA, D. C.; LOUREIRO, L. O. **Política de preços da Petrobras e seu impacto no mercado do diesel: uma análise após o fim do PPI**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Química) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 80, 2024. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/25891>. Acesso em: 16 jul. 2025.

SPASOJEVIC, P. Investigating heterogeneity in the price elasticity of traffic flow in Melbourne: Evidence from traffic volume data. **Australian Economic Papers**, v. 63, p. 70-78, 2024. DOI: 10.1111/1467-8454.12353. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1467-8454.12353>. Acesso em: 31 mai. 2025.

UNIARP. Universidade do Alto Vale do Rio do Peixe. Preço dos combustíveis aumenta em Caçador em novembro; Fraiburgo apresenta queda no diesel e no etanol. **Uniarp**. 2024. Disponível em: <https://uniarp.edu.br/noticia-uniarp/preco-dos-combustiveis-aumenta-em-cacador-em-novembro-fraiburgo-apresenta-queda-no-diesel-e-no-etanol/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

YOSRITZAL, Y.; ANISA, Z.; PUTRI, E. E. The effect of rising prices of subsidized fuel on the use of private cars. **Journal of Integrated and Advanced Engineering (JIAE)**, v. 4, n. 1, p. 41-50, 2024. DOI: 10.51662/jiae.v4i1.125. Disponível em: <https://asasijournal.id/index.php/jiae/article/view/125>. Acesso em: 15 jul. 2025.

# DIREITO E ÉTICA AMBIENTAL: PROTEÇÃO JURÍDICA E MORAL DE ANIMAIS DOMÉSTICOS NO BRASIL CONTEMPORÂNEO

**Graziele Cristina Lima<sup>1</sup>**

Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales - UCES  
grazielelimaadvogada@gmail.com

**Mônica Chiodi<sup>2</sup>**

Universidade Estadual de Mato Grosso - UNEMAT  
monicachiodi813@gmail.com

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é analisar a condição dos animais sob a perspectiva da filosofia ambiental, da legislação e do reconhecimento enquanto sujeitos de direitos. Apresenta-se uma análise crítica dos pensamentos filosóficos sobre a relação entre humanos e animais na visão antropocêntrica, problematizando a necessidade de repensar as relações interespecíficas diante de questões éticas, morais e jurídicas. A legislação brasileira avançou ao tipificar o crime de maus-tratos na Lei de Crimes Ambientais e ao majorar as penas por meio da Lei Sansão; contudo, mantém-se ancorada em uma concepção antropocêntrica ao não reconhecer o animal doméstico como sujeito de direitos, permanecendo este, no Código Civil, classificado como objeto. No âmbito jurisprudencial, alguns casos de grande repercussão têm sido apreciados a partir da compreensão do animal como ser senciente, especialmente em situações que envolvem convivência familiar e violência doméstica. Ainda assim, persistem lacunas normativas e decisões pontuais, sem que haja reconhecimento legislativo consistente dos animais como sujeitos de direitos, discussão que vem ganhando força à luz da ética biocêntrica.

**Palavras-chave:** Antropocentrismo. Animal Doméstico; Ética Biocêntrica; Maus-tratos.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Criminologia Forense UCES – Buenos Aires - AR, Advogada Criminalista. Ex-membro da Comissão de Direitos Humanos na OAB Carangola - Minas Gerais.

<sup>2</sup> Escritora, professora universitária, e pesquisadora de temas interdisciplinares no campo do Direito. Mestranda em Direito Internacional MUSTY – Flórida EUA. Professora universitária nas modalidades diferenciadas na Universidade Estadual de Mato Grosso – UNEMAT. Coordenadora Pedagógica e professora nas disciplinas de Direito na UNISOLAR – Lucas do Rio Verde – MT.

## **ENVIRONMENTAL LAW AND ETHICS: LEGAL AND MORAL PROTECTION OF DOMESTIC ANIMALS IN CONTEMPORARY BRAZIL**

**ABSTRACT:** The objective of this study is to analyze the status of animals from the perspective of environmental philosophy, legislation, and their recognition as subjects of rights. It presents a critical analysis of philosophical approaches concerning the relationship between humans and animals under an anthropocentric view, questioning the need to rethink interspecies relations in light of ethical, moral, and legal considerations. Brazilian legislation has advanced by defining the crime of mistreatment in the Environmental Crimes Law and by increasing penalties through the Sansão Law; however, it remains rooted in an anthropocentric conception by failing to recognize domestic animals as subjects of rights, as they continue to be classified as objects under the Civil Code. In the jurisprudential sphere, some high-profile cases have been examined from the standpoint of animals as sentient beings, particularly in situations involving family coexistence and domestic violence. Nonetheless, legislative gaps and isolated judicial decisions persist, and there is still no consistent legal acknowledgment of animals as subjects of rights—an issue that has increasingly gained attention through the lens of biocentric ethics.

**Keywords:** Anthropocentrism. Domestic Animal; Biocentric Ethics; Mistreatment.

## **INTRODUÇÃO**

A relação entre humanos e animais atravessa séculos, e a percepção predominante ao longo da história foi a da superioridade humana, fundamentada na visão antropocêntrica, a qual justificou diversas formas de barbárie contra os animais. Os maus-tratos e a crueldade despertam a urgência de um debate que articule filosofia ambiental, direito penal ambiental e direito dos animais sob uma perspectiva interseccional.

Este estudo analisa de que maneira a legislação protege os animais no contexto da violência doméstica e discute a busca pelo reconhecimento de animais não humanos como sujeitos de direitos, tanto sob o enfoque jurídico quanto sob os prismas ético e moral.

Vivemos um período em que se faz necessário promover o bem-estar animal e romper o paradigma de que o ser humano é o “dono do mundo”, reconhecendo o animal como um ser merecedor de dignidade assegurada por leis. Trata-se não de dignidade humana, mas de dignidade de um ser vivo, sensível à dor e ao sofrimento.

No cenário internacional, casos emblemáticos têm impulsionado mudanças legislativas e redefinido o modo como os animais são compreendidos diante da sociedade, discutindo-se sua capacidade de sentir e a necessidade de o ser humano repensar suas relações interespecíficas. A pauta dos direitos dos animais tem avançado de forma progressiva, conquistando espaço relevante na legislação e na sociedade, com diversos países incorporando essas prerrogativas em seus ordenamentos jurídicos.

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a legislação que trata dos animais, especialmente no que se refere aos crimes de maus-tratos contra animais domésticos, identificando os mecanismos existentes de proteção, ou a ausência deles, com base em leis e na perspectiva da filosofia ambiental.

## **METODOLOGIA**

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e qualitativa, com enfoque bibliográfico, documental e jurisprudencial, buscando compreender a proteção jurídica e ética dos animais domésticos no Brasil contemporâneo, considerando a interseção entre direito, filosofia ambiental e ética biocêntrica.

Trata-se de um estudo qualitativo, voltado à interpretação de normas, doutrinas e decisões judiciais relacionadas aos direitos dos animais domésticos,

correlacionando-as com princípios éticos e filosóficos. O caráter exploratório justifica-se pela análise de um tema em constante evolução, no qual a legislação e a jurisprudência ainda apresentam lacunas significativas.

A fundamentação teórica foi construída a partir de doutrina jurídica nacional e internacional sobre direito animal, direito ambiental, direitos fundamentais, filosofia do direito e ética ambiental, com ênfase no biocentrismo, ecocentrismo, teoria do Antropoceno e na legislação brasileira pertinente, incluindo a Constituição Federal, o Código Civil, a Lei de Crimes Ambientais e a Lei nº 14.064/2020 (“Lei Sansão”).

A coleta de dados desenvolveu-se em três frentes: bibliográfica, envolvendo livros, artigos científicos e periódicos especializados; documental, contemplando normas legais brasileiras e internacionais relacionadas à proteção animal; jurisprudencial, mediante análise de decisões judiciais relevantes que discutem ou reconhecem animais como sujeitos de direitos.

A análise seguiu abordagem qualitativa e crítica, com utilização de interpretação hermenêutica das normas e decisões, correlacionando fundamentos jurídicos, éticos e filosóficos. O estudo adotou procedimentos de levantamento e seleção de referências bibliográficas e legais, sistematização da legislação e avaliação das alterações recentes, análise de decisões judiciais paradigmáticas e discussão crítica das lacunas jurídicas, apresentando propostas de aprimoramento à luz da ética biocêntrica.

Esperou-se identificar marcos legais e decisões judiciais relevantes, avaliar a evolução da proteção jurídica de animais domésticos e compreender de que maneira a ética biocêntrica e a filosofia ambiental podem influenciar o reconhecimento dos animais como sujeitos de direitos, promovendo maior justiça e proteção social.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O direito dos animais vem sendo discutido a partir da ética e da moralidade e, com a readaptação das normas nacionais e internacionais, as teorias amplamente debatidas são reflexivas sobre a teoria do Antropoceno e a urgência em repensar a relação interespecífica, trazendo conceitos como o biocentrismo ético e o contraste com a legislação interna de cada país, quando discutida a ideologia animalística.

A construção das relações entre o homem e o animal no antropocentrismo relaciona-se à visão humana de posição hierárquica superior às demais espécies,

que, no início das civilizações, na era primitiva e com o avanço rumo à civilização, ganhou denominação e conjuntos de ideias que buscavam diferenciar cada espécie.

No ponto filosófico, com o pensamento retratado pelos gregos, o homem era colocado no centro do universo, pois detinha o poder de governar os povos em todo o globo terrestre. Assim, também era governante de todos os animais inferiores à sua superioridade, sendo essa concepção reconhecida como a teoria denominada antropocentrismo; ou seja, nessa concepção filosófica, o homem é o centro do universo pela sua superioridade e por governar todos os demais seres e espécies.

Essa visão foi intitulada por Sócrates por volta do século V a.C., influenciada pelo pensamento da época, pois era o homem quem governava os territórios e todos os seres vivos, motivado pelo fato de apenas ele possuir o poder da fala (Dicionário Filosófico, 1978).

Nesse sentido, Aristóteles apontava a superioridade do homem como algo natural e de fácil dedução, pois os demais seres não possuíam características e habilidades que o homem possui dois atributos únicos: racionalidade e capacidade verbal linguística. Por possuir esses atributos, o homem, em sua definição, é portador de “alma”. A alma foi explicada por Aristóteles em três aspectos: nutritivo (vegetais), sensível, que homem e animal possuem e, exclusivamente do homem, a alma racional ou intelectual (Aristóteles, s.d.; 1998, p. 37).

Nessa visão, os registros históricos trazem a concepção do antropocentrismo, que indica a crença de que o homem, pela sua própria determinação da espécie, seria supremo e superior a todos os animais e, por governar os povos e territórios, detentor da capacidade de raciocínio e de controle de suas ações, seria o centro de todas as coisas, sendo capaz de controlar e impor o modo de vida sobre os demais seres do universo (Wolkmer, 2014).

Essa base ainda possui credibilidade entre muitos povos ao redor do mundo, mesclando-se com questões voltadas à religião, que edifica o homem como filho do próprio Deus, criador de todas as coisas, e utiliza as escrituras sagradas para sustentar a teoria que ele mesmo impõe aos demais povos, bem como para fundamentar sua própria existência e as condutas que adota (Dias, 2018).

O antropocentrismo ainda é vigente na ideologia humana e, em decorrência dessa manifestação, o homem, em conjunto com ações governamentais, vem tratando de forma multidisciplinar as questões que envolvem a relação do homem com o animal, de ambos com a natureza e com o futuro do planeta. Porém, ao longo

do desenvolvimento das próprias civilizações, o homem utiliza os recursos naturais finitos de forma utilitária.

O utilitarismo dos recursos naturais encontra respaldo na legislação e, frente às catástrofes dos últimos anos, o comportamento do homem e o papel da natureza requerem um olhar voltado ao direito da natureza como sujeito de direitos e aos animais, que devem ser repensados para além de sua objetificação em discussões jurídicas e conceituais, dada sua importância para a preservação planetária.

Esain (2021) considera que a ação humana em larga escala tem levantado questões como o direito natural, que interfere na propriedade, na saúde, devasta e extingue sistemas da biodiversidade da fauna e da flora, cujos efeitos danosos alcançam larga escala mundial, impactando vidas em diversos setores de interesse comum da humanidade.

Antunes (2025) traz reflexões sobre o Antropoceno, explicando que, em razão desse fenômeno, os Estados, as sociedades e as gerações, em âmbito interno e internacional, precisam unir-se e coordenar de forma integrada políticas eficazes. Nesse sentido, a atenção deve ser compreendida desde o nível local, estadual, nacional e mundial, numa junção de esforços cooperativos denominada multinível e multiforme, que abrange aspectos financeiros, tecnológicos, acadêmicos e jurídicos. O enfrentamento da crise climática emergente somente seria possível por meio dessas demandas multinível e multiforme (internacional, regional e local).

Pensar os direitos dos animais no contexto contemporâneo é discutir a adaptação da legislação local, estadual, nacional e mundial, numa proposta de avaliar questões bioéticas, éticas, morais, filosóficas, socioeconômicas e de governança ambiental, buscando alterar a concepção do antropocentrismo jurídico e alcançar a justiça ecológica, em que se observam meios de o homem se alimentar, proteger os animais da crueldade humana e reconhecê-los como sujeitos de direitos, expandindo esse conceito a toda a biodiversidade e ao extrativismo, numa junção de esforços para a harmonia entre homem, animal e natureza.

Nesse sentido, a ética biocêntrica corresponde à atribuição de valor intrínseco à individualidade de todos os seres vivos e aos seus interesses em se manter vivos. Na visão do Antropoceno, centrada no homem, este é considerado um ser supremo nos mais diversos pensamentos, como apresentado no tópico anterior. Tudo o que está em volta dos seres humanos é regulamentado quanto à sua conduta e às suas

ações, sendo indicados pontos de referência e linhas de moralidade e ética; assim, os animais começam a ganhar visibilidade moral e ética com o biocentrismo.

Na visão do biocentrismo ou ética biocêntrica, não há supremacia do homem sobre os diversos seres vivos. A sua existência já seria suficiente para possuírem moralidade e ética (Nussbaum, 2018).

No biocentrismo, o homem não pode ser o centro de todo o universo e, por lhe ser atribuído valor moral, o animal também deve possuí-lo pela sua existência enquanto ser vivo. Pelo simples fato da existência com vida, todos os seres vivos são sujeitos morais e éticos; portanto, todos têm direitos naturais, o que impulsiona o reconhecimento dos seres como sujeitos de direitos.

A partir da teoria descrita por Arne Naess (2000) e Paul Taylor (1986), é possível compreender os fundamentos da ética biocêntrica, que dispõe sobre a dimensão do ser vivo como possuidor de valores intrínsecos, mesmo que os humanos tenham atribuído finalidades utilitárias a ele. Nesse sentido, ainda que o homem tenha utilizado os animais ao longo da evolução, na percepção ética e biocêntrica, todos os seres possuem valores individuais, assim como o ser humano possui diversidade étnica, percepções culturais e características próprias. Do mesmo modo, existe diversidade entre os seres vivos e as multi espécies.

Já o ecocentrismo é compreendido a partir da ideia de autores como Aldo Leopold (1949) e Holmes Rolston (1988), que indicam em seus escritos a relação entre a natureza e o homem, atribuindo valor ao ecossistema como um todo. No ecocentrismo, o valor moral é coletivo; homem e animal são fragmentos que compõem o conjunto dos ecossistemas e, por isso, o valor moral recai sobre o todo.

Os fundamentos positivistas do direito, ligados ao jusnaturalismo, compreendem como sujeito de direitos aquele que possui racionalidade e linguagem. O direito tutelado ao *Homo sapiens* tem como base a verbalização e sua capacidade racional, o que os demais animais, por não verbalizarem e não serem considerados racionais, não poderiam ser reconhecidos como sujeitos de direitos.

Para John Rawls (2006), que concorda com a teoria positivista, a racionalidade e a razoabilidade remetem à compreensão do sentimento de justiça, trazendo características como capacidade de decisão e de cumprimento das leis que regulam o comportamento humano e seu bem-estar.

Vegas (2021) analisa os principais argumentos utilizados para diferenciar o homem do animal, refletindo sobre o uso da moralidade como fundamento, elevando

a percepção moral e sustentando que não são relevantes os fatos em si, mas a construção moral de igualdade. Por exemplo, quando se teoriza a igualdade, não se consideram capacidade, gênero, raça ou genótipo humano, mas uma simbologia compreendida como valor moral, e essa moralidade não pode ser diferente quando se observa que os animais possuem características similares ao homem, como sentimentos, pensamento e dor. Assim, na própria simbologia da moralidade, encontram-se argumentos válidos para reconhecer os animais na igualdade quanto ao bem-estar, qualidade de vida e direitos adequados ao seu desenvolvimento psicológico e físico.

Vegas (2021) considera que, quando o homem prioriza apenas seus interesses com base na racionalidade e na razoabilidade, está agindo de forma arbitrária e discriminatória, resultando na compreensão do que significa ser especista.

Peter Singer destaca que a igualdade fundamentada para explicar o direito das pessoas não segue um padrão para requerer ou aplicar a igualdade, não existindo pessoas “padrão”; mesmo assim, compreende-se que a igualdade de direitos deve ser garantida a todas as pessoas.

Nessa perspectiva, garantir direitos aos animais seria da mesma forma, podendo seguir a mesma fundamentação. O fundamento pode ser compreendido pela busca da igualdade; logo, o animal poderá ser sujeito de direitos, pois nada tem a ver com um modelo de padrão, mas sim com atender aos interesses de dignidade, bem-estar e desenvolvimento pleno:

A perspectiva da ética ecocêntrica é descrita por Paul W. Taylor, em sua obra *“La ética del respeto a la naturaleza”*. Taylor reforça que o equilíbrio da relação entre a natureza e o homem precisa ser mantido por uma norma moral, mas que essas relações não existem dentro da percepção da moralidade (Reys, 2019).

Nessa visão biocêntrica, no decorrer da evidência das necessidades de verificar as relações humanas e o tratamento com os animais, foi possível perceber que a visão do homem em sua superioridade deveria ser inserida num contexto munido dos direitos naturais do animal não humano.

Com isso, é possível compreender o sentido do termo biocentrismo ou ética biocêntrica, pelo teor de sua defesa, que indica: “Todos os ciclos vitais, no contexto de uma natureza despida de hierarquias de valor, ficam no centro, como valor

absoluto. O homem é um elemento a mais dentro de uma natureza englobante” (Leite, 2013).

Nessa visão, o que é importante é considerar que o homem, assim como os animais, são seres vivos, e não deve existir hierarquia. O que vale como direito e ética é a própria essência da vida biológica de todos os seres vivos; por assim ser, a supremacia seria indicada pela vida em si, não pela vida de quem ou de qual ser, mas sim pelo direito natural concebido ao nascer com vida, de todas as espécies e seres vivos no universo (Nussbaum, 2018).

A ética estaria relacionada à própria existência da vida em si, não condicionada à hierarquização de cargo ou função, como atribui a essência da explicação humana, mas com a valoração suprema do respeito à vida em todas as suas formas.

A moralidade não condiz apenas aos seres humanos, mas sim a todas as formas de vida, sendo a moral universal e atingindo a todos; não é exclusiva do ser humano, mas também dos animais não humanos. No entanto, neste trabalho não serão aprofundadas todas as visões dentro do biocentrismo, trazendo-se apenas um suporte para elevar os animais como sujeitos de direitos e dignos enquanto seres vivos (Escolbar; Aguiar, 2014).

O pensamento contemporâneo ultrapassa as características de pensar o animal não humano sob uma perspectiva sentimental ou ideológica, indicando o vínculo sociológico e filosófico que se relaciona de forma direta com três pilares civilizatórios: concepção de justiça, moralidade e organização social.

Os animais, pela simples condição de seres vivos e, em grande maioria, habitantes deste planeta até mesmo milhões de anos antes do homem, deveriam possuir direitos que lhes são inerentes. Porém, nesse período histórico, não eram reconhecidos como, na interpretação contemporânea sobre direitos naturais dos animais, uma verdade insofismável, da mesma forma que o homem (Duguit, 1943).

Contudo, os conceitos filosóficos e sociológicos consolidados no decorrer dos séculos trouxeram a problemática enfrentada no contexto contemporâneo do comportamento humano na prática de crueldade contra os animais e na destruição do meio ambiente, gerando a crise climática mundial, elevando a urgência de repensar como o homem se relaciona com a natureza e com todo o planeta.

Mesmo diante de casos de maus-tratos aos animais e crueldade, a visão do Antropoceno continua sendo o fundamento da norma penal no Brasil e na maior

parte do mundo, revelando a insuficiência penal para tipificar crimes contra os animais e seu reconhecimento como vítima. Frente a tais apontamentos, é necessário identificar o marco legislativo que trata dos crimes contra os animais e como os tribunais têm conduzido esses casos.

Visto que a legislação brasileira trata da crueldade contra os animais em legislação especial, Lei 9.605/98, “Lei de Crimes Ambientais”, no Código Civil de 2002 e na Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988, neste tópico serão tratados os períodos legislativos, indicando a evolução da lei. O direito brasileiro não trata o animal como um ramo que possui tipificação penal própria; não abrange dentro da tipificação do Código Penal como crime autônomo, mas busca aplicar a legislação ambiental e interpretações correlatas diante da subsidiariedade dos demais ramos do direito.

A legislação teve alterações diante de fatos reais de crimes contra os animais, que passaram a discutir a necessidade de tipificar como crimes e punir os responsáveis pela violência, cujas vítimas eram animais de diversas espécies. Na perspectiva penal, precisamente no Código Penal, no ano de 1984, a reforma não foi efetiva para a criminalização dos atentados contra os animais, pois somente a parte geral foi alterada, não abrangendo os animais. Já em 1988, os atentados contra animais silvestres se tornaram crimes inafiançáveis, segundo os arts. 27 e 28 da Lei 5.197/67. Os atentados continuaram sem punição.

Com a Constituição Federal, trouxe-se a menção ao direito do meio ambiente, tratando o ambiente como sujeito coletivo, possuidor de tutela coletiva, conforme descrito no art. 225, inciso VII (Piotto, 2008).

Na legislação brasileira, esse foi o primeiro momento em que a natureza começa a se tornar visível como parte a ser tutelada pelo direito, mas não abrange a individualidade de direitos dos animais, sendo tratada de forma coletiva, sem uma abordagem que identifique os animais como sujeitos de personalidade jurídica, e sim como elementos em conjunto para a preservação coletiva de seus interesses. Porém, o marco legislativo ocorreu ainda antes, com a promulgação do Decreto-Lei 24.645/34.

A legislação traz conceitos passíveis de discussão, como o termo “abuso” ou “dano”, não inserindo o animal como vítima, mas sob perspectiva civilista. No Código Civil de 2002, o animal é indicado como semovente, sendo um objeto que o homem tem como propriedade. No mesmo sentido, no Código Penal, o art. 163 indica o

crime de dano e, no art. 164, trata da introdução ou abandono de animais em propriedade alheia.

A legislação protetiva ao animal não o indica na forma como deveria, visto que o Código Civil (2002) brasileiro trata o animal como um bem ou coisa, com validade jurídica como semovente.

O direito foi instituído para regular e descrever referências de acordo com as necessidades do homem, e a menção à propriedade surgiu com o aprimoramento de técnicas de sobrevivência, em que o homem passou a criar meios de troca e meios para suprir suas necessidades, criando objetos e evoluindo com o tempo; dessa técnica surgiu a ideia de que tudo o que criava, ou seja, o objeto, deveria ser protegido por meio de posse. Assim, apropriou-se daquilo que podia manipular e controlar, fazendo isso com objetos e coisas, nascendo daí a ideia de propriedade e de posse sobre os animais não humanos, que passaram a integrar-se como “coisa” sob o poder do homem (Mello, 2017).

Essa ideia de apropriação, inicialmente, foi necessária, pois, nos meios primitivos, a disputa pelo espaço e pelas coisas fabricadas pelos homens se tornou objeto de cobiça entre os povos. Assim, para viver em sociedade, o ser humano se aprimorou com o tempo, impondo limites e meios de sobreviver. Os animais sencientes passaram a ser objetos de comercialização, de uso para consumo ou de outros tipos de exploração (Leite, 2013).

Para Rodrigues (2016), o homem tem consciência de que os animais são sencientes, compreendem e já foi comprovado que sentem dor, são sensíveis ao sofrimento e, ainda, são seres que podem compreender o que se passa ao seu redor; assim, o sofrimento lhes causa dor psicológica. Mas, a partir disso, com a consagração capitalista da civilização, o homem passa a utilizar livremente o animal, tendo-o como propriedade, e o animal não humano passa de ser natural livre a escravo do homem.

Conforme o Código Civil de 2002, no art. 82, o animal é conceituado como bem móvel, indicando a responsabilização pelo dono do animal no art. 936. É notória a questão da propriedade descrita no art. 1.263; ou seja, o animal é um bem móvel, de propriedade do homem, e há responsabilidade de reparar os danos pela sua condição de coisa/objeto (Leite, 2013).

Para Rodrigues (2016), a lei deve considerar que os animais devem ser protegidos das atrocidades que o homem comete contra eles por tê-los como

propriedade e objeto, pois são seres que sofrem. Isso deveria ser considerado como direito tutelado em prol dos animais, para que o homem buscasse não ferir sua dignidade, pois são seres sencientes.

Segundo Leite (2013), o direito civil, ao tratar o animal como semovente ou bem móvel, viola a Declaração dos Direitos do Animal. O Brasil é signatário e, por essa postura, a declaração tem força supralegal, ou seja, de Emenda Constitucional, tornando legítimo o direito do animal quanto à sua dignidade e elevando sua importância como parte de relação jurídica. Assim, diante das mudanças conceituais e dos avanços legislativos, a lei civil que ampara o animal como objeto ou coisa e desconsidera sua importância como sujeito de direito não condiz com os avanços do direito e com a proteção constitucional dos animais.

A crescente interação entre ser humano e animal elevou a importância do animal doméstico e a necessidade de proteção, pois sabe-se que o homem pratica, em 94% e 96% dos casos, a violência contra crianças, mulheres e animais, por compreender que atinge o guardião dessa forma. Já se questiona que onde há crueldade com animais, geralmente há violência intrafamiliar contra membros vulneráveis (Neumann, 2013).

Com isso, expostos a situações caóticas de agressão psicológica e física dos membros vulneráveis na violência doméstica, os animais não humanos necessitam ser reconhecidos como sujeitos que se encontram juntamente com os demais membros em estado de vulnerabilidade. Conforme pesquisa apresentada nos Estados Unidos, a maior parte de crianças e mulheres que sofrem violência doméstica são também guardiãs e responsáveis pelos animais domésticos, criando um vínculo de afetividade que é utilizado pelo agressor como instrumento de poder e controle sobre as vítimas (Faraco, 2020).

A forma mais comum denunciada são os maus-tratos, e isso é um dos indicadores do reflexo de famílias desajustadas, que vivem cotidianamente violência intrafamiliar. Além dos membros humanos, cada vez mais o animal de estimação passa a integrar esse ciclo de violência.

Os estudos compactuam com a evidência de que o sexo masculino é majoritariamente o mais propenso a cometer atos de violência tanto contra animais quanto contra seres humanos vulneráveis, como crianças, mulheres e idosos, utilizando-se da afetividade como instrumento de controle e poder sobre suas vítimas.

Esse retrato não é apenas legal, quanto à sua efetividade, mas também estrutural, considerando a questão de direcionamentos e moralidade social, onde os vulneráveis são subjugados, contrapondo-se ao exercício de poder para mantê-los na condição de vítimas, sendo fruto ainda do especismo e do capitalismo (Molinari, 2008).

Há necessidade de alteração na forma de abordagem e garantias, com conscientização social, pois muitos casos de violência são invisíveis aos olhos da sociedade. Com uma estratégia de seriedade nas denúncias e na identificação do uso de maus-tratos e violência contra o animal em desfavor do guardião, é necessário instruir a comunidade sobre como reagir a essas situações e encaminhar as vítimas à assistência estatal, reorganizando um novo olhar sobre o alcance da lei doméstica e do animal não humano, que, por lógica, deve ser amparado pela sua exposição e sofrimento em conjunto na violência intrafamiliar.

Dentre os grandes problemas enfrentados estão a omissão originada pelo pensamento que esconde o comportamento humano violento atrás do especismo e da vertente ético-jurídica que não abrange o interesse social dos animais domésticos, mas sim ampara, em maior grau, os animais silvestres, criando uma lacuna necessária à prática sob baixa fiscalização nos casos de violência extrema e maus-tratos contra animais domésticos. É assustador considerar que, ao amparar a violência doméstica contra o animal, seria possível mensurar maiores casos de violência doméstica contra crianças, mulheres e idosos mascarados e invisíveis à sociedade.

Há que se considerar que o ser humano é quem dá voz aos animais e, se esse não o fizer, quem desejar usufruir desse descaso e da incapacidade do animal de se proteger estará cometendo crimes cruéis com margem de liberdade e baixa punibilidade, já que o entendimento caminha timidamente para o progresso da importância dos direitos do animal doméstico. Não se preconiza aqui igualar o animal ao ser humano, mas responsabilizar eticamente e moralmente o agressor, promovendo respeito e evitando práticas de violência contra esses seres.

Esse contexto tem trazido diversas teorias e entendimentos que buscam pautar-se na legislação e nas teorias já existentes para explicar essa fatalidade e limitar o espaço que o animal ocupa e sua relação com o homem. Contudo, a crueldade contra os animais tem sido apresentada como um problema gravíssimo do comportamento humano, cuja extensão deriva em outros problemas sociais que

preocupam os sistemas de controle e definição de ética e moralidade, além de segregar esse tipo de ato violento, presente desde o início da humanidade.

Essas manifestações têm procurado compreender qual é a raiz dos problemas humanos, e muitos deles estão relacionados ao poder manifestado por meio do especismo, do capitalismo e do patriarcado, cada dia mais evidente diante das barbáries e da violência cometida contra entes que deveriam ser “amados e respeitados”, aproveitando-se da intimidade e dos laços de afetividade para exercício cruel de violência física e psicológica.

A necessidade de maior punição aos infratores dos crimes de maus-tratos percorria uma longa jornada para que fosse reconhecida no campo jurídico a necessidade de agravar a punição desses criminosos.

Diante disso, o Projeto de Lei nº 1.095/2019 trouxe a proposta e, após aprovação, deu origem à Lei nº 14.064/2020, conhecida como “Lei Sansão”, que trouxe inovações como a punição dos atos de abuso e maus-tratos contra animais, elevando a pena para reclusão de dois a cinco anos, além de multa e proibição de guarda.

A ementa da referida Lei Sansão assim dispõe: “Altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para aumentar as penas cominadas ao crime de maus-tratos aos animais quando se tratar de cão ou gato” (Brasil, 2020).

O crime de maus-tratos é definido no artigo 32 da Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98, e a pena anterior era de três meses a um ano de reclusão, além de multa, inovando com seu aumento e trazendo a proibição de guarda (Brasil, 1998).

A lei inova ao incluir no artigo 32 da Lei de Crimes Ambientais o dispositivo: “Quando se tratar de cão ou gato, a pena para as condutas descritas no caput deste artigo será de reclusão, de 2 (dois) a 5 (cinco) anos, multa e proibição da guarda.”

No entanto, a lei aprovada reconheceu a inclusão de cães e gatos, não tratados anteriormente na legislação, e aumentou a pena, deixando os crimes previstos no art. 32 como puníveis mais severamente, retirando o caráter de crime de menor potencial ofensivo.

É importante destacar que, na legislação brasileira, o regime de cumprimento de pena leva em consideração a pena mínima e máxima de reclusão. Assim, no caso dos maus-tratos contra animais, o legislador possibilitou que o máximo da pena se enquadre no regime semiaberto, elevando a rigidez da punibilidade estatal e trazendo como agravante a morte do animal.

Na pena estipulada anteriormente, o legislador possibilitou apenas que o infrator cometesse uma contravenção penal, pois a pena não era superior a dois anos. Com a nova redação, os atos de abusos e maus-tratos equiparam-se ao tipo penal de crime praticado contra os animais.

No mesmo sentido, outra inovação trazida pela legislação é a inclusão de animais domésticos, “cães e gatos”, ampliando o reconhecimento na esfera jurídica como seres de direitos, ainda que não alcance a tutela esperada; pode-se dizer que houve um avanço no reconhecimento de animais como sujeitos que não podem, a bel-prazer, serem maltratados, permitindo a punição de seus agressores.

A aprovação do aumento da pena e do regime de reclusão, enquadrado como crime de maus-tratos e proteção aos animais, foi um avanço legislativo no Brasil. No entanto, aos poucos, o direito vem se destacando com os fatos ocorridos no contexto social e a busca por sujeitos que procuram alterar a realidade vivenciada pelas impunidades decorrentes da crueldade contra animais e das lacunas do ordenamento jurídico ao não reconhecê-los de fato como sujeitos passíveis de tutela estatal, detentores de dignidade não humana.

Contudo, o Estado brasileiro tem levado ao Tribunal de Justiça casos com o propósito de alcançar e mudar a realidade do protagonismo dos animais frente ao ordenamento jurídico brasileiro.

Casos como o dos cães Spike e Rambo, acolhidos pelo Tribunal do Estado do Paraná, em que no polo ativo constam dois cães, Spike e Rambo, e a ONG Amigo do Cão, na busca pela reparação de danos em razão do abandono e dos maus-tratos. Em síntese, os argumentos alegados pelo polo ativo da ação, em juízo a quo, destacaram que: “[...] a) os animais são sujeitos de direitos fundamentais e portadores da capacidade de ser parte em relações processuais” (Acórdão, Juiz Subst. 2º Grau Marcel Guimarães Rotoli de Macedo - 7ª Câmara Cível, p. 2).

Mesmo diante dos argumentos elevados à corte, tanto no Brasil quanto no direito comparado, como na Colômbia e na Argentina, em casos similares, a sentença foi negativa, sendo extinta a ação sem resolução de mérito, sob o fundamento de que os cães não se equiparam a pessoas e, por isso, não possuem capacidade jurídica para figurar como parte em demanda processual.

No sentido contrário, em Agravo de Instrumento julgado em 23/09/2021 (7ª Câmara Cível), decidiu-se reformar a sentença do juízo a quo, reconhecendo a possibilidade de animais constarem no polo ativo das demandas, desde que

devidamente representados, considerando a vigência do Decreto-Lei nº 24.645/1934, com aplicabilidade recente pelos tribunais superiores (STJ e STF).

Os debates que têm sido citados nos tribunais evidenciam que os animais ocupam um espaço antes inexistente na sociedade e, com os estudos e provas apresentadas pela ciência, constata-se que sua relação com o homem mudou, e sua biologia comprova que são seres capazes de sentir emoções e dor, reconhecidos como sencientes.

## **CONCLUSÃO**

A legislação brasileira avançou com a Lei Sansão, que agravou o tipo penal de maus-tratos contra animais domésticos, embora ainda esteja distante de superar o antropocentrismo e reconhecer os animais como sujeitos de direitos. Persistem lacunas na legislação brasileira que dificultam a punição do crime de maus-tratos, especialmente por não haver criminalização específica no direito penal e pela previsão, no Código Civil, de que o animal é um objeto.

A tutela dos animais domésticos necessita de uma legislação integrada a valores éticos e morais, adequada à consciência social e à ética biocêntrica. O reconhecimento dos animais como sujeitos dignos pode contribuir para a promoção da justiça social ecológica.

Contudo, diante da experiência de outros países no reconhecimento dos animais como seres sencientes, a legislação brasileira vem abrindo espaço para novos conceitos de tutela, ainda que por meio de decisões judiciais isoladas que utilizam interpretação animalista, reconhecendo-os como seres dignos de convivência com seus tutores e de proteção contra os maus-tratos.

## **REFERÊNCIAS**

ANTUNES, J. **O Antropoceno e a governança ambiental**: políticas integradas multinível e multiforme. São Paulo: Editora Ambiente, 2025.

ARISTÓTELES. **Sobre a alma**. Trad. Thomas, J. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, 5 out. 1988.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.** Diário Oficial da União, Brasília, 12 fev. 1998.

BRASIL. **Lei nº 14.064, de 8 de setembro de 2020.** Altera a Lei nº 9.605/1998 para aumentar as penas cominadas ao crime de maus-tratos aos animais. Diário Oficial da União, Brasília, 9 set. 2020.

BRASIL. Decreto-Lei nº 24.645, de 10 de julho de 1934. **Dispõe sobre a proteção aos animais.** Diário Oficial da União, Brasília, 10 jul. 1934.

BRASIL. **Código Civil.** Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 11 jan. 2002.

BRASIL. Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967. **Dispõe sobre caça e proteção de animais silvestres.** Diário Oficial da União, Brasília, 3 jan. 1967.

DICIONÁRIO FILÓSOFO. São Paulo: **Globo**, 1978.

DIAS, M. **Religião, antropocentrismo e a construção da moralidade humana.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2018.

DUGUIT, L. **Les transformations du droit public.** Paris: Librairie Générale de Droit et de Jurisprudence, 1943.

ESCOBAR, A; AGUIAR, L. **Ética e biocentrismo: fundamentos da moralidade ambiental.** Curitiba: Juruá, 2014.

ESAIN, R. **Direito natural e biodiversidade: impactos das ações humanas.** Buenos Aires: Legis, 2021.

FARACO, M. **Animais domésticos e violência intrafamiliar: vínculos afetivos e proteção legal.** São Paulo: Editora UNESP, 2020.

LEITE, R. **Biocentrismo e ética ambiental: fundamentos e aplicações jurídicas.** São Paulo: Editora Atlas, 2013.

MELLO, F. **Direito civil e proteção aos animais: entre propriedade e dignidade.** Rio de Janeiro: Forense, 2017.

MOLINARO, C. **Especismo e capitalismo: fundamentos sociológicos e jurídicos.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

NUSSBAUM, M. **Frontiers of Justice: Disability, Nationality, Species Membership.** Cambridge: Harvard University Press, 2018.

PIOTTO, N. **Direito Ambiental Brasileiro: fundamentos constitucionais.** São Paulo: Editora Saraiva, 2008.

REYS LOBOS, P. **Ética ecocêntrica e responsabilidade moral**: uma análise de Paul W. Taylor. Santiago: Editorial Universitaria, 2019.

RODRIGUES, A. P. **Animais sencientes e direitos**: a evolução da proteção jurídica no Brasil. Curitiba: Juruá, 2016.

SINGER, P. **Animal Liberation**. New York: Harper Collins, 2009.

THOMAS, J. **Filósofos clássicos**: Aristóteles e a racionalidade humana. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VEGAS, R. **Igualdade moral entre espécies**: fundamentos éticos e direitos dos animais. Madrid: Tecnos, 2021.

WOLKMER, S. **Antropocentrismo e relações interespecies**: história e filosofia. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

# ESPAÇO E LUGAR NA OBRA DE YI-FU TUAN: EXPERIÊNCIA, EMOÇÃO E PENSAMENTO

**Márcia Maria Costa Gomes<sup>1</sup>**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Campina Grande  
marcia.gomes@ifpb.edu.br

**José Otávio Aguiar<sup>2</sup>**

Universidade Federal de Campina Grande - PPGERN UFCG  
otavio.j.aguiar@gmail.com

**RESUMO:** As Ciências Ambientais vêm agregando pesquisas em diversas áreas, como na Geografia e na História Ambiental na busca de refletir sobre a problemática ambiental vigente em nossa sociedade. O objetivo deste trabalho consiste em analisar a perspectiva de Yi-Fu Tuan sobre a relação da sociedade com a natureza. A metodologia adotada, disciplinou a leitura do livro de Tuan e de pesquisa bibliográfica. Identificamos, que a base de pensamento de Yi-Fu Tuan se ampara nas categorias geográficas espaço e lugar, amparada na fenomenologia. Vimos que sua Geografia Humanista se baseou no estado de experiências humanas, a estados de sentimentos diversos numa determinada cultura e em escalas diferenciadas de lugar e espaço. Constatamos que Tuan faz uma análise aguçada da percepção do espaço e de lugar permeado por grupos sociais e faixa etária diversas, as quais se diferenciam nas famílias abastadas, nos povos indígenas, nas classes operárias, nos camponeses, nos caçadores. Enfim, sua obra demonstrou que as experiências fincadas nos lugares de vivência, pulsa um conjunto de emoções na relação com o espaço e somente assim, novos caminhos poderão surgir para a resolução de questões ambientais atuais, que não seja baseada na exploração capitalista da natureza.

**Palavras-chave:** Espaço, lugar, Yi-Fu Tuan experiência, emoção.

---

<sup>1</sup> Doutora em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba. Professora Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Campina Grande. Área de Pesquisa: Geografia Humana/Geografia Histórica/Meio Ambiente.

<sup>2</sup> Doutor em História e Culturas Políticas pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande. Área de Pesquisa: Ciências Ambientais/História Ambiental/História do Brasil/Questões étnicas.

## SPACE AND PLACE IN THE WORK OF YI-FU TUAN: EXPERIENCE, EMOTION AND THOUGHT

**ABSTRACT:** Environmental sciences have been gathering research from various fields in an effort to reflect on the environmental issues currently facing our society, seeking to reflect on the environmental issues currently affecting our society. The objective of this work is to analyze Yi-Fu Tuan's perspective on society's relationship with nature. The methodology adopted included a disciplined reading of Tuan's book and bibliographical research. We identified that Yi-Fu Tuan's thinking is based on the geographical categories of space and place, supported by phenomenology. We saw that his Humanist Geography was based on the state of human experiences, the diverse states of feeling within a given culture and on differentiated scales of place and space. We found that Tuan provides a keen analysis of the perception of space and place permeated by diverse social groups and age groups, which differ among wealthy families, indigenous peoples, the working classes, peasants, and hunters. Ultimately, his work demonstrated that experiences rooted in places of living pulsate a set of emotions in relation to space and only then can new paths emerge for resolving current environmental issues, which are not based on the capitalist exploitation of nature.

**Keywords:** Space, place, Yi-Fu Tuan, experience, emotion.

## INTRODUÇÃO

As discussões acadêmicas nas Ciências Ambientais vêm agregando uma plêiade de pesquisas nas diversas áreas do conhecimento, a exemplo da Geografia e da História Ambiental na busca de responder a problemática ambiental vigente em nossa sociedade. Neste sentido, pressupomos que a obra do geógrafo chinês, Yi-Fu Tuan deva trazer à luz elementos importantes sobre a relação da sociedade com a natureza no atual estágio da sociedade.

É na década de 1970, que os estudos de Yi-Fu Tuan, sinaliza a sua entrada no campo disciplinar com a denominada “Humanistic Geography”, cujo escopo teórico-conceitual, ocupou-se de estudos nas categorias analíticas - espaço e lugar as quais sinalizaram uma orientação humanista acompanhada da retomada da geografia cultural, baseada na fenomenologia.

A concepção de espaço e lugar de Yi-Fu Tuan baseia-se, não somente por leis espaciais e inventários de recursos, mas por elementos essencialmente experienciais, a estados de espíritos, pensamentos e sentimentos numa determinada cultura e em escalas diferenciadas (Tuan,1983). Assim, este autor procura um entendimento do mundo humano através do estudo das relações do indivíduo com a natureza, através da experiência subjetiva, repleta de sentimentos e emoções sobre o espaço e o lugar.

Dessa forma, optamos como ponto de partida a seguinte pergunta norteadora: Que contribuições a obra de Yi-Fu Tuan traz sobre a relação da sociedade com a natureza no atual estágio da sociedade?

Para responder a esta indagação, adotamos sinalizar elementos-chaves da obra de Yi-Fu Tuan, especificamente do livro “Espaço e lugar: a perspectiva da experiência” e como recurso metodológico, delimitamos para análise deste livro, alguns capítulos apresentados pelo autor; que na nossa compreensão, ocupa a “espinha dorsal” da obra.

Assim, este trabalho se justifica pela importância de refletir sobre a relação da sociedade com a natureza no atual estágio da sociedade, pela convergência com a proposta do Seminário Internacional de Estudos Ambientais, sobretudo, porque dialoga com a área temática da História Ambiental. Portanto, o objetivo deste trabalho consiste em analisar a perspectiva de Yi-Fu Tuan sobre a relação da sociedade com a natureza.

Este artigo está estruturado sistematicamente dos seguintes itens: no item denominado “Situando a Geografia Humanista de Yi-Fu Tuan” não tivemos a pretensão de fazer uma síntese histórico-epistemológica, mas de forma sucinta, sublinhar em que base filosófica e em que contexto de movimento científico sua produção geográfica se inseriu. O segundo item, designado “Espaço e lugar na obra de Yi-Fu Tuan: experiência, emoção e pensamento”, trata de adentrar mais especificamente da análise da obra, sinalizando a centralidade dos conceitos e de suas contribuições para pensar a atual relação da sociedade com a natureza.

## **METODOLOGIA**

Em consonância com os métodos e técnicas de pesquisa histórica, compreendemos o livro como fonte documental e, conforme a proposta taxonômica de José D’Assunção Barros (2020, p. 12), os livros estão dentro do escopo maior, como “Fonte de Conteúdo”, afinados como “Fontes Textuais”.

Na discussão metodológica sobre fontes primárias, Alves e Custódio (2011, p. 323) complementa, que “quando são referidas as fontes primárias que se encontram na forma de livros [...] é mais profícuo ler, registrar e analisar livros [...] de autores considerados clássicos”. Nesta direção, adotamos analisar o livro de Yi-Fu Tuan “Espaço e lugar: a perspectiva da experiência” publicado no Brasil em 1983, considerado um clássico na denominada Geografia Humanística.

Portanto, o nosso estudo constitui-se de uma pesquisa bibliográfica, dotada de uma sistemática, que disciplinou o trabalho de leitura do livro de Yi-Fu Tuan. Criamos um esquema metodológico em duas etapas:

a) Para codificar a mensagem do autor, fizemos uma leitura inicial do sumário e seleção dos capítulos, depois uma pesquisa atenta sobre a vida e obra;

b) Para análise textual realizamos um levantamento dos conceitos e termos fundamentais da obra. Ainda nesta etapa da pesquisa, também recorreremos a outras referências bibliográficas, como artigos de estudiosos e especialistas da área temática.

## **SITUANDO A GEOGRAFIA HUMANISTA DE YI-FU TUAN**

Estudiosos da epistemologia da geografia afirmam que a corrente de pensamento humanista foi alcunhada pelos estudos de geógrafos como Yi-Fu Tuan e Edward Relph e que algumas das características fundamentais consistem na subjetividade do saber, que deriva da visão antropocêntrica para pensar o espaço e o lugar, contrária à objetividade da ciência racionalista. (Gomes, 2003).

Décadas anteriores à de 1970, havia um movimento de efervescência intelectual francesa, produzida, entre outras, pela filosofia da ciência e filosofia da criação artística e; na perspectiva de Holzer (2013, p. 138-139) Tuan, influenciado pela “[...] obra poética de Bachelard “La Terre et les Rêveries de la Volonté”, “La Poétique de L’Espace” e “L’Eau et lês Rêves”, propõe uma geografia dedicada ao estudo do amor do homem pela natureza, denominado por ele de topofilia”.

Somada a esta influência filosófica bachelardeana, pressupomos outro elemento, que corrobora compreendermos a opção de Tuan mergulhar na ciência geográfica, sobretudo, aos estudos das categorias do espaço e do lugar - o dele ter migrado do seu lugar de origem, ou seja, Yi-Fu Tuan, nascido em Tianjin, na China e por ter sido filho de diplomata, sua formação básica e superior se deu em alguns países da Ásia e da América do Norte.

É nesta direção que Paul Claval, dá pistas à essa questão da migração, ao afirmar que Yi-Fu Tuan por ser de origem chinesa buscava investigar a forma como a sua experiência de estrangeiro, mergulhado num mundo profundamente diferente daquele onde nasceu, lhe permitiu essa vivência (Claval, 2000).

Daí, pressupomos também que sob essa subjetividade migratória de Tuan, a sua produção geográfica se inclina a abordagem fenomenológica. Assim, ter migrado para outro continente (espaço e lugar) teria impactado sua visão de mundo. Logo, a subjetividade o acompanhava em sua vida prática.

É no ano de 1976, que o “Annals of the Association of American Geographers<sup>3</sup>”, publicou o artigo “Humanistic Geography<sup>4</sup>” de Yi-Fu Tuan e, conforme Holzer (2013, p. 137) este trabalho é “[...] como que uma declaração de

---

<sup>3</sup> Desde 1911, o Annals of the American Association of Geographers — o principal periódico da Association of American Geographers — publica artigos originais, oportunos, impactantes e inovadores que promovem o conhecimento geográfico em todas as facetas da disciplina. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/journals/raag21/about-this-journal#aims-and-scope>. Acesso em: 17 ago. 2025.

<sup>4</sup> TUAN, Y. F. (1976). Humanistic Geography. Annals of the Association of American Geographers, 66(2), 266–276. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1976.tb01089.x>. Acesso em: 17 ago. 2025.

independência de um movimento que vinha sendo gestado há mais de dez anos e que, naquele momento, assumia a feição de um campo disciplinar distinto dentro da Geografia Norte-Americana”.

De modo geral, podemos afirmar que a produção geográfica de Tuan, sinaliza a corrente do pensamento em que esteve inserido, fruto dos seus trabalhos desenvolvidos na década de 1970, a exemplo do livro “Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente”, publicado em 1974, o qual tornou-se referência na sua produção acadêmica, que o definiu como um dos precursores da Geografia Humanista, baseado em pressupostos da Fenomenologia, caracterizado pela subjetividade, pela intuição, pelos sentimentos e pela experiência. Tornou-se um clássico na geografia, uma referência na geografia humanista e para os estudos que envolvem uma nova forma de pensar e agir sobre as relações da sociedade com a natureza.

Nesta perspectiva, Corrêa (2003, p. 30) afirma que “[...] a geografia humanista [estão] calcadas nas filosofias do significado, especialmente a fenomenologia e o existencialismo [...]”. Este autor explica que neste momento de efervescência de produção intelectual da geografia, os intelectuais da corrente de pensamento humanista faziam críticas à geografia de cunho lógico-positivista.

No campo de investigação sobre as diversas correntes da geografia, Corrêa (2003) explica ainda, que a Geografia lógico-positivista produzida na década 1950, denominada de “Geografia teórico-quantitativa” foi uma corrente de pensamento baseada em modelos matemáticos com ênfase nos métodos quantitativos, na objetividade e neutralidade, ou seja, no distanciamento de abordagens subjetivas e valorativas.

## **ESPAÇO E LUGAR NA OBRA DE YI-FU TUAN: EXPERIÊNCIA, EMOÇÃO E PENSAMENTO**

Para compreendermos a estrutura de pensamento de Yi-Fu Tuan, é importante mencionar seu primeiro livro “Topofilia” publicado originalmente em 1974 e traduzido para o português por Livia Oliveira em 1980. O título “Topofilia” fundamenta seus construtos e elaboração conceitual que permeia toda sua trajetória e, para Tuan (1980, p. 4), designa “[...] o elo afetivo entre a pessoa e o lugar ou ambiente físico”.

Etimologicamente, derivada do grego “topos”, significa “lugar”; enquanto, “filó” significa amor, amizade e afinidade. Tuan desenvolve o conceito “Topofilia” que permeia todo o corpo de sua obra e é a partir desse conceito elaborado, que as suas demais obras são norteadas robustecendo a teoria humanista e contribuindo para a epistemologia da geografia.

Neste artigo, não nos deteremos nesta obra, mas ela servirá como ponte ao livro que nos propomos a analisar, “Espaço e lugar: a perspectiva da experiência”. Este livro foi publicado originalmente em 1977 e traduzido para o português também por Livia Oliveira, em 1983. Assim, nos deteremos nesta obra para responder à pergunta investigativa inicialmente traçada.

O livro “Espaço e lugar: a perspectiva da experiência” está organizado em treze capítulos sem nos atermos ao epílogo. Em linhas gerais, já na introdução, Tuan faz uma discussão amparado pelo conceito “Topofilia” elaborado em sua obra anterior e, a partir dela, ressalta que o indivíduo e a sociedade atuam de modo objetivo, pelo valor da experiência e; de modo subjetivo, pela força dos sentimentos e da cultura que criam forma(s) diferenciadas na relação com o espaço e o lugar. Para este autor a experiência não é destituída de sentimento, emoções e pensamento.

Os dois primeiros capítulos são complementares, pois o autor traz à luz a relevância do experiencial em que os indivíduos em etapas etárias e distintas da vida - sejam bebês, crianças, adultos e idosos - constroem sua realidade espacial e de lugar por diferentes perspectivas por meios dos cinco sentidos - o olfato, o tato, o paladar, a audição e a visão – e; na compreensão do autor, o sentido da percepção visual somado aos outros, criam condições para um universo subjetivo de signos e significados que compõem a estrutura da experiência humana; pois são as “emoções [que] dão colorido a toda experiência humana, incluindo os níveis mais altos do pensamento (Tuan, 193).

Dentre os diversos exemplos mencionados sobre as variadas perspectivas experienciais do espaço, o autor cita os povos originários que vivem em torno do Círculo Polar Ártico, os esquimós. Sua análise de gênero permitiu identificar que a percepção do espaço para a mulher esquimó se vincula a uma localização relativa, ao passo que a do homem/caçador esquimó tem uma forte ligação com demarcação espacial. Tuan acrescenta que a percepção do homem está imbuída de sentidos e mentalidade distintas, como a dos povos originários das grandes planícies da

América do Norte, Dakota e Pueblo. Assim, explica o autor que, enquanto os primeiros povos, caçadores e nômades, evidenciam o espaço como “formas circulares, desde a forma dos ninhos dos pássaros até o trajeto das estrelas; os índios Pueblo, agricultores sedentários, percebiam o espaço de geometria retangular.

Em continuidade ao seu construto teórico, Tuan avança e aprofunda sua discussão sobre espaço e lugar, a partir do corpo humano, pois o “‘espaço’ é um termo abstrato para um conjunto complexo de ideias” (Tuan, 1983). Logo, os princípios fundamentais da organização espacial estão diretamente correlatos a postura e a estrutura do corpo humano nas relações entre as pessoas. Por conseguinte, afirma o autor que “a palavra ‘corpo’ sugere de imediato antes um objeto que um ser vivo e espiritual. O corpo é uma “coisa” e está no espaço ou ocupa espaço (Tuan,1983)”.

Assim sendo, em sua análise, o humano em processo de sua experiência íntima com seu corpo e com outras pessoas constrói o espaço com objetivos sociais diversos e não se limita às necessidades biológicas. Portanto, nesta direção yifutuana, o corpo se constitui objeto de referência para as relações pessoais e para os valores espaciais. E dependendo da cultura em que este corpo se movimenta no espaço, as formas de dividir o seu mundo estão carregadas de valores sociais e de suas vontades, a exemplo dos índios Yurok da Califórnia e da percepção da cosmografia religiosa dos Chung Yuan na Planície Central da China.

Outra questão abordada no livro, diz respeito ao número de pessoas, espaciosidade e apinhamento sobre o espaço. Mas sem nos deter às minúcias, o autor demonstra que na cultura oriental, sobretudo na China antiga, os centros de população estavam localizados no espaço relativamente aberto do Norte semiúmido e semiárido, aproximado ao Deserto de Gobi. A perspectiva da espaciosidade, seja em montanhas florestadas ou em planícies com pastagens, resulta, em parte, da experiência histórica das pessoas (Tuan, 1983).

Já na cultura ocidental capitalista, Tuan, (1983, p. 65) afirma que a percepção do espaço, é uma fonte “[...] de poder pode ser insaciável - particularmente o poder sobre o dinheiro ou território, visto que os crescimentos financeiro e territorial [...] que demandam pequeno esforço imaginativo para serem concebidas e extrapoladas”. Logo, compreendemos que a percepção do espaço para os capitalistas industriais e financeiros, os latifundiários do agronegócio, os médios

empreendedores, o desejo de poder, cobiça e lucro são elementos essenciais para a exploração do espaço e para os negócios.

Em relação ao espaço mítico e ao lugar, Tuan (1983, p.96) afirma que o mito frequentemente é contrastado com a realidade. Os mitos florescem na ausência do conhecimento preciso”. Logo, criamos na nossa imaginação geografia míticas que podem ter pouca ou nenhuma conexão com a realidade. Há também outro tipo de espaço mítico, que atua como um elemento de uma visão do mundo ou cosmologia; ou seja, a visão do mundo constitui um esforço sistemático das pessoas para compreender o meio ambiente.

Para responder à visão do lugar do homem na natureza, Tuan (1983, p. 100) explica, que o ser humano se relaciona com a terra e o cosmos baseado em dois esquemas: o corpo humano é compreendido como uma imagem do cosmos e; noutro esquema de percepção, o homem é o centro de um sistema cósmico orientado para os pontos cardeais e para o eixo vertical. Baseado nesta explicação, Tuan exemplifica, que na China

Há uma crença popular de que a terra é um ser cósmico: as montanhas são seu corpo, as rochas seus ossos, a água o sangue que corre através de suas veias, árvores e capins seus cabelos, as nuvens e a neblina os vapores de sua respiração - a respiração cósmica ou nuvem, que é a essência visível da vida (Tuan, 1983, p. 100)

Essa percepção cósmica e antropocêntrica também havia na Europa medieval, pois o corpo humano estaria ligado a dois sistemas cósmicos: ao zodíaco e planetário.

Assim, algumas das sociedades que trabalhavam na agricultura para se sustentar eram influenciadas pelo sistema climático, pelas estações, pelas estrelas e pelas fases da Lua.

É importante mencionar que nesta discussão do espaço mítico yifutuano, depreendemos que o espaço mítico significa um constructo intelectual, e uma resposta do sentimento e da imaginação às necessidades humanas fundamentais; o que se diferencia dos espaços pragmáticos e cientificamente elaborados. Na reflexão do espaço e lugar, Tuan (1983, p. 146) traz a luz a questão do tempo, e em linhas gerais, afirma “que o espaço e tempo coexistem, se entre mesclam e cada um deles é definido de acordo com a experiência pessoal”; ou seja, toda atividade humana cria condições espaço-temporal.

E por fim, em relação a discussão sobre a criação do lugar, Tuan lembra, que assim como o espaço, o lugar pode ser definido por diferentes óticas e o conhecimento do lugar por escalas diferenciadas. O autor ressalta que há um lugar criado como um símbolo público, ou seja, a construção da cidade pela expressão da arte e da arquitetura como símbolo de poder por meio de objetos (estátuas, pontes, monumentos, praças, ruas, bairros) que podem determinar uma ordem de regulação ou de obstrução.

## **CONCLUSÃO**

As Ciências Ambientais vêm provocando contribuições importantes a partir de discussões acadêmicas e uma plêiade de pesquisas dialogando com diversas áreas do conhecimento, a exemplo da Geografia e da História Ambiental na busca de refletir sobre as questões ambientais de nosso tempo histórico. Neste sentido, a obra do geógrafo chinês, Yi-Fu Tuan trouxe conhecimentos significativos para pensarmos os elementos referenciais da relação da sociedade com a natureza no atual estágio da sociedade.

A leitura desta obra clássica teve um direcionamento, a de tentar responder à pergunta provocativa inicialmente elaborada: Que contribuições a obra de Yi-Fu Tuan traz sobre a relação da sociedade com a natureza no atual estágio da sociedade?

Mas, antes de concluirmos sobre esta questão, notamos que a obra de Tuan observou que o corpo humano constitui uma referência essencial sobre a percepção do espaço e do lugar. Da observação de vários grupos sociais, Tuan compreendeu que o espaço é um termo abstrato para um conjunto complexo de ideias e que os princípios fundamentais da organização espacial estão diretamente correlatas a postura e a estrutura do corpo humano nas relações entre as pessoas. Por conseguinte, o autor aprendeu que a palavra 'corpo' é uma 'coisa' e está no espaço ou ocupa espaço. Daí entra a subjetividade ligada ao espaço concreto e a experiência vivida do lugar no cotidiano.

Assim sendo, observamos que em sua análise, o ser humano em processo de sua experiência íntima com seu corpo e com outras pessoas constroem o espaço com objetivos sociais diversos e, não se limita às necessidades biológicas. Logo, dentro desta compreensão yifutuana, o corpo se constitui objeto de referência para

as relações pessoais e para os valores espaciais e esse elemento é essencial para identificar como esse corpo se movimenta no espaço.

Outra questão que Tuan levantou foi a relevância da cultura, dos costumes e hábitos que este corpo ao longo do tempo se movimenta no espaço e de como surgem diversas formas de dividir o seu mundo estão carregadas de valores sociais e de suas vontades, como citou o exemplo dos índios Yurok da Califórnia e da percepção da cosmografia religiosa dos Chung yuan Planície central da China.

Importante também mencionar, que o autor fez uma discussão sobre os espaços criados pelo sentimento e imaginação dos diversos grupos sociais, o qual faz parte constitutiva das necessidades humanas fundamentais. Observamos que essa subjetividade dos sentidos, sentimentos e imaginação constitui diferença fundamental dos espaços pragmáticos e cientificamente elaborados pela técnica e tecnologia.

Notamos que a experiência mítica também foi observada por Tuan, pois criam percepções de espaço e lugar robustecidos de sentimento, no qual reforça que esse elemento é essencialmente diferente dos espaços produzidos de forma pragmática pela técnica e ciência.

Retornemos à questão do direcionamento que damos à leitura da obra clássica de Tuan, ou seja, sobre a pergunta norteadora, que indagamos inicialmente sobre que contribuições a obra de Yi-Fu Tuan trouxe sobre a relação da sociedade com a natureza no atual estágio da sociedade. Pois, cada vez mais vem aprofundando os problemas ambientais em dimensões e escalas diferenciadas no mundo globalizado do capitalismo financeiro e informacional. Acrescentamos ainda, que a sociedade capitalista ligada às relações da bolsa de valores e da especulação financeira na economia, dos monopólios das grandes empresas multinacionais atrelado funda uma percepção do espaço e lugar desta maneira.

Compreendemos que ao tempo em que haja uma conexão global dos espaços cibernéticos promovidos pelo avanço da informática e de um sistema de transporte integrado, temos espaços e lugares precários. Essa condição cria cada vez mais terreno fértil para uma percepção do espaço e lugar condicionados à produção de mercadorias, que geram lucros para uma pequena parcela da sociedade, construindo espaços e lugares de exploração pela força do trabalho humano. Logo, a construção do espaço e do lugar, resulta dessa lógica exploratória da natureza sem precedentes.

Assim, a produção do espaço e do lugar experienciado por determinações do atual modelo de produção afeta diretamente o meio ambiente urbano e rural e a percepção do espaço e do lugar de grupos sociais distintos, dos povos indígenas, dos pescadores, dos camponeses (as) da agricultura familiar, dos que vivem nas favelas e grandes condomínios fechados, entre outros.

Portanto, foram identificadas abordagens significativas, especificamente na obra de Yi-Fu Tuan “Espaço e lugar: a perspectiva da experiência” sobre a relação da sociedade com o espaço, o lugar e, portanto, com a natureza. Vimos que sua produção acadêmica o definiu como um dos precursores da Geografia Humanista, baseado em pressupostos da Fenomenologia, caracterizado pela subjetividade, pela intuição, pelos sentimentos e pela experiência.

Neste sentido, o autor construiu argumentos analíticos sobre o espaço e o lugar que não podem ser definidos um sem o outro; pois à medida que conhecemos e adotamos de valor, aquele espaço se transforma em lugar. Logo, percebemos também, que o sentido da valoração de um lugar se difere de escala, bem como depende da amplitude da experiência vivida e do conhecimento construído dos grupos sociais e de classes sociais distintas.

Logo, observamos que a reflexão acentuada por Tuan, foi dimensionada sobre o valor da experiência construída e vivida no espaço e lugar não está desligada de sentimentos, emoções e pensamentos. Pois influenciam diretamente na relação do homem com a sociedade e com a natureza de modo objetivo e de modo subjetivo. Assim, a percepção de espaço e lugar está imbuída de sentidos e mentalidades distintas.

Assim sendo, vimos em toda a extensão de sua obra que a percepção do espaço e lugar se difere para as crianças, para os jovens, para os indígenas, para os trabalhadores urbanos, para os agricultores, para os capitalistas, para os comerciantes, para o Estado, entre outros.

De todos os exemplos que o autor abordou, o que nos interessou para responder à pergunta provocativa foi a análise de Tuan sobre as sociedades ocidentais capitalistas. Pois constatamos que o espírito da lógica empresarial e de mercado está cada vez mais fortalecido nestas sociedades.

Essa questão trabalhada por Tuan pode lançar novos horizontes à sociedade, pois se os referenciais sobre a percepção do espaço como recurso que produz riqueza pelo Estado capitalista e pelos capitalistas; constitui a expressão máxima da

exploração da natureza e da exploração da força de trabalho humano. A sociedade por meio da experiência vivida no cotidiano dos lugares construídos por sentimentos e emoções, necessita questionar, quais as saídas para a resolução das questões ambientais que enfrentamos. E ao que parece são as experiências históricas da sociedade no espaço e lugar que encontrarão elementos de resolução das questões ambientais que vivemos.

Portanto, constatamos que Tuan em toda a extensão do livro faz uma análise aguçada de como os diversos grupos sociais têm diferentes percepções do espaço e do lugar. Logo, a complexidade do espaço e lugar se diferenciam na estratificação das famílias abastadas, pelos povos indígenas, pelos moradores das classes operárias, dos camponeses, dos agricultores de subsistência, dos caçadores e coletores, das crianças, jovens e adultos. Enfim, é no meio dessa complexa relação com o espaço e lugar vivido, que a atual sociedade encontrará caminhos que não somente, resolvam questões ambientais, mas uma nova forma de vida, que não seja baseada na exploração capitalista da natureza.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao PPGEGRN/UFCG - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande e em especial ao pesquisador, professor Dr. José Otávio Aguiar.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, Glória da Anunciação e CUSTÓDIO, Alves. Uso e registro de fontes bibliográficas. In: VENTURI, Luís Antônio Bittar (org.). **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula**. 321-332. São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

*ANNALS OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF GEOGRAPHERS*. Disponível em: <https://www.aag.org/journal/annals-of-the-aag/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

BARROS, José D'Assunção. Fontes históricas: uma introdução à sua definição, à sua função no trabalho do historiador, e à sua variedade de tipos. In: **Cadernos do Tempo Presente**, São Cristóvão-SE, v. 11, n. 02, p. 03-26, jul./dez. 2020. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/tempo/article/view/15006>. Acesso em: 16 ago. 2025.

CLAVAL, Paul. O espaço vivido, a experiência dos lugares e a geografia humanista. In: CLAVAL, Paulo. **História da geografia**. 115-117. Lisboa: Edições 70, 2006.

CORRÊA, Roberto Lobato. Espaço e a geografia teórico-quantitativa. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa e CORRÊA, Roberto Lobato (org.). **Geografia: conceitos e temas**. 19-23. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

\_\_\_\_\_, Roberto Lobato. Espaço e geografia humanista e cultural. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo César da Costa e CORRÊA, Roberto Lobato (org.). **Geografia: conceitos e temas**. 30-35. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GOMES, Paulo César da Costa. O horizonte humanista. In: GOMES, Paulo Cesar da Costa. **Geografia e modernidade**. 304-337. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

HOLZER, Werther. A Geografia Humanista: uma revisão. **Espaço e Cultura**. Rio de Janeiro, p. 137–147, 2013. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/espacoecultura/article/view/6142>. Acesso em: 17 ago. 2025.

TUAN, Y. F.. Geografia Humanística. In: CHRISTOFOLETTI, Antônio. (Org.). **Perspectivas da Geografia**. São Paulo: Difel, 1982. Cap. 7, p. 143-164.

\_\_\_\_\_, Yi-Fu. **Espaço e lugar**: a perspectiva da experiência. (Tradução de Livia de Oliveira). São Paulo: DIFEL, 1983.

TUAN, Y. F. (1976). HUMANISTIC GEOGRAPHY. *Annals of the Association of American Geographers*, 66(2), 266–276. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1976.tb01089.x>. Acesso em: 17 ago. 2025.

# RELAÇÕES ENTRE AS POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO E O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA: ANÁLISE HISTÓRICA (1953–2025)

**Hebe Souza de Oliveira<sup>1</sup>**  
Serviço Geológico do Brasil (SGB)  
hebesol1@gmail.com

**RESUMO:** Esta pesquisa analisou as relações entre as políticas de desenvolvimento do governo brasileiro e o desmatamento na Amazônia Legal, no período de 1953 a 2025. O objetivo foi avaliar se tais políticas desempenharam papel relevante no avanço do desmatamento na região. No que tange à metodologia, adotou-se a perspectiva da História Ambiental para a análise das fontes, que incluíram bibliografia especializada, dados estatísticos, informações de órgãos oficiais e a legislação brasileira. Os resultados demonstraram que as aberturas de grandes rodovias, as construções de hidrelétricas, os projetos de mineração e os incentivos à agropecuária foram fatores decisivos para o avanço da degradação ambiental, afetando inclusive os povos indígenas. Destaca-se que esta pesquisa preencheu uma lacuna ao reunir, de forma integrada e em perspectiva histórica, os principais vetores do desmatamento na Amazônia Legal. Concluiu-se que o processo histórico de ocupação e exploração da região foi estruturado por políticas que privilegiaram a integração territorial e o crescimento econômico em detrimento da conservação ambiental. Diante disso, faz-se necessária a formulação de políticas que permitam o desenvolvimento sustentável e evitem repetições de ações que favoreçam o desmatamento.

**Palavras-chave:** Políticas de Desenvolvimento; Desmatamento; Amazônia; História Ambiental.

---

<sup>1</sup> Doutora em História pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e analista em Geociências no Serviço Geológico do Brasil (SGB), com pesquisas voltadas à história da Amazônia, à história ambiental e aos eventos hidrológicos extremos.

**RELATIONSHIP BETWEEN DEVELOPMENT POLICIES AND DEFORESTATION  
IN THE BRAZILIAN LEGAL AMAZON REGION: HISTORICAL ANALYSIS  
(1953–2025)**

**ABSTRACT:** This research analyzed the relationships between the development policies of the Brazilian government and deforestation in the Legal Amazon region from 1953 to 2025. The objective was to assess whether such policies played a significant role in the advancement of deforestation in the region. In relation to the methodology, an environmental history perspective was adopted for data analysis, which included specialized bibliography, statistical data, information from official agencies, and Brazilian legislation. The results showed that the opening of major highways, the construction of hydroelectric plants, mining projects, and incentives for agriculture and livestock farming were decisive factors in the advance of environmental degradation, affecting even indigenous peoples. It should be noted that this research filled a gap by bringing together, in an integrated manner and from a historical perspective, the main drivers of deforestation in the Brazilian Legal Amazon. It was concluded that the historical process of occupation and exploitation of the region was structured by policies that prioritized territorial integration and economic growth at the expense of environmental conservation. In view of this, it is necessary to formulate new policies that enable sustainable development and prevent the repetition of activities that promote deforestation.

**Keywords:** Development Policies; Deforestation; Amazon; Environmental History.

## **INTRODUÇÃO**

A Amazônia Legal tem sua origem jurídica na Lei nº 1.806/1953, que instituiu o Plano de Valorização Econômica da Amazônia durante o governo de Getúlio Vargas (1951-1954). A lei delimitou uma área da chamada “Amazônia brasileira” para fins de planejamento estatal, visando impulsionar atividades extrativas, agrícolas, pecuárias, minerais e industriais, melhorar as condições socioeconômicas das populações regionais e ampliar a riqueza nacional. Na perspectiva estatal, tratava-se de uma vasta área pouco explorada e com baixa densidade demográfica. Em 1966, durante o regime militar, a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) substituiu a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), por meio da Lei nº 5.173/1966. De acordo com o IBGE (2025), a área da Amazônia Legal passou por sucessivas redefinições territoriais ao longo das décadas, associadas às políticas federais de planejamento regional, até atingir sua configuração atual, abrangendo nove Estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e parte do Maranhão. Atualmente, a região corresponde a cerca de 5 milhões de km<sup>2</sup>, o que equivale a aproximadamente 59% do território brasileiro. As políticas de desenvolvimento promoveram significativas intervenções, classificáveis em quatro grandes eixos: a construção de rodovias, o incentivo à agropecuária, a implantação de hidrelétricas e a exploração mineral. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar se tais políticas tiveram papel relevante na expansão do desmatamento na Amazônia Legal.

## **A IMPLANTAÇÃO DE RODOVIAS, HIDRELÉTRICAS, AGROPECUÁRIA E MINERAÇÃO NA AMAZÔNIA LEGAL**

A primeira grande rodovia de integração nacional a alcançar a Amazônia, funcionando como eixo pioneiro para projetos posteriores, foi a Rodovia Belém–Brasília (BR-010), concebida pelo presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961), no contexto do seu Programa de Metas (1959). Segundo o Memorial da Democracia (2025), sua construção teve início em 1958 e seu primeiro trecho foi inaugurado em 01/02/1959. Conforme a Casa Civil (2025), a BR-010 liga Belém (PA) a Brasília (DF), percorrendo o Pará, Maranhão, Tocantins, Goiás e Distrito Federal, com cerca de 1.900 km de extensão. Outra grande rodovia iniciada por Juscelino Kubitschek (1959) foi a Transbrasiliana (BR-153). Segundo o Ministério dos Transportes (2025), atualmente a BR-153 liga Marabá (PA) a Aceguá (RS),

atravessando os Estados do Pará, Tocantins, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul até chegar à fronteira com o Uruguai, com cerca de 3.800 km de extensão. Ademais, de acordo com Ferreira (2023), na década de 1960, Juscelino foi o responsável pela construção inicial da BR-364, posteriormente nomeada Rodovia Juscelino Kubitschek, que, na atualidade, liga Mâncio Lima (AC) a Cordeirópolis (SP), percorrendo os Estados do Acre, Rondônia, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e São Paulo, com mais de 4.200 km de extensão, conforme informações do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2023). Para Becker (2007), Juscelino Kubitschek promoveu ações efetivas por meio da implantação de grandes rodovias na Amazônia, estimulando a migração para a região e impactando o crescimento populacional, que, a partir de então, passou a crescer de modo mais acelerado.

No governo militar do presidente Emílio Médici (1969-1974), o Decreto-Lei nº 1.106/1970 instituiu o Plano de Integração Nacional (PIN) e, em seu art. 2º, determinou a construção imediata das Rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém. O traçado original da Transamazônica (BR-230) previa a ligação entre o litoral do Nordeste, partindo de Cabedelo (PB), até o oeste do Amazonas, com a intenção de alcançar Benjamin Constant, na fronteira com o Peru, conforme a Relação Descritiva da Lei nº 5.917/1973, que instituiu o Plano Nacional de Viação. Todavia, não houve conclusão integral do traçado planejado, e a rodovia atualmente tem longos trechos sem pavimentação e em más condições, principalmente nos Estados do Pará e do Amazonas (Crusoé, 2025). Na realidade, a Transamazônica vai de Cabedelo (PB) até Lábrea (AM), percorrendo aproximadamente 5.000 km de extensão, atravessando os Estados da Paraíba, Ceará, Piauí, Maranhão, Tocantins, Pará e Amazonas, segundo informações do Ministério dos Transportes (2025). Outrossim, a Rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163) foi construída e pavimentada por etapas em várias gestões e teve seu trajeto bastante ampliado. De acordo com o Ministério dos Transportes (2024), na atualidade, a BR-163 vai de Tenente Portela (RS) até Santarém (PA), percorrendo cerca de 3.500 km, conectando norte-sul do Brasil, atravessando os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Pará. Conforme informações do Ministério dos Transportes (2024), a BR-163 tornou-se estratégica para o agronegócio brasileiro, atravessando regiões ricas em recursos naturais e desempenhando um papel crucial

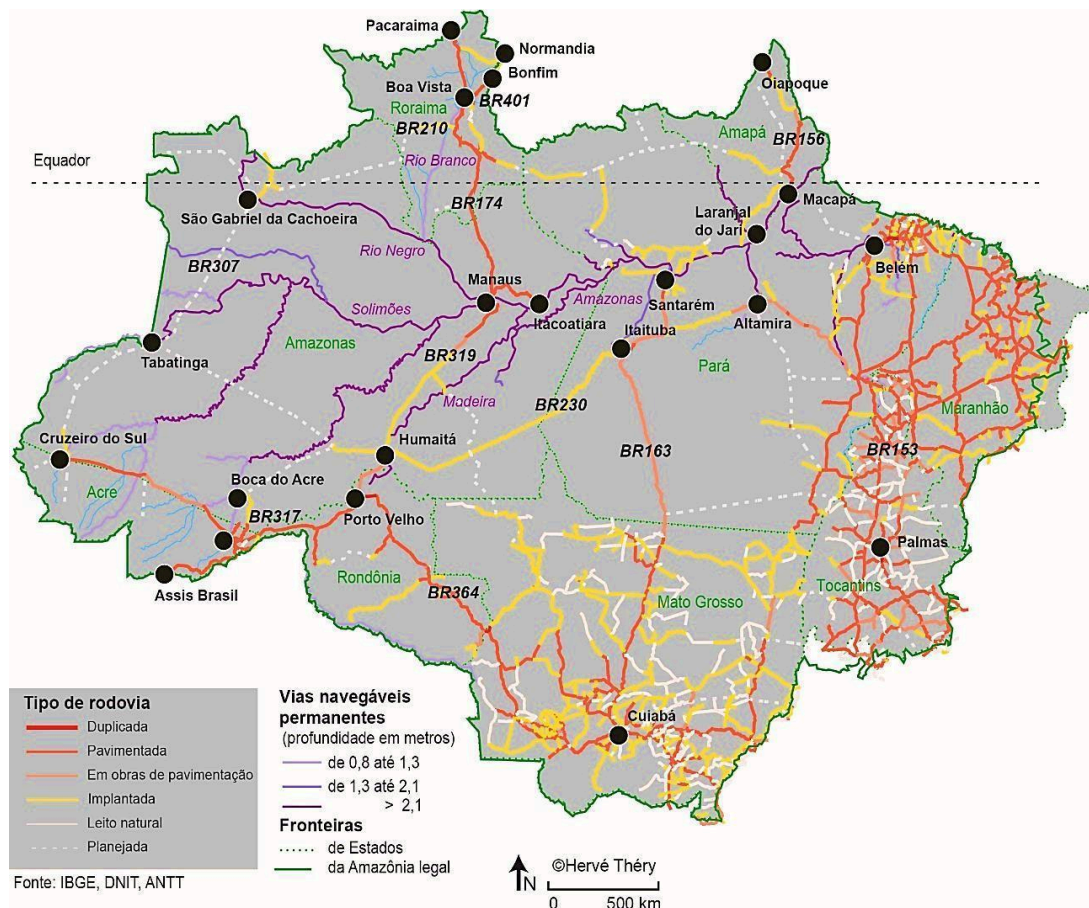
no transporte de matérias-primas e na distribuição de produtos para mercados nacionais e internacionais.

As rodovias BR-174, BR-319 e a BR-317 aparecem listadas entre as rodovias federais do Decreto-Lei nº 1.164/1971 e também fizeram parte do Plano Nacional de Viação, Lei nº 5.917/1973. A primeira inauguração da Rodovia Manaus-Boa Vista (BR-174) ocorreu em 1977, no governo do presidente Ernesto Geisel (1974-1979), em meio a polêmicas com o povo indígena Waimiri-Atroari e impulsionando o crescimento populacional de Roraima (Monteiro; Laroque, 2018). Atualmente, a BR-174 tem cerca de 700 km de extensão, ligando Manaus (AM) ao município de Pacaraima (RR), na fronteira com a Venezuela, sendo considerada fundamental para a integração nacional e sul-americana, conforme informações do Ministério dos Transportes (2024). Destaca-se que a BR-174 está em condições razoáveis, mas alguns trechos precisam de obras de melhoria (Revista Cenarium, 2023). Outrossim, destaca-se a Rodovia Manaus–Porto Velho (BR-319), inaugurada em 1976, no governo do presidente Ernesto Geisel, a BR-319, com cerca de 885 km de extensão, é fundamental para o escoamento de produtos agropecuários da região, bem como da produção industrial da Zona Franca de Manaus, conforme informações do DNIT (2023). Todavia, a BR-319 tem longos trechos em péssimas condições e sem pavimentação. O asfaltamento da BR-319 é polêmico, já que, assim como pode reduzir o isolamento logístico e facilitar a ligação de Manaus ao restante do Brasil, também pode impulsionar o desmatamento, prejudicando especialmente povos indígenas. No que tange à Rodovia do Pacífico (BR-317), inaugurada na década de 1970, na atualidade tem mais de 900 km de extensão, com longos trechos em más condições e sem pavimentação (DNIT, 2022), interligando os municípios de Boca do Acre (AM) a Assis Brasil (AC), na tríplice fronteira entre o Brasil, o Peru e a Bolívia (DNIT, 2024).

Conforme informações do Amazônia Legal em Dados (2025), a região possui mais de 37 mil quilômetros de rodovias federais pavimentadas, concentradas principalmente nos seguintes Estados: Mato Grosso (21,6%), Tocantins (19,5%), Maranhão (18,4%), Pará (16,3%) e Rondônia (8,7%). De acordo com Neto (2019), as rodovias na Amazônia, inicialmente concebidas sob uma lógica geopolítica clássica, passaram a ter relevância militar e, atualmente, econômica, servindo a múltiplos interesses. Elas não apenas conectam territórios por vias terrestres, mas integram diversos modais e infraestruturas, potencializando investimentos e o

controle sobre rotas de transporte na região. Na Figura 1, observa-se a distribuição da malha rodoviária federal nos Estados que compõe a Amazônia Legal.

**Figura 1 – Rodovias Federais na Amazônia Legal.**



Fonte: Neto (2019).

O presidente Juscelino Kubitschek adotou medidas efetivas para ampliar a produção energética no Brasil, incluindo a região que hoje compreende a Amazônia Legal. Por meio da Lei nº 2.740/1956, autorizou o governo do então Território Federal do Amapá a organizar a Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA), sociedade de economia mista destinada a construir e explorar sistemas de geração e distribuição de energia elétrica. A CEA tornou-se a mais antiga concessionária estadual da Região Norte. No governo militar de Ernesto Geisel (1974-1979), a Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), em parceria com a CEA, iniciou a construção da hidrelétrica de Coaracy Nunes (Paredão), no Rio Araguari, em julho de 1974. Sua operação começou em novembro de 1975, com 39 MW, tornando-se a primeira hidrelétrica da Amazônia, responsável por abastecer

Macapá, áreas próximas e a extração de manganês na Serra do Navio. Na área central da Amazônia, destaca-se a Usina Hidrelétrica de Curuá-Una, em Santarém (Pará), inaugurada em 1977. No governo militar de Emílio Garrastazu Médici (1969-1974), o Decreto nº 74.279/1974 concedeu à Eletronorte o aproveitamento da energia hidráulica do Rio Tocantins. Seu principal empreendimento foi a hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, a 320 km ao sul de Belém, com mais de 8.000 MW de potencial, tornando-se a maior usina totalmente brasileira e abaixo apenas da binacional Itaipu. No governo militar de João Figueiredo (1979-1985), em 30/12/1984, Tucuruí entrou em operação, como a primeira hidrelétrica de grande porte da Amazônia Legal. Salienta-se que todas essas informações são do site oficial da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2025). No Estado do Amazonas, destaca-se a hidrelétrica de Balbina, no Rio Uatumã, município de Presidente Figueiredo, que iniciou operação em 19/02/1989, com potência instalada de 249 MW, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH, 2025).

No governo do presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2003), ocorreu a interligação Norte-Sul em 1999, um marco na integração do sistema elétrico brasileiro. A Eletronorte, em parceria com Furnas, foi responsável pela construção do sistema de transmissão que conectou os sistemas interligados Norte-Nordeste e Sul-Sudeste, mediante a implantação de 1.270 km de linhas de 500 kV entre as subestações de Imperatriz (MA) e Samambaia (DF). A interligação entrou em operação no mesmo ano, consolidando o Sistema Interligado Nacional (SIN). À Eletronorte coube a implantação das linhas e subestações entre Imperatriz e Miracema (TO) e, simultaneamente, o desenvolvimento do sistema de transmissão no Pará, para levar energia de Tucuruí a localidades do oeste do estado, como Altamira e Santarém. O sistema Tramoeste, em 230 kV, também iniciou operação em 1999. No mesmo período, o país enfrentou a chamada “crise do apagão”, marcada pelo racionamento de energia elétrica, adotado entre 2001 e o início de 2002 como principal medida para evitar apagões generalizados. O racionamento afetou cidades das Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, incluindo o Distrito Federal (ANEEL, 2025).

No mandato da presidente Dilma Rousseff (2011-2016), entrou em operação a Usina Hidrelétrica Santo Antônio, em 29/03/2012, em Rondônia, com potência instalada de 3.568 MW. Em 2017, no governo do presidente Michel Temer

(2016-2019), ocorreu a energização do primeiro circuito da Linha de Transmissão Xingu-Estreito, ligada ao sistema da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. No governo do presidente Jair Bolsonaro, em 2019, foi inaugurada a maior linha de transmissão do mundo, com 2.539 km, conectando Altamira (PA) a Nova Iguaçu (RJ) e atravessando 81 cidades em cinco estados. Esse sistema transporta a energia gerada pela hidrelétrica de Belo Monte (PA) para a Região Sudeste, sendo que o contrato para sua construção foi assinado em 2015, ainda no governo da presidente Dilma Rousseff. O Estado de Rondônia foi conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) em 2010, o Acre em 26/03/2013, e o Amazonas em 01/07/2013, por um sistema de transmissão de 500 kV com cerca de 1.400 km de extensão. Em 15/09/2015, a Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA) concluiu os procedimentos necessários para a conexão definitiva do estado ao Sistema Interligado Nacional. A energia passou a ser integrada a partir da Usina Termelétrica Santana e da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, que antes operavam de forma isolada do sistema (ANEEL, 2025).

Segundo Fearnside (2015), um dos grandes problemas das hidrelétricas são os reservatórios, que exigem a construção de grandes barragens e a inundação de extensas áreas. Esse foi o caso de Balbina, no Amazonas, que possui um reservatório de 19.958,74 hm<sup>3</sup>, mas produz apenas 249 MW. Comparada à Hidrelétrica de Belo Monte, Balbina tem um reservatório mais de oito vezes maior, mas gera cerca de 45 vezes menos energia elétrica. Entretanto, é preciso considerar a tecnologia disponível em 1989, época em que Balbina entrou em operação. Um fato relevante é a melhoria no aproveitamento energético em relação ao tamanho dos reservatórios. Enquanto as hidrelétricas construídas nas décadas de 1970 e 1980 precisavam de grandes áreas inundadas, a partir da década de 1990 houve maior eficácia na produção de energia. Assim, as usinas passaram a ter reservatórios menores, mas com maior capacidade de geração elétrica. São exemplos disso as usinas Hidrelétricas de Tucuruí e Belo Monte. Tucuruí, em operação desde 1984, possui um reservatório de 50.275 hm<sup>3</sup> e produção de até 8.535 MW, enquanto Belo Monte, em operação desde 2016, tem um reservatório de 2.271 hm<sup>3</sup> e produção de mais de 11.233 MW. Apesar do reservatório de Belo Monte ser 22 vezes menor que o de Tucuruí, a usina gera cerca de 32% mais energia elétrica, evidenciando uma melhora significativa na eficiência energética, resultado também de novas técnicas e tecnologias. Apesar do desempenho aprimorado, os

reservatórios ainda provocam impactos significativos. As hidrelétricas na Amazônia afetam principalmente comunidades locais e indígenas, enquanto os benefícios se concentram nas áreas urbanas. O Rio Madeira e o Rio Tocantins possuem grandes usinas em operação e sofreram intensos impactos socioambientais. Mesmo diante desse cenário, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva assinou o Decreto nº 12.600/2025, que incluiu as hidrovias do Rio Madeira, do Rio Tapajós e do Rio Tocantins no Programa Nacional de Desestatização. Por conta disso, houve uma grande mobilização popular que pressionou o Poder Executivo a ponto de revogar tal decreto, conforme informações da Secretaria de Comunicação Social (2026). No Quadro 1, apresentam-se, por ordem, as cinco maiores hidrelétricas do Brasil em operação, das quais quatro estão localizadas na Amazônia Legal.

**Quadro 1 – As cinco maiores hidrelétricas do Brasil.**

Nº	Usina Hidrelétrica	Município e Estado	Rio	Potência (KW)	Volume do reservatório Máximo (hm³)	Início de operação
1	Itaipu	Foz do Iguaçu (Paraná/Brasil) e Ciudad del Este (Paraguai)	Rio Paraná	14.000.000 sendo 7.000.000 no Brasil	29.000	31/03/1989
2	Belo Monte	Altamira e Vitória do Xingu (Pará)	Rio Xingú	11.233.100	2.271	19/04/2016
3	Tucuruí	Tucuruí e Breu Branco (Pará)	Rio Tocantins	8.535.000	50.275	29/12/1984
4	Jirau	Porto Velho (Rondônia)	Rio Madeira	3.750.000	0	05/09/2013
5	Santo Antônio	Porto Velho (Rondônia)	Rio Madeira	3.568.000	2.075	29/03/2012

Fonte: elaborado pela autora com base em informações do SNIRH e Itaipu, 2025.

Considerando-se apenas a energia destinada ao país, as usinas de Belo Monte e Tucuruí são as maiores, superando a binacional Itaipu. Salienta-se que a usina Jirau é uma hidrelétrica a fio d'água, ou seja, não possui reservatório de acumulação de água e, portanto, não controla a produção de energia. Por isso, a geração de energia ocorre em grande volume apenas entre os meses de dezembro

e maio, durante o período de enchente. Entretanto, uma nova outorga da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), concedida em 2024, autorizou a usina a utilizar reservatório, visando permitir maior constância na produção de energia elétrica. A Bacia Hidrográfica Amazônica constitui a mais extensa rede hidrográfica do mundo, com aproximadamente 6 milhões de km<sup>2</sup>, dos quais o Brasil detém mais de 62% (OTCA; ANA; ABC, 2023). Assim, o potencial energético da Amazônia brasileira é imenso.

No que se refere à exploração mineral na Amazônia, esta ganhou impulso a partir de meados do século XX. No município de Serra do Navio, no Estado do Amapá, a presença de manganês foi identificada em 1945 pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). A exploração foi autorizada pelo Decreto-Lei nº 9.858/1946, no governo do presidente Eurico Gaspar Dutra (1946-1951), permitindo à Sociedade Brasileira de Indústria e Comércio de Minérios de Ferro e Manganês (Icomi) conduzir a mineração, em parceria com a empresa Bethlehem Steel (MC, 2025). No governo do presidente Artur da Costa e Silva, destacou-se a descoberta da Província Mineral de Carajás em 1967 (CPG, 2025). Para viabilizar sua exploração em larga escala, foi criada em 1980 a Amazonas Mineração S.A. (AMZA), pelo Decreto-Lei nº 1.813/1980, no governo militar do presidente João Figueiredo (1979-1985), possibilitando a construção da Estrada de Ferro Carajás, com cerca de 900 km, inaugurada em 1985. Essa ferrovia escoou o minério da Serra dos Carajás, em Parauapebas (Pará), até o Porto de Ponta da Madeira, em São Luís (Maranhão), para exportação. A Vale S.A., já participante da AMZA, assumiu posteriormente o controle total do Complexo de Carajás, a maior mina de ferro a céu aberto do mundo (CPG, 2025).

No Estado do Amazonas, em Presidente Figueiredo, entre 1976 e 1978, foram identificados depósitos de cassiterita na área do Rio Pitinga, na Bacia Hidrográfica do Uatumã, durante o programa de reconhecimento geológico conduzido pelo DNPM e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Essas pesquisas forneceram a base para a exploração comercial pela Mineração Taboca S.A., a partir de 1982 (DNPM, 2001). Destaca-se ainda o Campo Petrolífero de Urucu, descoberto em 1986 pela Petrobras (Revista OE, 2025), cuja produção inclui petróleo, Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e gás natural, este último escoado pelo gasoduto Urucu–Coari–Manaus, com 383 km de extensão. A produção de petróleo e gás em Coari está entre as maiores do país (ANP, 2019).

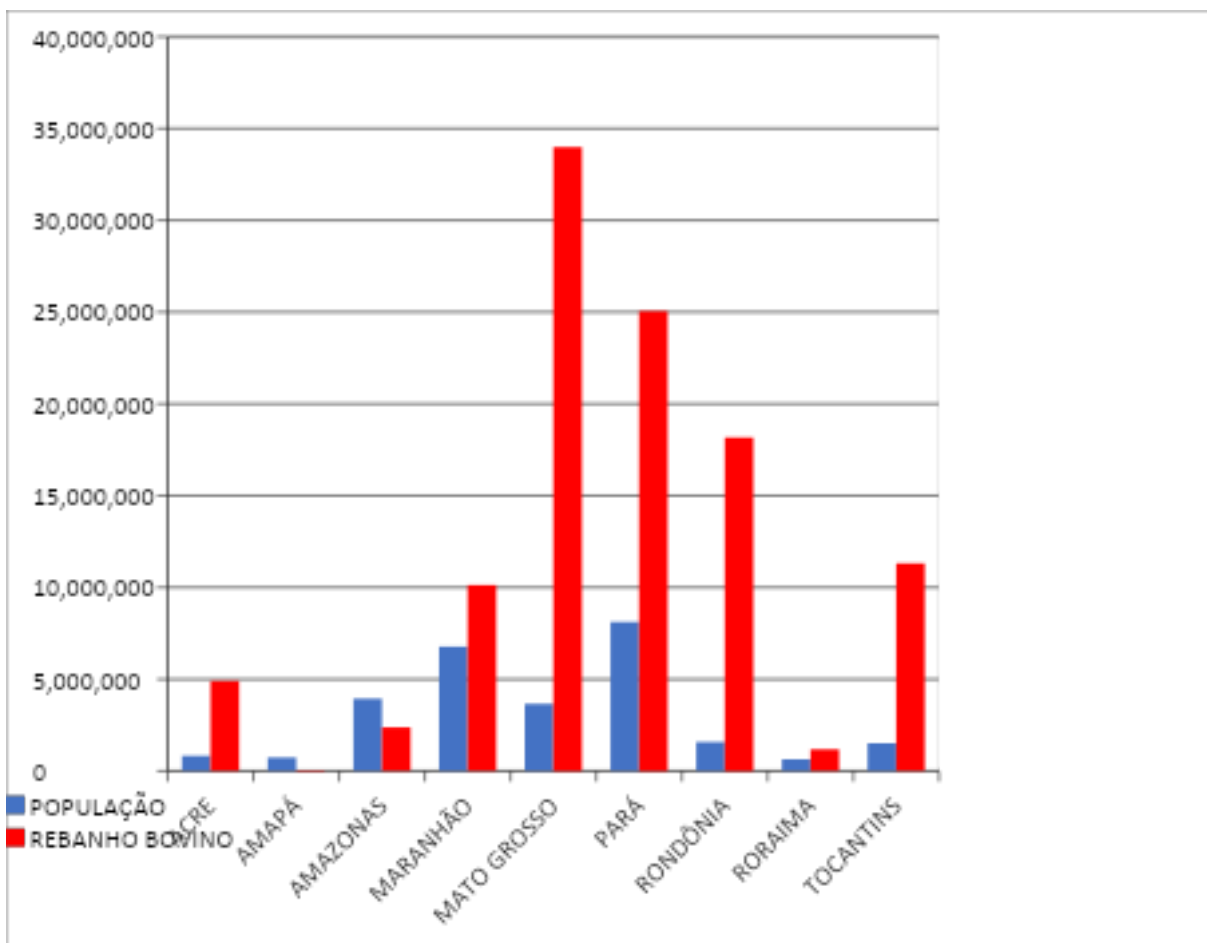
Em Curionópolis (Pará), destaca-se o garimpo da Serra Pelada, que foi uma das maiores minas de ouro a céu aberto do mundo. Descoberto em dezembro de 1979 no córrego Grotta Rica, o ouro atraiu milhares de garimpeiros, formando rapidamente a Vila de Serra Pelada (Nickelsberg, 1985). A exploração comercial começou em 1980, conduzida por uma subsidiária da Companhia Vale do Rio Doce, com trabalho manual intenso. Em 1983, a produção atingiu cerca de 14 toneladas de ouro, totalizando aproximadamente 42 toneladas extraídas entre 1980 e 1990 por cerca de 100 mil trabalhadores (DMT, 2025). As atividades foram suspensas em 1992 devido a mudanças na legislação, especialmente a Lei nº 7.194/1984, e a área foi posteriormente inundada, embora ainda se estime que exista no local cerca de 50 toneladas de ouro (DMT, 2025).

No que se refere à agropecuária na Amazônia, destaca-se o Decreto-Lei nº 1.164/1971 que declarou indispensáveis à segurança e ao desenvolvimento nacional as faixas de terras situadas na Amazônia Legal, abrangendo 100 km de cada lado das rodovias federais. Assim, estabeleceu a base jurídica para a política de colonização oficial, que ficou sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Dessa maneira, o incentivo à ocupação e desenvolvimento do setor primário ao longo das rodovias federais na Amazônia era política de Estado.

A criação de gado bovino tem se expandido de forma acelerada na Amazônia Legal. Segundo informações do IBGE (2023), em 1974, o rebanho bovino na região era em torno de 15 milhões de cabeças de gado; em 1994 era de mais de 34 milhões; em 2014 era de mais de 82 milhões; e em 2023 era mais de 107 milhões. O Estado do Mato Grosso possui o maior rebanho do Brasil, sozinho, concentra mais de 14% do rebanho do país, aproximadamente 34 milhões de cabeças de gado bovino, ou seja, tem 9 vezes mais gado do que gente, já que a população total do estado é de 3,6 milhões de habitantes. O Estado do Pará tem o segundo maior rebanho bovino do país, cerca de 10%, mais de 25 milhões de cabeças. Mas, com cerca de 8% do rebanho do país, o Estado de Rondônia é o que tem a proporção de cabeças de gado por habitantes mais exorbitante. Rondônia tem mais de 18 milhões de cabeças de gado para uma população de cerca de 1,5 milhão de habitantes, ou seja, são mais de 11 cabeças de gado para cada habitante (IBGE/CENSO, 2022). Destaca-se ainda a agricultura, como o cultivo da soja, que também avança em áreas da Amazônia legal. O Estado do Mato Grosso também é o maior produtor de

soja do Brasil, com mais de 12 milhões de hectares de área plantada (IBGE, 2025). No Gráfico 1, observa-se uma comparação entre a quantidade de habitantes e o rebanho bovino por Estado.

**Gráfico 1** – Comparação entre o número de habitantes e de cabeças de gado bovino por Estado.



Fonte: elaborado pela autora com base nas informações do IBGE (2023); IBGE/CENSO (2022).

Segundo Becker (2005), a abertura de grandes rodovias na Amazônia facilitou o acesso a áreas antes isoladas, estimulando fluxos migratórios, ocupações fundiárias e a expansão da fronteira agropecuária.

## METODOLOGIA

No que se refere à metodologia, trata-se de uma pesquisa de natureza quali-quantitativa, exploratória e descritiva. A abordagem qualitativa permitiu analisar a legislação, as ações governamentais e a bibliografia especializada a partir da

perspectiva da História Ambiental. No que tange à abordagem quantitativa, esta baseou-se na utilização de dados estatísticos provenientes de artigos científicos e de órgãos oficiais, como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Assim, foram adotados procedimentos de pesquisa documental e bibliográfica, com o objetivo de avaliar se as políticas de desenvolvimento tiveram relevância na expansão do desmatamento na Amazônia Legal, no período de 1953 a 2025.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A relação entre a presença de rodovias federais e o desmatamento na Amazônia é evidente, especialmente nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, que apresentam as maiores taxas de perda de cobertura florestal. Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2025), o Pará liderou com 172.468 km<sup>2</sup> desmatados (34,67%), seguido por Mato Grosso com 155.383 km<sup>2</sup> (31,24%) e Rondônia com 67.330 km<sup>2</sup> (13,54%). Dessa maneira, esses Estados concentraram 79,45% do desmatamento na Amazônia Legal. Pesquisadores da Universidade Federal do Paraná publicaram um estudo que analisou o desflorestamento acumulado (1988–2017) nas margens das principais rodovias federais da Amazônia Legal, com base nos dados do PRODES (Projeto de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia Legal por Satélite), um programa do INPE. Os resultados indicaram que as maiores taxas de desmatamento ocorreram nos primeiros 250 metros das rodovias, correspondendo a 52,1% do total e que esse percentual diminui gradativamente até 17,8% nas faixas mais distantes (Brasil et al., 2023). Esse desmatamento tem relação com o crescimento significativo das atividades agropecuárias na região, como o cultivo de grãos e a criação de gado bovino. O Estado do Mato Grosso é o maior produtor de grãos do país, com 31,4% da produção brasileira (SEDEC/MT, 2025). Destaca-se ainda que a soma dos rebanhos bovinos dos Estados do Mato Grosso, Pará e Rondônia corresponde a mais de um terço do rebanho bovino brasileiro, sendo que Mato Grosso e Pará concentram os dois maiores rebanhos do país (IBGE, 2023).

A construção de uma das maiores hidrelétricas do Brasil, a Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará), inaugurada em 1984, alagou cerca de 2.430 km<sup>2</sup> de floresta, incluindo áreas indígenas como Parakanã, Gavião da Montanha e Assurini. Esse processo causou deslocamentos forçados, ruptura de modos de vida tradicionais,

perda de pesca e contaminação das águas por retenção de sedimentos e eutrofização (Fearnside, 1999). A Usina Hidrelétrica de Balbina (Amazonas), inaugurada em 1989, causou a inundação de cerca de 2.360 km<sup>2</sup> de floresta e impactou diretamente o povo Waimiri-Atroari, causando graves conflitos e perdas de terras antes ocupadas por indígenas. Além disso, o agravante no caso de Balbina é que essa usina hidrelétrica não gera energia suficiente nem para atender à capital do Amazonas, a cidade de Manaus (Fearnside, 1989). Assim, a produção de “energia limpa” fornecida pelas usinas hidrelétricas prejudicou povos originários e também contribuiu para o desmatamento. Destaca-se, ainda, que grande parte da energia elétrica produzida na Amazônia Legal é destinada a outras regiões do país. Dessa maneira, a Amazônia fica com o ônus, enquanto outras regiões ficam com o bônus da “energia limpa” resultante das grandes hidrelétricas.

No que tange aos grandes projetos de mineração na Amazônia, destacam-se a exploração de cassiterita no Rio Pitinga (Amazonas) e a extração de ferro na Serra dos Carajás (Pará), que demandaram abertura de estradas, construção de vilas operárias e amplas áreas de extração, causando desmatamento e modificando ecossistemas locais (Becker, 2005). Mas, quanto à mineração, o maior problema é que essa atividade demonstrou que a Amazônia é rica em minérios, como ouro, abundante na Serra Pelada. De certa forma, isso atraiu o garimpo ilegal. Destaca-se que existem diversos relatos de Terras Indígenas e Unidades de Conservação invadidas por garimpeiros, gerando conflitos e atos violentos contra indígenas, desmatamento significativo, perturbação de ecossistemas e contaminação de rios para extração de ouro por causa do mercúrio — uma substância altamente tóxica que contamina água e organismos aquáticos essenciais à subsistência local, além de também contaminar o solo (WWF Brasil, 2025). Segundo Basta (2023), um exemplo disso ocorreu no massacre de Haximu, em 1993, uma chacina perpetrada por garimpeiros na Terra Indígena Yanomami, que resultou na morte a tiros e golpes de facão de 16 indígenas, em sua maioria idosos, mulheres e crianças. A contaminação por mercúrio causou uma crise sanitária na Terra Indígena Yanomami, resultado de cerca de 30 anos de garimpo ilegal nesse local. Portanto, o garimpo ilegal prejudicou os povos da Amazônia, promoveu a degradação ambiental e a poluição dos rios da região.

## CONCLUSÃO

Este estudo preencheu uma lacuna ao reunir, de forma integrada e em perspectiva histórica, os principais vetores do desmatamento na Amazônia Legal. Nesse sentido, esta pesquisa contribuiu para a História Ambiental da Amazônia ao oferecer um panorama dos principais danos causados pelas políticas de desenvolvimento implementadas pelo governo brasileiro na região. Concluiu-se que, entre 1953 e 2025, as políticas de desenvolvimento privilegiaram a integração territorial e o crescimento econômico em detrimento da conservação ambiental. As aberturas de grandes rodovias, a expansão da agropecuária, as construções de hidrelétricas e os projetos de mineração estimularam o desmatamento e geraram conflitos socioambientais, afetando inclusive povos indígenas. Diante disso, faz-se necessária a formulação de políticas que permitam o desenvolvimento sustentável e evitem repetições de ações que favoreçam o desmatamento.

## REFERÊNCIAS

- AMAZÔNIA LEGAL EM DADOS. Rodovias. Disponível em: [https://amazonialegaldados.info/dashboard/perfil.php?area=Infraestrutura\\_\\_122&indicador=TX\\_CNT\\_ROD\\_PAVIMENTADA\\_UF\\_\\_122&regiao=Amaz%C3%B4nia+Legal&utm\\_source=chatgpt.com](https://amazonialegaldados.info/dashboard/perfil.php?area=Infraestrutura__122&indicador=TX_CNT_ROD_PAVIMENTADA_UF__122&regiao=Amaz%C3%B4nia+Legal&utm_source=chatgpt.com) Acesso em: 31 de ago. 2025.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Setor Elétrico Brasileiro. Disponível em: <https://caminhosregulacao.aneel.gov.br/caminhos3.asp> Acesso em: 23 de ago. de 2025.
- BASTA, P. C. Garimpo de Ouro na Amazônia: a raiz da crise sanitária Yanomami. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 39, p. e00111823, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT111823> Acesso em: 02 de set. 2025.
- BECKER, B. K. **Amazônia: geopolítica na virada do III milênio**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.
- BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005> Acesso em: 31 de ago. 2025.
- BRASIL, I. D. S.; MALLMANN, A. A.; DALLA CORTE, A. P.; COSMO, N. L.; MACEDO, R. de C.; TRAUTENMULLER, J. W.; ENGEL, K. Padrão de desmatamento nas principais rodovias federais da Amazônia Legal. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 8, n. 2, p. 59–66, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5380/biofix.v8i2.93396> Acesso em: 31 de ago. 2025.
- BRASIL. Decreto nº 12.600, de 28 de agosto de 2025. Dispõe sobre a inclusão de empreendimentos públicos federais do setor hidroviário no Programa Nacional de

Desestatização. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2025/decreto/D12600.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2012.600%2C%20DE%2028,no%20Programa%20Nacional%20de%20Desestatiza%C3%A7%C3%A3o](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2025/decreto/D12600.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2012.600%2C%20DE%2028,no%20Programa%20Nacional%20de%20Desestatiza%C3%A7%C3%A3o). Acesso em: 30 de ago. de 2025.

BRASIL. Decreto nº 74.279, de 11 de julho de 1974. Outorga à Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. - ELETRONORTE, concessão para o aproveitamento progressivo da energia hidráulica do Rio Tocantins. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1970-1979/D74279.htm#:~:text=DECRETO%20No%2074.279%2C%20DE%2011%20DE%20JULHO%20DE%201974.&text=Outorga%20%C3%A0%20Centrais%20El%C3%A9tricas%20do,energia%20hidr%C3%A1ulica%20do%20Rio%20Tocantins](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D74279.htm#:~:text=DECRETO%20No%2074.279%2C%20DE%2011%20DE%20JULHO%20DE%201974.&text=Outorga%20%C3%A0%20Centrais%20El%C3%A9tricas%20do,energia%20hidr%C3%A1ulica%20do%20Rio%20Tocantins) Acesso em: 23 de ago. de 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.106, de 16 de junho de 1970. Institui o Programa de Integração Nacional. Diário Oficial da União: Brasília, 17 jun. 1970. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del1106.htm#](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/1965-1988/Del1106.htm#) Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.164, de 1º de abril de 1971. Declara indispensáveis à segurança e ao desenvolvimento nacional as terras situadas na faixa de 100 km de largura em cada lado das rodovias na Amazônia. Diário Oficial da União: Brasília, 2 abr. 1971. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del1164.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del1164.htm) Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.813, de 24 de novembro de 1980. Institui regime especial de incentivos para os empreendimentos integrantes do Programa Grande Carajás e dá outras providências. Disponível em:

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/del1813.htm#:~:text=DECRETO%20LEI%20N%C2%BA%201.813%2C%20DE%2024%20DE%20NOVEMBRO%20DE%201980.&text=Institui%20regime%20especial%20de%20incentivos,Caraj%C3%A1s%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1813.htm#:~:text=DECRETO%20LEI%20N%C2%BA%201.813%2C%20DE%2024%20DE%20NOVEMBRO%20DE%201980.&text=Institui%20regime%20especial%20de%20incentivos,Caraj%C3%A1s%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias) Acesso em: 30 ago. 2025.

BRASIL. Decreto-Lei nº 9.858, de 13 de setembro de 1946. Dispõe sobre as jazidas de minério de manganês existentes no Território Federal do Amapá. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/del9858.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del9858.htm) Acesso em: 30 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-1806-6-janeiro-1953-367342-publicacaooriginal-1-pl.html> Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 2.740, de 2 de março de 1956. Autoriza o Governo do Território Federal do Amapá a organizar a Companhia de Eletricidade do Amapá. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1950-1959/lei-2740-2-marco-1956-360952-publicacaooriginal-1-pl.html> Acesso em: 23 de ago. de 2025.

BRASIL. Lei nº 5.173, de 27 de outubro de 1966. Dispõe sobre o Plano de Valorização Econômica da Amazônia; extingue a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cria a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5173-27-outubro-1966-358978-norma-pl.html> Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 5.917, de 10 de setembro de 1973. Institui o Plano Nacional de Viação e dá outras providências. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-5917-10-setembro-1973-358077-norma-actualizada-pl.html> Acesso em: 16 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 7.194, de 11 de junho de 1984. Autoriza a inclusão de recursos nos Orçamentos da União, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1980-1988/l7194.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/l7194.htm) Acesso em: 30 ago. 2025.

BRASIL. Programa de Metas do Presidente Juscelino Kubitschek. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1959. Disponível em: [https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/490/3/Programa%20de%20Metas%20do%20Presidente%20Juscelino%20Kubitschek%20V3%201959\\_PDF\\_OCR.pdf](https://bibliotecadigital.economia.gov.br/bitstream/123456789/490/3/Programa%20de%20Metas%20do%20Presidente%20Juscelino%20Kubitschek%20V3%201959_PDF_OCR.pdf) Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. CASA CIVIL. Rodovias. Governo Federal revitaliza BR-010/TO, rodovia fundamental ao escoamento de grãos do País. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2022/abril/governo-federal-revitaliza-br-010-to-rodovia-fundamental-ao-escoamento-de-graos-do-pais> Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Rodovias. Acesso à balsa de Belo Monte, na BR-230/PA, é revitalizado com investimentos de R\$ 9 milhões. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2025/01/acesso-a-balsa-de-belo-monte-na-br-230-pa-e-revitalizado-com-investimentos-de-r-9-milhoes> Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Rodovias. DNIT executa obras de manutenção em diversos pontos da BR-230/PA, a Transamazônica. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/dnit-executa-obras-de-manutencao-em-diversos-pontos-da-br-230-pa-a-transamazonica> com Disponível em: Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Rodovias. Manutenção da BR-174/RR aumentará integração de Roraima com o Brasil e a América do Sul. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2023/05/manutencao-da-br-174-rr-aumentara-integracao-de-roraima-com-o-brasil-e-a-america-do-sul> Acesso em: 21 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Rodovias. Recuperação de 51 quilômetros da BR-153/PR aumenta fluidez no trânsito no norte do Paraná.

Disponível em:

<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2023/09/recuperacao-de-51-quilometros-da-br-153-pr-aumenta-fluidez-no-transito-no-norte-do-parana> Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Rodovias. Revitalização da BR-163 melhora escoamento e segurança no Pará. 2024. Disponível em:

<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2024/11/revitalizacao-da-br-163-melhora-escoamento-e-seguranca-no-para> Acesso em: 21 ago. 2025.

BRASIL. DNIT. 47 anos da BR-319. 2023. Disponível em:

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/portais-tematicos/br-319-am-ro/noticias/47-anos-da-br-319> com Acesso em: 21 de ago. 2025.

BRASIL. DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Governo Federal garante manutenção em 100% da BR-364 no Acre. 2023. Disponível em:

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-garante-manutencao-em-100-da-br-364-no-acre> .com Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. DNIT. DNIT recupera 36 quilômetros da BR-317, no Acre. 2024. Disponível em:

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-recupera-36-quilometros-da-br-317-no-acre> Acesso em: 22 de ago. 2025.

BRASIL. DNIT. Relatório de Impacto Ambiental RIMA. Implantação e Pavimentação da Rodovia BR 317/AM, subtrecho entre Boca do Acre/AM e a divisa AM/AC. 2022. Disponível em:

<https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/RIMA-BR-317-AMAZONA-S-Final-13.08.pdf> Acesso em: 21 de ago. 2025.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social. Decisão Revogada. Presidente Lula atende pauta indígena e revoga decreto 12.600. Disponível em:

<https://www.gov.br/secom/pt-br/acompanhe-a-secom/noticias/2026/02/presidente-lula-atende-pauta-indigena-e-revoga-decreto-12.600> Acesso em: 16 de mar. 2026.

CPG. Click Petróleo e Gás. Projeto Carajás: A história da descoberta Disponível em: acidental da maior mina de ferro do mundo na Amazônia e a construção do complexo pela Vale. Disponível em:

<https://clickpetroleoegas.com.br/projeto-carajas-a-historia-da-descoberta-acidental-da-maior-mina-de-ferro-do-mundo-na-amazonia-e-a-construcao-do-complexo-pela-val-e-btl96/> Acesso em: 21 de ago. 2025.

CRUSOÉ. A estrada ideal para quem busca algo fora do comum no Brasil.

Transamazônica. Disponível em:

<https://crusoe.com.br/variedades/a-estrada-ideal-para-quem-busca-algo-fora-do-comum-no-brasil/> Acesso em: 21 de ago. 2025.

DMT. Group. Serra Pelada: a história do maior garimpo a céu aberto do mundo.

Disponível em:

<https://www.dmt-group.com.br/pt/blog/processos-minerarios/details/article/serra-pela>

da-a-historia-do-maior-garimpo-a-ceu-aberto-do-mundo/ Acesso em: 21 de ago. 2025.

FEARNSIDE, P. M. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras**. Manaus: Editora do INPA, 2015.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Philip-Fearnside/publication/283117054\\_Hidreletricas\\_na\\_Amazonia\\_Impactos\\_Ambientais\\_e\\_Sociais\\_na\\_Tomada\\_de\\_Decisoessobre\\_Grandes\\_Obras\\_Vol\\_2/links/56416d4508aebaaea1f71664/Hidreletricas-na-Amazonia-Impactos-Ambientais-e-Sociais-na-Tomada-de-Decisoessobre-Grandes-Obras-Vol-2.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Philip-Fearnside/publication/283117054_Hidreletricas_na_Amazonia_Impactos_Ambientais_e_Sociais_na_Tomada_de_Decisoessobre_Grandes_Obras_Vol_2/links/56416d4508aebaaea1f71664/Hidreletricas-na-Amazonia-Impactos-Ambientais-e-Sociais-na-Tomada-de-Decisoessobre-Grandes-Obras-Vol-2.pdf) Acesso em 24 de ago. 2025.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Balbina Dam: Environment versus the legacy of the Pharaohs in Amazonia. *Environmental Management*, v. 13, n. 4, p. 401–423, 1989.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/226231327\\_Brazil's\\_Balbina\\_Dam\\_Environment\\_versus\\_the\\_legacy\\_of\\_the\\_Pharaohs\\_in\\_Amazonia](https://www.researchgate.net/publication/226231327_Brazil's_Balbina_Dam_Environment_versus_the_legacy_of_the_Pharaohs_in_Amazonia) Acesso em: 31 de ago. 2025.

FEARNSIDE, P. M. Social impacts of Brazil's Tucuruí Dam. *Environmental Management*, v. 24, n. 4, p. 483–495, 1999. Disponível em:

[https://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/1999/UNESP-EN-EM.pdf](https://philip.inpa.gov.br/publ_livres/1999/UNESP-EN-EM.pdf) Acesso em: 31 de ago. 2025.

FERREIRA, F. A construção da BR – 364 de Rio Branco a Cruzeiro do Sul – Acre: sonhos, desilusões e desafios dos viajantes da estrada. **Das Amazônias**. Rio Branco, v.6, n.2, (jul-dez) 2023, p. 51-67. Disponível em:

<https://periodicos.ufac.br/index.php/amazonicas/article/view/6940/4333> Acesso em 20 de ago. 2025.

IBGE. Amazonas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am.html> Acesso em 22 de ago. 2025.

IBGE. Censo 2022. Panorama. Disponível em:

<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/> Acesso em: 31 de ago. 2025.

IBGE. Efetivo dos rebanhos, por tipo de rebanho. 2023. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado> Acesso em: 31 de ago. 2025.

IBGE. IBGE atualiza Mapa da Amazônia Legal. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28089-ibge-atualiza-mapa-da-amazonia-legal> Acesso em: 31 de ago. 2025.

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Soja. 2025. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado> Acesso em: 29 ago. 2025.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. TerraBrasilis: monitoramento do desmatamento na Amazônia. Disponível em:

<https://terrabilis.dpi.inpe.br/app/dashboard/deforestation/> Acesso em: set. 2025.

MC. Mapa de Conflitos. Injustiça Ambiental e saúde no Brasil. AP – Após esgotamento do manganês, passivos ambientais e perspectiva econômica incerta rondam as cidades de Serra do Navio e Santana. Disponível em: <https://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/ap-apos-esgotamento-do-manganes-passivos-ambientais-e-perspectiva-economica-incerta-rondam-as-cidades-de-serra-do-navio-e-santana/> Acesso em: 29 ago. 2025.

MONTEIRO, E. W. Q.; LAROQUE, L. F. da S. A abertura da rodovia BR 174 na Amazônia brasileira e seus desdobramentos para o estado de Roraima. **Revista Presença Geográfica**, 2018. Disponível em: <http://observatoriodageografia.uepg.br/files/original/fd3589c0245f09ed62f28c1389786c7664d9e35a.pdf> Acesso em: 21 ago. 2025.

NETO, T. O. As rodovias na Amazônia: uma discussão geopolítica. Les routes amazoniennes: un débat géopolitique. **CONFINS** (PARIS), v. 4, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.21176> Acesso em 31 de ago. de 2025.

NICKELSBURG, R. Brazil: Gold Rush in Serra Pelada. 1985. Disponível em: <https://www.robertnickelsberg.com/brazil-gold>

OTCA; ANA; ABC. Relatório sobre a situação da qualidade da água na Bacia Amazônica. Resumo Executivo. Brasília: 2023. Disponível em: [https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2023/03/resumo-executivo\\_R7\\_Web\\_reduzido-28.3.23.pdf](https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2023/03/resumo-executivo_R7_Web_reduzido-28.3.23.pdf) Acesso em: 24 de ago. de 2025.

REVISTA CENARIUM. Trechos da BR-174 estão entre os mais perigosos e mortais do Amazonas. Disponível em: <https://revistacenarium.com.br/trechos-da-br-174-estao-entre-os-mais-perigosos-e-mortais-do-amazonas/> Acesso em: 22 ago. 2025.

SEDEC/MT. Puxada pela soja, produção de grãos em MT deve aumentar 4,4% na safra 2024/2025, estima Conab. Disponível em: <https://www.secom.mt.gov.br/web/sedec/w/puxada-pela-soja-produ%C3%A7%C3%A3o-de-gr%C3%A3os-em-mt-deve-aumentar-4-4-na-safra-2024/2025-estima-conab> Acesso em: 31 de ago. 2025.

SNIRH. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Hidroeletricidade. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=5094e51beb90418aab741d9dc56ddeb9> Acesso em 24 de ago. 2025.

WWF-BRASIL. Impactos do Garimpo. Disponível em: [https://www.wwf.org.br/nosso\\_trabalho/impactosdogarimpo/](https://www.wwf.org.br/nosso_trabalho/impactosdogarimpo/) Acesso em: 02 de set. 2025.



ISBN 978-658528438-7



9 786585 284387