



SUSTAINABILITY IN DEBATE

SUSTENTABILIDADE EM DEBATE

EDITORIAL

The Oil is Dead. Long Live the Oil!

ARTICLES VARIA

The dilemma of neo-extractivism in Bolivia: Tensions between *Buen vivir* and the primary-export model

Multitemporal analysis and mapping of land use changes caused by sugar cane expansion in the State of São Paulo, Southeast of Brazil

Features and behaviours associated with meat consumption in Brazilian university students

Environmental footprints and eco-efficiency of food used in a hospital in Uruguay

Food and sustainability: meat consumption and vegetarianism in Brazil and the United Kingdom

Strategies for managing agrobiodiversity by peasant farmers in the Cerrado-Caatinga ecotone, Southwest Piauí, Brazil

Challenges and incentives in the adoption of agroforestry systems: a case study with family farmers in the municipality of Belterra, Pará

Environmental migration, (im)mobility, and adaptation to droughts in the Seridó Potiguar

Gold rush in West Africa : Ecological and health impacts in the Bougouriba River sub-basin, Burkina Faso

Social Cartography as a path to transdisciplinarity within the socio-environmental aspects of the NEXUS+ approach: A case study in the Jacaré-Curitiba Settlement, Brazil

Rethinking Oran Young's model for studying the effectiveness of international institutions: absorption and incorporation, and vulnerability as new variables

Copyright © 2024 by Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.
Total or partial reproduction of the articles is allowed provided that the source is properly cited.

UNIVERSITY OF BRASILIA

Rector: Rozana Naves

CENTER FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Director: Fabiano Toni

ENERGY AND ENVIRONMENT LABORATORY – INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Director: Antonio Cesar Pinho Brasil Junior

LABORATORY OF CONSTRUCTED ENVIRONMENT, INCLUSION AND SUSTAINABILITY

Coordinator: Raquel Naves Blumenschein

SUSTAINABILITY IN DEBATE JOURNAL

Editors-in-chief: Carlos Hiroo Saito, Marcel Bursztyn, Frédéric Mertens

Executive Editor: Patrícia Mesquita and Cristiana Dobre

Cover Designer: Paula Simas de Andrade

Indexation and Communication Editor: Patrícia Mesquita

Reviews Editor: Patrícia Mesquita

Website Administration: Patrícia Mesquita and BCE / UnB

Editing: Javiera de la Fuente C. / Editora IABS / www.editoraiabs.com.br

Text Formatting: Júlia Araújo / Editora IABS

Proofreading: Stela Máris Zica

English version editor: Cristiana Dobre

Graphic Designer: Stefania Montiel

Cover Picture: Marcel Bursztyn

Frequency: Quarterly

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

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

Federal Project: *Internationalization and Increase in the Scientific Impact of the Sustainability in Debate Journal*

Format: online

Submissions Website: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/about/submissions>

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

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

E-mail: sustentabilidade.debate@gmail.com | Site: www.cds.unb.br

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

Publication Ethics and Malpractice Statement:
<https://periodicos.unb.br/index.php/sust/malpractice>

Sustentabilidade em Debate – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, v. 15, n.3 (2010 - 2024), Brasília, DF, Brasil.

Quarterly - ISSN Eletrônico 2179-9067

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

CDU 304:577



Editorial Board / *Conselho Editorial*

President / *Presidente*

Frédéric Mertens - *Universidade de Brasília*

Members / *Membros*

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

Reviewers of SiD in 2024

The Sustainability in Debate editorial team thanks the following professionals for their willingness to issue opinions on the submitted papers, contributing to the management of the journal:

Ademar Vasconcelos	Júlia Benfica Senra
Adryane Gorayeb Nogueira	Juliana da Costa Gomes de Souza
Álvaro D'Antona	Juliana Dalboni
Ana Paula Moreira da Silva	Júlio César Dos Reis
Andre Vasques Vital	Laila Sandroni
Andrea Gómez	Luciano Hocevar
Andrea Lampis	Luís Antônio Coimbra Borges
Antônio Sergio Araujo Fernandes	Mabel Marques
Armando Fornazier	Marcílio de Freitas
Bernardo Ramos Simões Corrêa	Maria Laura Zulaica
Camila Fagundes	Mario Lúcio de Ávila
Camila Martins	Marutschka Martini Moesch
Carla Giovana Souza Rocha	Michael Zamudio
Carlos Alexandre Barboza Plínio dos Santos	Michelle Andreza Pedroza da Silva
Carlos Henrique Ribeiro de Carvalho	Moises Balestro
Carlos Magri	Nelson Bernal
Ceciília Ricardo Fernandes	Neriane Hora
César Nunes de Castro	Renata Távora
Cláudia de Oliveira Faria Salema	Ricardo Feijó
Cristiane Barreto	Roberta Giraldi Romano
Daniela Nogueira	Roberta Lima
Denise Severo	Roberto Braga
Diego Lindoso	Rodrigo Corrêa Teixeira
Dusan Schreiber	Romero Gomes Pereira Dda Silva
Elton Oliveira	Sandra Afonso
Emília Faria	Simone Oliveira
Fernando Curado	Slamet Rosyadi
Flavia Charão Marques	Susana Barrera Lobatón
Flaviane Canavesi	Tálita Floriano dos Santos
Gabriela Litre	Tayline Walverde Bispo
Gabriela Peixoto Coelho De Souza	Vanusca Dalosto
Glauco Avelino Sampaio Oliveira	Victor Nascimento
Guadalupe Sátiro	Vinicius Perez Dictoro
Gudo Bai Armando Maidjelele	Virgilio Strasburg
Heloisa Nazaré	Virginia Courdin
Henrique dos Santos Pereira	Virginia Rossi
Ilvan Medeiros Lustosa Junior	Wagner Fischer
James Tibúrcio Cavalcante	Walter Brites
José Aroudo Mota	Wesly Jean
José Natan Gonçalves da Silva	

Table of Contents / Sumário

EDITORIAL / EDITORIAL

The Oil is Dead. Long Live the Oil! / *O petróleo morreu. Vida longa ao petróleo!*

By/Por: Marcel Bursztyn, Carlos Hiroo Saito, Frédéric Mertens, Patrícia Mesquita, Cristiana Dobre

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.56395..... 07

ARTICLES VARIA / ARTIGOS VARIA

The dilemma of neo-extractivism in Bolivia: Tensions between *Buen vivir* and the primary-export model / *O dilema do Neoeextrativismo na Bolívia: Tensões entre o Buen vivir e o modelo primário-exportador*

By/Por: Débora Alves de Lima Capri, Vinícius Ferreira Baptista

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55651..... 15

Multitemporal analysis and mapping of land-use changes caused by sugarcane expansion in the state of São Paulo, southeast Brazil / *Análise multitemporal e mapeamento das mudanças no uso da terra causadas pela expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Sudeste do Brasil*

By/Por: Carlos Cesar Ronquim, Eduardo Barretto de Figueiredo, Marcelo Fernando Fonseca, Daniela Tatiane de Souza, Guilherme Amorim Ventrache Favero da Silva

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55634..... 43

Features and behaviours associated with meat consumption in Brazilian university students / *Fatores e comportamentos associados ao consumo de carne em universitários brasileiros*

By/Por: Rozane Marcia Triches, Verlainne Petri Eickhoff, Hyrana Gabriela Lucas Guadagnini Candido

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55163..... 61

Environmental footprints and eco-efficiency of food used in a hospital in Uruguay / *Huellas ambientales y ecoeficiencia de los alimentos utilizados en un hospital de Uruguay*

By/Por: Virgílio J. Strasburg, Sonia Dergazarián, Junior Miranda Scheuer, Ali Saadoun

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55736..... 94

Food and sustainability: meat consumption and vegetarianism in Brazil and the United Kingdom / *Alimentação e sustentabilidade: consumo de carne e vegetarianismo no Brasil e no Reino Unido*

By/Por: Emily Wolstenholme, Tiago Ribeiro Duarte, Thaís Rozas Teixeira, Lorraine Whitmarsh, Wouter Poortinga

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55739..... 131

Strategies for managing agrobiodiversity by peasant farmers in the Cerrado-Caatinga ecotone, Southwest Piauí, Brazil / *Estratégias de manejo da agrobiodiversidade por agricultores camponeses do ecótono Cerrado – Caatinga, sudoeste do Piauí*

By/Por: Thiago Batista de Sousa, Andréa Leme da Silva, Joxleide Mendes da Costa Pires Coutinho

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55679..... 147

Challenges and incentives in the adoption of agroforestry systems: a case study with family farmers in the municipality of Belterra, Pará / *Desafios e incentivos na adoção de sistemas agroflorestais: um estudo de caso com agricultores familiares do município de Belterra, Pará*

By/Por: Daniela Pauletto, Lucieta Guerreiro Martorano, Marcelo Francia Arco-Verde, Relionan Pimentel Leal, Kaio Ramon de Sousa Magalhães, Adria Fernandes da Silva, Anselmo Junior Correa Araújo, Lucas Sérgio de Sousa Lopes

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55692..... 184

Environmental migration, (im)mobility, and adaptation to droughts in the Seridó Potiguar / *Migração ambiental, (i)mobilidade e adaptação às secas no Seridó Potiguar*

By/Por: Isac Alves Correia

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55532..... 229

Gold rush in West Africa : Ecological and health impacts in the Bougouriba River sub-basin, Burkina Faso / *Corrida do ouro na África Ocidental: impactos ecológicos e na saúde na sub-bacia do rio Bougouriba, Burkina Faso*

By/Por: Assonsi Soma

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55729..... 260

Social Cartography as a path to transdisciplinarity within the socio-environmental aspects of the NEXUS+ approach: A case study in the Jacaré-Curituba Settlement, Brazil / *A Cartografia Social como caminho para a transdisciplinaridade dentro do aspecto socioambiental da abordagem NEXUS+: Um estudo de caso no Assentamento Jacaré-Curituba, Brasil*

By/Por: Nelson Bernal Davalos, Elton S. Oliveira, Roseli Santos, Guadalupe Satyr, Wesly Jean, Paula Rodrigues Alves Brown, Juliana Dalboni, Daniela Nogueira

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.53909..... 278

Rethinking Oran Young's model for studying the effectiveness of international institutions: absorption and incorporation, and vulnerability as new variables / *Repensando o modelo de estudo da efetividade das instituições internacionais de Oran Young: absorção, incorporação e vulnerabilidade como novas variáveis*

By/Por: Rafaela Resende Sanches

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55623..... 319

Editorial

The Oil is Dead. Long Live the Oil!

Marcel Bursztyn, Carlos Hiroo Saito, Frédéric Mertens, Patrícia Mesquita
and Cristiana Dobre

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.56395

The climate on planet Earth is changing—and far more rapidly than predicted just a few years ago. Even before its ending, 2024 is already marked as the hottest year on record, according to a report by the Copernicus Institute. Global temperatures have exceeded 1.5 degrees Celsius above the pre-industrial baseline (1850–1900) for the first time¹.

Severe and successive disasters bear witness to this transformation. Floods in Valencia, Spain, and southern Brazil and a historic drought in the Amazon illustrate a climate veering towards extremes. The causes are well-known: the vast and escalating atmospheric concentration of greenhouse gases (GHG). The primary drivers of this imbalance are equally clear: the combustion of fossil fuels (coal, oil, and natural gas) and the destruction of forests through fires, deforestation, and degradation.

While extreme weather events directly cause material, economic, and human losses, emerging indicators point to less direct impacts, particularly on human health: respiratory and cardiovascular issues caused by extreme heat and wildfire smoke; waterborne diseases (leptospirosis, diarrhoea, gastroenteritis) following floods; and interruptions in treatment for conditions like hypertension, diabetes, and dialysis during disasters that overwhelm entire cities.

These issues were already under debate at the 1992 United Nations Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro. The principle of "common but differentiated responsibilities" established then stipulated that industrialised nations - the primary emitters of GHGs - should lead mitigation efforts and bear the costs of reversing this trend. Meanwhile, less industrialised nations (including Brazil and India) were to contribute to this global effort without compromising their developmental goals. More than three decades later, the situation has worsened alarmingly. Irrespective of historical culpability, it is imperative today for all nations to commit to averting the most catastrophic climate scenarios.

Successive Conferences of the Parties (COPs) to the UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) have seen countries pledge their Nationally Determined Contributions (NDCs). However, progress towards meeting these targets has been minimal, illustrating a tragic dynamic akin to Hardin's (1968) "Tragedy of the Commons." He described individual actors overexploiting shared resources under the assumption that others will not do the same - leading to collective ruin.

As nations delay decisive action, the climate crisis reveals its consequences. These effects often transcend geographic boundaries, sparing no distinction between those who generate the problem and those who endure its worst impacts.

Several developments underscore the socio-political and economic complexities of addressing the climate crisis:

- Donald Trump's return to the U.S. presidency has renewed his "Make America Great Again" agenda, which includes expanding fossil fuel exploitation through fracking—a process that destabilises land and emits substantial methane and carbon. This approach relegates the transition to clean energy to a secondary concern.

- The oil lobby remains strong. COP 28 (2023) was held in Dubai, UAE—a major oil producer—while COP 29 (2024) convened in Baku, Azerbaijan, where 90% of the economy depends on oil and gas exports. While the involvement of hydrocarbon-producing nations in climate summits highlights their responsibilities, it also creates opportunities for greenwashing. Notably, the presence of 1,773 oil and gas lobbyists at COP 29 surpassed the combined delegations of the ten countries most vulnerable to climate change (1,033 participants). Fossil fuel representatives constituted the fourth-largest delegation, following Azerbaijan (2,229), Brazil (1,914), and Turkey (1,862)². It is worth noting that, on the same day the President of Azerbaijan declared at the opening of COP 29 that oil and gas are "gifts from God," the UNHCR (2024) released a report revealing that 220 million people have been forced to migrate over the past decade. Of these, three-quarters reside in countries highly affected by climate change. Half of this number represents individuals doubly impacted by conflicts and climate-related disasters, predominantly in Ethiopia, Haiti, Myanmar, Somalia, Sudan, and Syria.
- Global carbon emissions, primarily from fossil fuel combustion, are set to reach record levels in 2024. The Global Carbon Budget report³, released during COP 29, makes an alarm concerning the consequences of a rise to 41.6 billion metric tonnes, up from 40.6 billion in 2023, with 37.4 billion tonnes stemming from coal, oil, and gas.
- The involvement of mafias linked to oil smuggling is becoming increasingly intense. With the international trade bans on oil production from Iran and Russia, illicit networks have emerged to facilitate its distribution, often tied to criminal organisations and terrorism. Groups such as Hezbollah in Lebanon and Boko Haram in Nigeria rely heavily on oil smuggling and trafficking as a critical financial pillar for their activities.
- In Brazil, host of COP 30 in 2025, Petrobras persists in exploring oil reserves off the Amazon River's mouth despite significant socio-environmental risks identified in scientific studies. Moreover, the Brazilian government's silence on a clean energy transition plan underscores a faltering and inconsistent policy approach.

Academic discourse on the "resource curse" (Sachs; Warner, 1995) highlights how resource-rich nations often suffer from weak institutions, authoritarian regimes, and economic stagnation dominated by resource exports. In the context of hydrocarbons, this "oil curse" now poses not just economic and political threats but environmental and existential ones. Norway serves as an example of a country that has successfully managed its oil wealth without falling into the trap of the resource curse. This is in stark contrast to Nigeria, which faces the expansion of oil extraction alongside the deterioration of its political, institutional, social, and economic fabric, compounded by severe environmental impacts (Ross, 2012).

Since the oil shocks of 1973 and 1979, the pursuit of alternative energy sources has mobilised scientists, environmentalists, policymakers, and public opinion. There was an awareness that fossil fuel reserves would be depleted within a few decades, necessitating the search for alternatives. Biofuels experienced a boom, alongside technologies enabling the replacement of combustion engines with electric ones. Photovoltaic and wind turbine electricity generation transitioned from a distant concept to an economically viable and cleaner option. Yet, none of this has curbed the insatiable appetite of the oil industry. New technologies have enabled deep-sea extraction and the exploitation of shale from previously unprofitable reserves. The age of oil has been prolonged, and this is not good news for life on the planet.

Nonetheless, a glimmer of hope emerges from the UK: in September 2024, the nation decommissioned its last coal-fired power plant, a vestige of the industrial revolution. While symbolic, this milestone demonstrates that technological paradigms have life cycles, eventually becoming obsolete and replaced by innovations attuned to modern needs.

In this issue (v. 15, no 3), SiD publishes 11 articles and extends its gratitude to the reviewers whose contributions shaped this year's publication efforts.

This edition of Sustainability in Debate delves into critical global and local challenges at the nexus of environmental sustainability, governance, and societal adaptation. Capri and Baptista examine the tensions in Bolivia's neo-extractivist policies, where resource nationalisation under Evo Morales brought social improvements but entrenched economic dependency and environmental conflicts. Similarly, Ronquim *et al.* highlight the environmental trade-offs of sugarcane expansion in São Paulo, Brazil, showing the urgent need for sustainable land management to balance economic growth with ecological preservation.

Food systems emerge as a central theme. Triches *et al.* explore the behavioural and sociodemographic factors influencing meat consumption among Brazilian university students, uncovering motivations for reduced-meat diets as a pathway to sustainability. This theme is extended by Strasburg's analysis of the environmental footprints of hospital food in Uruguay, which underscores the ecological costs of animal-based diets and the potential for more sustainable choices. Wolstenholme *et al.* further contribute to this discussion by comparing cultural and economic drivers of meat consumption and vegetarianism in Brazil and the UK, highlighting how local contexts shape dietary shifts.

The role of agriculture in fostering resilience is explored by Sousa *et al.*, who document agroecological practices in Brazil's Cerrado-Caatinga ecotone, identifying their importance in safeguarding biodiversity and food security amid the threats posed by monocultures. Similarly, Pauletto *et al.* examine agroforestry adoption in Pará, Brazil, emphasising its potential to enhance resilience and sustainability for family farmers, despite structural challenges like insufficient technical support.

Human and institutional responses to environmental and social crises form another key focus. Correia analyses migration during the 2011–2016 drought in Seridó Potiguar, Brazil, positioning it as a critical adaptation strategy for climate-vulnerable populations. Soma examines the ecological and health impacts of artisanal gold mining in Burkina Faso, highlighting the pressing need for regulatory oversight to mitigate socio-environmental harms. In a unique methodological contribution, the application of "social cartography" is presented by Bernal *et al.* Focusing on the Jacaré-Curituba agrarian settlement in Sergipe, Brazil, they demonstrate how participatory mapping, and the Nexus+ approach (addressing food, water, energy, and socio-ecological security), can reveal vulnerabilities and adaptive capacities within complex socio-environmental systems.

Finally, Sanches builds on these themes of governance and adaptation by proposing enhancements to Oran Young's model for evaluating international institutions, introducing variables that address states' capacity to internalise norms and their vulnerability to global challenges.

We hope you enjoy the reading of this issue.

NOTES

1 | Available at: <https://abrir.link/STTiW>

2 | Available at: <https://kickbigpollutersout.org/COP29FossilFuelLobbyists> (15/Nov/2024)

3 | Available at: <https://globalcarbonbudget.org/fossil-fuel-co2-emissions-increase-again-in-2024/> (18/Nov/2024)

REFERENCES

HARDIN G. The tragedy of the commons. **Science**, v. 162, p. 1243–1248, 1968.

ROSS, M. L. **The Oil Curse**: how petroleum wealth shapes the development of nations. Princeton: Princeton University Press, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1515/9781400841929>

SACHS, J.; WARNER, A. Natural Resource Abundance and Economic Growth. **NBER Working Paper**, n. 5398, 1995. DOI: 10.3386/w5398

UNHCR. **No Escape**: on the frontlines of climate change, conflict and forced displacement, nov. 2024. Available at: <https://www.unhcr.org/us/news/press-releases/unhcr-report-reveals-climate-change-growing-threat-people-already-fleeing-war>

O petróleo morreu. Vida longa ao petróleo!

Marcel Bursztyn, Carlos Hiroo Saito, Frédéric Mertens, Patrícia Mesquita e Cristiana Dobre

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.56395

O clima no planeta Terra está mudando, e muito mais rápido do que se estimava há alguns anos. Antes mesmo de terminar, o ano de 2024 já está caracterizado como o mais quente já registrado, segundo relatório do Instituto Copernicus. É a primeira vez que a temperatura global atingiu mais de 1.5 grau Celsius acima do nível do período pré-industrial (1850-1900).¹

Graves e sucessivos desastres são testemunhos dessa transformação. As enchentes em Valência, na Espanha, e no Sul do Brasil, e a seca histórica na Amazônia, em 2024, são exemplos de que o clima está revelando extremos. As causas são conhecidas: a enorme e crescente concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. E os grandes vetores desse desequilíbrio também são conhecidos: a queima de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) e a destruição de florestas (por queimadas, desmatamento e degradação).

Se os eventos extremos têm sido responsáveis diretos por perdas materiais, econômicas e de vida, começam a despontar indicadores sobre efeitos não tão diretos, sobretudo sobre a saúde das pessoas: problemas respiratórios e cardiovasculares, decorrentes de calor extremo e fumaça de queimadas, ou doenças de veiculação hídrica (leptospirose, diarreias e gastroenterites) por ocasião de enchentes, sem contar a dificuldade na continuidade de tratamentos para hipertensos, diabéticos e pacientes em diálise, quando desastres atingem uma cidade inteira.

Já na conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em 1992, no Rio de Janeiro, esse tema foi objeto de debates e de indicação de responsabilidades. Naquela época, o princípio das “responsabilidades comuns, mas diferenciadas” estabelecia que os países industriais – os que mais emitiam GEE, deveriam empreender ações de mitigação e arcar com os custos da reversão desse processo. Países menos industrializados (entre eles o Brasil e a Índia) deveriam também se juntar ao esforço, mas sem sacrificar seus projetos de desenvolvimento. Mais de três décadas se passaram, e o quadro se agravou de forma alarmante. Independentemente da “culpa” pelo que aconteceu no passado, é preciso, hoje, que todas as nações se comprometam em evitar que os piores cenários climáticos se materializem.

Sucessivas Conferências das Partes (COPs) da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) têm registrado compromissos dos países participantes – as *Nationally Determined Contributions* (NDCs). Entretanto tem havido pouco avanço no cumprimento das metas estabelecidas, o que revela uma expressão perversa do comportamento descrito por Hardin (1968) como a “tragédia das áreas de uso comunal” (*Tragedy of the Commons*). Ali, agricultores passavam a explorar de modo cada vez mais intenso terras de propriedade coletiva, sempre supondo que seus vizinhos não fariam o mesmo. Mas como todos agiam da mesma forma, o resultado foi a degradação total das terras e tragédia para todos.

Enquanto perdura o jogo de esperar que os outros façam o que cada um não está fazendo, a crise climática vai mostrando suas consequências, sem que haja uma relação direta entre os territórios onde o problema é gerado e os que sofrem seus efeitos.

Alguns fatos merecem ser destacados como elementos que conformam o panorama político, social e econômico em que o enfrentamento da crise climática deve ser entendido.

- Trump venceu as eleições presidenciais dos EUA. Em seu programa eleitoral para “fazer a América grande de novo – MAGA”, prometeu intensificar a exploração de combustíveis fósseis, mediante processo de *fracking* (fraturamento hidráulico), que provoca efeitos sobre a estabilidade do solo e libera grandes quantidades de metano na atmosfera, além da própria emissão de carbono da queima do combustível. A ideia da transição energética para o uso de fontes limpas fica em um segundo plano.
- O *lobby* do petróleo é forte. A COP 28 (2023) do clima foi realizada em Dubai, nos Emirados Árabes Unidos, grande produtor de petróleo. A COP 29 (2024) teve lugar em Baku, Azerbaijão, país em que 90% da economia depende da exportação de óleo e gás. O fato de que grandes produtores de hidrocarbonetos se interessem por sediar eventos sobre mudanças climáticas é algo relevante, por expor as responsabilidades pelo problema, mas, por outro lado, abre espaço para discursos e manobras midiáticas típicas de práticas de *green wash*. Dados divulgados pela *Kick Big Polluters Out (KBPO) coalition* indicam que a presença de lobistas do setor óleo e gás na COP 29, um total de 1.773 pessoas, foi maior do que o total dos participantes dos 10 países mais vulneráveis às mudanças climáticas, agregadamente (1.033 pessoas). Na verdade, os representantes dos combustíveis fósseis foram a quarta maior delegação do evento, atrás apenas do Azerbaijão (2.229), país sede do evento, do Brasil (1.914) e da Turquia (1.862)². É relevante assinalar que no mesmo dia em que o presidente do Azerbaijão afirmou, ao abrir a COP 29, que o petróleo e o gás são “presentes de Deus”, a Acnur (UNHCR, 2024) publicou um relatório informando que 220 milhões de pessoas foram obrigadas a deslocamentos nos últimos 10 anos, no mundo, sendo que três quartos delas vivem em países altamente impactados pelas mudanças climáticas. A metade desse número são pessoas duplamente afetadas pelos conflitos e por desastres climáticos, principalmente na Etiópia, Haiti, Mianmar, Somália, Sudão e Síria.
- As emissões globais de carbono, inclusive aquelas devidas à queima de combustíveis fósseis, devem bater um recorde em 2024. O relatório *Global Carbon Budget 2024*³, que foi publicado durante a COP 29, no Azerbaijão, adverte para as consequências destrutivas dos eventos extremos resultantes do aumento estimado de 41.6 bilhões de toneladas métricas em 2024, em relação à já alta taxa de 40.6 em 2023. Vale assinalar que, desse valor, 37.4 bilhões de toneladas é devido à queima de carvão, óleo e gás.
- A ação de máfias ligadas ao tráfico de petróleo está cada vez mais intensa. Com o banimento da produção do Irã e da Rússia do comércio internacional, surgiram mecanismos de escoamento do produto por vias ilícitas e por vezes vinculadas a organizações criminosas e ao terrorismo. Grupos, como o Hezbollah, no Líbano, e o Boko Haram, na Nigéria, têm no contrabando e tráfico de petróleo um importante pilar financeiro de suas atividades.
- No Brasil, que sediará a COP 30, em 2025, a estatal Petrobras insiste em explorar reservas de petróleo na plataforma continental junto à foz do Rio Amazonas, mesmo diante dos riscos socioambientais apontados em estudos científicos. Somado a isso, o silêncio do governo brasileiro sobre um plano-compromisso para promover a transição dos combustíveis fósseis revela uma política tortuosa e claudicante.

Existe um grande debate acadêmico sobre a relação entre abundância de recursos naturais e atrofias econômicas e políticas nos países produtores (Sachs; Warner, 1995). Países ricos em recursos tendem a contar com instituições políticas frágeis, governos tirânicos e têm suas atividades econômicas inibidas pelo desempenho das exportações minerais. No caso dos hidrocarbonetos, essa síndrome é conhecida como a “maldição do petróleo” (oil curse). A novidade é que essa maldição já não se dá apenas na

esfera da economia e da política: ela é também uma grave ameaça ao ambiente e à vida. A Noruega é um exemplo de país que soube administrar a abundância de petróleo sem cair na armadilha da maldição do recurso, mas esse não é o caso, por exemplo, da Nigéria, que convive com o crescimento da extração de petróleo e a degeneração dos tecidos político, institucional, social e econômico, além dos graves impactos ambientais (Ross, 2012).

Desde os dois grandes choques do petróleo, em 1973 e 1979, a agenda da busca de alternativas energéticas mobiliza a comunidade científica, os ambientalistas, formadores de opinião e decisores públicos. Havia uma consciência de que as fontes de combustível fóssil se esgotariam em poucas décadas e que era preciso buscar alternativas. Os biocombustíveis tiveram um boom desde então, da mesma forma que as tecnologias que permitem a substituição da combustão pela eletricidade em motores. A geração elétrica fotovoltaica e em turbinas eólicas deixou de ser uma ideia remota e tornou-se economicamente competitiva, além de ser mais limpa. Nada disso saciou a voracidade da indústria do petróleo. Novas tecnologias estão permitindo a extração em águas profundas nos oceanos e o xisto de jazidas até recentemente pouco rentáveis. A era do petróleo ganhou sobrevida e isso não é uma boa notícia para a vida no planeta.

Mas uma boa notícia vem do Reino Unido. A última usina elétrica a carvão mineral, bastião remanescente da Revolução Industrial, foi desativada em setembro de 2024. É apenas um exemplo simbólico, mas demonstra que modelos tecnológicos têm um ciclo de vida, tornam-se obsoletos e são substituídos por novos padrões, sintonizados com os novos tempos.

Em seu número 3, volume 15, SiD publica 11 artigos e lista os colaboradores que elaboraram pareceres durante o ano corrente, a quem agradecemos.

Esta edição da Sustentabilidade em Debate aborda desafios globais e locais críticos na interseção entre sustentabilidade ambiental, governança e adaptação social. Capri e Baptista analisam as tensões nas políticas neoextrativistas da Bolívia, onde a nacionalização de recursos sob Evo Morales trouxe melhorias sociais, mas aprofundou a dependência econômica e os conflitos ambientais. De forma semelhante, Ronquim *et al.* destacam os impactos ambientais da expansão da cana-de-açúcar em São Paulo, Brasil, mostrando a necessidade urgente de gestão sustentável da terra para equilibrar o crescimento econômico e a preservação ecológica.

Os sistemas alimentares emergem como um tema central. Triches *et al.* exploram os fatores comportamentais e sociodemográficos que influenciam o consumo de carne entre estudantes universitários brasileiros, revelando motivações para dietas com menor consumo de carne como um caminho para a sustentabilidade. Esse tema é ampliado pela análise de Strasburg sobre as pegadas ambientais da alimentação hospitalar no Uruguai, que evidencia os custos ecológicos das dietas baseadas em produtos de origem animal e o potencial de escolhas mais sustentáveis. Wolstenholme *et al.* contribuem para essa discussão ao comparar os fatores culturais e econômicos que moldam o consumo de carne e o vegetarianismo no Brasil e no Reino Unido, destacando como os contextos locais influenciam as mudanças alimentares.

O papel da agricultura na promoção da resiliência é explorado por Sousa *et al.*, que documentam práticas agroecológicas no ecótono Cerrado-Caatinga, no Brasil, identificando sua importância para a proteção da biodiversidade e da segurança alimentar diante das ameaças representadas por monoculturas. De forma semelhante, Pauletto *et al.* analisam a adoção de sistemas agroflorestais no Pará, Brasil, enfatizando seu potencial para aumentar a resiliência e a sustentabilidade entre os agricultores familiares, apesar de desafios estruturais, como o suporte técnico insuficiente.

As respostas humanas e institucionais às crises ambientais e sociais formam outro foco importante. Correia analisa a migração durante a seca de 2011–2016 no Seridó Potiguar, Brasil, posicionando-a como uma estratégia crucial de adaptação para populações vulneráveis ao clima. Soma examina

os impactos ecológicos e de saúde da mineração artesanal de ouro em Burkina Faso, destacando a necessidade urgente de supervisão regulatória para mitigar os danos socioambientais. Em uma contribuição metodológica única, Bernal *et al.* apresentam a aplicação da "cartografia social". Focando o assentamento agrário Jacaré-Curituba, em Sergipe, Brasil, é demonstrado como o mapeamento participativo e a abordagem Nexus+ (que aborda as seguranças alimentar, hídrica, energética e socioecológica) podem revelar vulnerabilidades e capacidades adaptativas em sistemas socioambientais complexos.

Por fim, Sanches constrói sobre esses temas de governança e adaptação ao propor aprimoramentos ao modelo de Oran Young para avaliar instituições internacionais, introduzindo variáveis que abordam a capacidade dos Estados de internalizar normas e sua vulnerabilidade a desafios globais.

Desejamos uma boa leitura!

NOTAS

1|Disponível em: <https://abrir.link/STTiW>

2|Disponível em: <https://kickbigpollutersout.org/COP29FossilFuelLobbyists> (15/Nov/2024)

3|Disponível em: <https://globalcarbonbudget.org/fossil-fuel-co2-emissions-increase-again-in-2024/> (18/Nov/2024)

REFERÊNCIAS

Beck, Ulrich. Living in the world risk society. **Economy and Society** Volume 35 Number 3 August 2006: 329345. DOI: 10.1080/03085140600844902

Hardin, Garrett. The tragedy of the commons: the population problem has no technical solution; It requires a fundamental extension in morality. **Science**, v. 162, n. 3859, p. 1243-1247, Dec. 1968.

Marx, Karl (1852). **The Eighteenth Brumaire of Louis Bonaparte**. [Link](<https://www.marxists.org/archive/marx/works/1852/18th-brumaire/>)

.

The dilemma of neo-extractivism in Bolivia: tensions between *Buen vivir* and the primary-export model

*O dilema do Neoextrativismo na Bolívia: tensões entre o
Buen vivir e o modelo primário-exportador*

Débora Alves de Lima Capri ¹

Vinícius Ferreira Baptista ²

¹ Masters in Political Science, Programa de Pós-Graduação em Ciência Política,
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
E-mail: deboracapri1@gmail.com

² PhD in Public Policy and Social Sciences, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento
Territorial e Políticas Públicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
E-mail: viniciusferbap@ufrj.br

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55651

Received: 29/09/2024
Accepted: 06/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

The article examines the relationships between *suma qamaña* (*Buen vivir*) and the neo-extractivist policies in Bolivia, which contributed to the election and re-election of Evo Morales. It identifies similarities with classical extractivism and highlights limitations in diversifying the industry and overcoming the primary-export model. Through an integrative review based on data from the Bolivian government, the state-owned YPFB, and interdisciplinary literature, it explores the social and territorial impacts of neo-extractivism in a country that constitutionally enshrined the defence of Pachamama (Mother Earth). Nationalisation became one of Evo Morales's flagship public policies, improving social and economic indicators while simultaneously deepening dependency on international markets and exacerbating socio-environmental impacts. This approach has also intensified ethnic and territorial conflicts.

Keywords: Primary-export dependency. Evo Morales. Neo-extractivism. Natural resources. *Suma qamaña* (*Buen vivir*).

RESUMO

O artigo analisa as relações entre o *suma qamaña* (*Buen vivir*) e a política neoextrativista na Bolívia, que contribuiu com a eleição e reeleição de Evo Morales. Identifica semelhanças com o extrativismo clássico e limitações em diversificar a indústria e superar o modelo primário-exportador. A partir de uma revisão integrativa baseada em dados do governo boliviano, da estatal YPFB e literatura interdisciplinar, investiga os impactos sociais e territoriais do Neoextrativismo em um país que garantiu constitucionalmente a defesa da Pachamama (Mãe-Terra). A nacionalização se tornou uma das principais políticas públicas de Evo Morales, elevando indicadores sociais e econômicos, ao mesmo

tempo que aprofundou a subordinação ao mercado internacional e os impactos socioambientais, promovendo intensos conflitos étnicos e territoriais.

Palavras-chave: Dependência primário-exportadora. Evo Morales. Neoextrativismo. Recursos naturais. *Suma qamaña/Buen vivir*.

1 INTRODUCTION

This article examines the nationalisation of oil and natural gas implemented in 2006 by Evo Morales, highlighting the limits and possibilities of neo-extractivism in light of conflicts surrounding *suma qamaña* (*Buen vivir*) during the period from 2006 to 2019. By exploring these elements, the study seeks to understand the consequences of an economic model that simultaneously fosters development and generates significant tensions with the social and environmental principles enshrined in Bolivia's constitution. The text is organised into three sections: the first outlines the historical and political context of the nationalisation policy; the second discusses the theoretical and political-institutional contours of neo-extractivism and the conflicts surrounding *Buen vivir* in Bolivia; and the final section offers concluding reflections on the contradictions and limitations of this model.

The research employs an integrative review approach, synthesising diverse studies and sources, including scientific works, empirical data, and public policies, to provide a comprehensive perspective on the topic. The analysis draws on several data sources: (i) databases from the Bolivian government for official information on public policies and economic, social, and environmental indicators; (ii) reports from Bolivia's state oil company (YPFB) for specific details on hydrocarbon exploration; and (iii) an interdisciplinary literature review to address concepts and debates on neo-extractivism, its impacts, and its intersections with development models and socio-political and environmental perspectives.

The third wave of hydrocarbon nationalisation in Bolivia faced challenges in advancing the productive forces of the region. Limited diversification of national industries reflected a persistent tension between stagnation and progress, where the primary-export economic model imposes barriers to the development of local economies. Nonetheless, Evo Morales positioned the reclamation of energy resources as a cornerstone for improving social indicators and countering U.S. imperialist policies in Bolivia. This study acknowledges the social policy achievements under Morales's model while critically analyzing its limitations and contradictions, including ethnic and territorial disputes, the constitutionalisation of *suma qamaña* (*Buen vivir*), and the perpetuation of dependency on the primary-export cycle.

2 THE SCENARIO OF EVO MORALES' NATIONALISATION

The hydrocarbon nationalisation policy implemented in 2006 by Evo Morales (Bolívia, 2006a) marked a new phase for Bolivia's primary-export sector, aligning with broader trends in Latin America. Neo-extractivism emerged as the defining policy of this renewed exploitation model, with most of the surplus directed toward social programs.

This new framework was a significant factor in Evo Morales's re-election in 2009, while simultaneously intensifying territorial conflicts, protests, and public demonstrations against the deepening exploitation of soil resources. Paradoxically, Morales garnered widespread recognition and support from the majority of the electorate, who benefited from social policies such as the Juancito Pinto Bonus, the Dignity Pension, and the Juana Azurduy Bonus. However, he also faced significant opposition, particularly from ethnic groups opposed to these policies.

In Bolivia, the neo-extractivist approach, which gained prominence during Morales's first term in 2006, arose in response to worsening labour exploitation conditions and the yoke of monopolistic imperialism (Bambirra, 2013). These policies were a reaction to neoliberal strategies that privatised Bolivian state-owned enterprises, introduced transnational corporations into strategic economic sectors—especially the oil sector—and allowed significant concessions to private capital under the framework of the Capitalisation Law (1544/94) and the Hydrocarbons Law (1689/96)¹.

The limitation of compensatory policies is a hallmark of neo-extractivism and the progressive wave that swept Latin America beginning in the 2000s (Gudynas, 2009). Evo Morales's anti-systemic rhetoric and political resources primarily extended to anti-imperialism. Despite the constraints of public nationalisation policies, YPFB was re-nationalised, and the state regained significant control over the exploitation and exportation of natural resources. Additionally, surplus revenues were channelled into social programs, and Morales confronted U.S. policies to some extent (Bolivia, 2006b; Ceppi, 2016; Santos, 2018).

Nevertheless, the absence of anti-capitalist policies prevented more profound structural changes to Bolivia's economy, leaving the country unable to escape its state of subordination in any concrete manner. Regarding energy policies—the country's main source of revenue—the potential of nationalisation efforts to create long-term solutions remains a key consideration.

To implement nationalisation, the approach adopted was resource exploitation coupled with social compensation. The strategy pursued by the MAS government aimed to make hydrocarbon nationalisation a public policy aligned with capitalist perspectives. With the partial recovery of state functions and an increase in profit margins, the government was able to expand investments in social policies and address the worsening hunger and poverty left by the era of "pacted democracy" (Ceppi, 2016; Santos, 2018).

The analytical framework for neo-extractivism used here is based on Eduardo Gudynas (2009), who posits that the traditional privatised exploitation model is replaced by an extractivism deemed necessary for generating surpluses and funding social policies. In Bolivia's case, these include income redistribution programs, social assistance and welfare policies, and investments in education and health. The critical distinction lies in how the generated resources are applied, as the practice sustains old patterns of relentless and unsustainable exploitation from both human and environmental perspectives.

Gudynas articulates ten theses highlighting the significant similarities between progressive policies in South America's primary-export sector and earlier extractivist projects, identifying their main features and challenges while emphasizing their inherently limiting nature in economic, geographical, and social terms. According to Gudynas (2009), the connection to traditional extractivism lies in the large-scale extraction of resources to appropriate nature and sustain dependency on raw material processing countries. This occurs without diversifying industries or addressing social and environmental impacts, thereby deepening pre-existing extractivist logic.

Traditionally, the left in Latin America has criticised the development model and extractivist practices, which foster weak, dependent economies, facilitate foreign capital influx, and limit industrial activity to basic industries (Fuscaldo; Urquidi, 2005; Gudynas, 2009). Indeed, there has been an expansion of exports in Brazil, Venezuela, and Bolivia, an increase in exploration areas, such as new mining sectors in Ecuador and iron mining in Bolivia, the recovery of refineries, the reassertion of state leadership, and price adjustments in fuel policies. However, even in governments that nationalise resources, classical patterns oriented toward competitiveness and profitability continue to prevail (Gudynas, 2009).

The colonial characteristics of extractivism—where resources are appropriated from the land for the benefit of the metropole—result in the exploitation of labour in dependent capitalist nations, coupled with the abundant importation of raw materials. This dynamic allows the metropole to achieve

industrial development, ensuring superior living and working conditions while maintaining Latin American dependence through the export of consumer and capital goods.

The new compensatory primary-export economic model has failed to establish the foundations necessary to overcome this relationship of domination. Although surpluses are now allocated to social reforms, the relentless exploitation of nature persists. General import indicators in Bolivia have continued to grow in parallel with the expansion of exports, showing similar annual figures. However, since 2008, monthly export variations have been more pronounced. These trends may be tied to a lack of incentives for diversifying the national industry, particularly when considering that the importation of consumer and capital goods has yet to show any substantial and consistent decline. Refer to Figures 1, 2, and 3 for further analysis.



Figure 1 – Imports – Bolivia (USD Millions)

Source: Trading Economics, Banco Central de Bolivia.
Available at: <https://pt.tradingeconomics.com/bolivia/imports>.

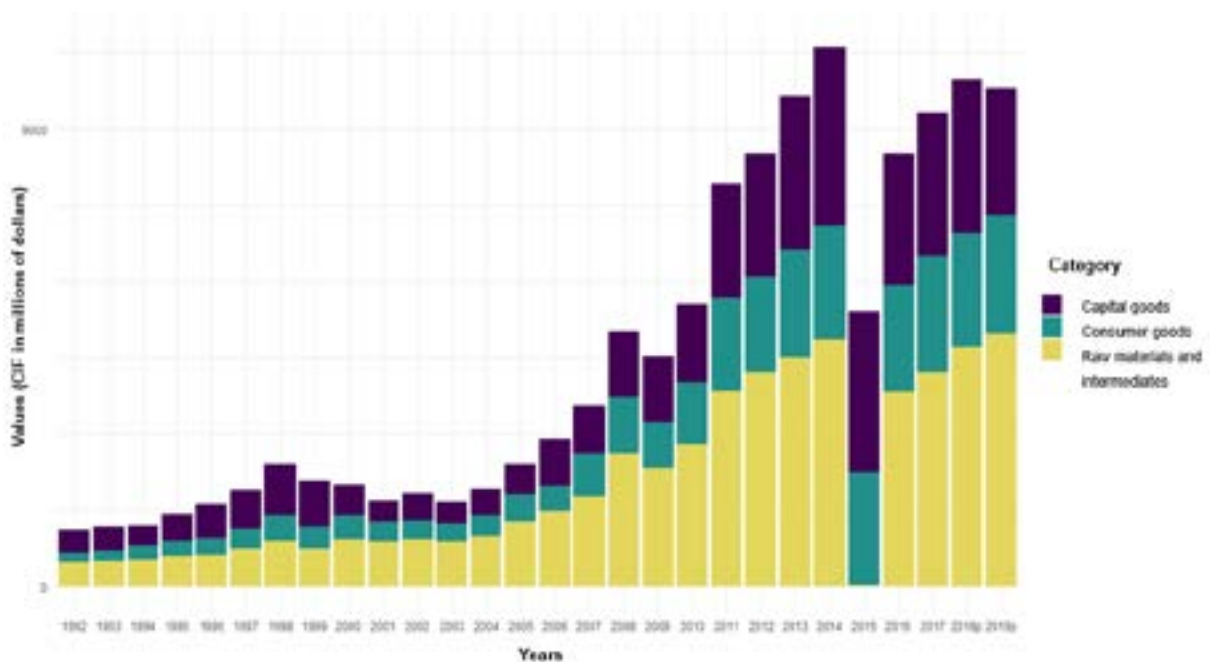


Figure 2 – Imports of Goods by Classification – Bolivia

Source: National Institute of Statistics, own elaboration.



Figure 3 – Imports – Bolivia (USD Millions)

Source: Trading Economics, Banco Central de Bolivia.
Available at: <https://pt.tradingeconomics.com/bolivia/imports>

The graphs demonstrate a continuous increase in Bolivia's exports starting from 2004, accompanied by significant growth in imports. This highlights the country's dependence on the international market for consumer and capital goods and underscores the limitations of the model, which prioritises the exploitation of natural resources without fostering industrial diversification. This scenario reflects the perpetuation of economic subordination, as the revenues generated by neo-extractivism have not been directed toward breaking the cycle of dependency or projecting a new productive structure in the country.

The novelty of public policy under progressive governments is summarised by the rise in export figures associated with income redistribution policies and incentives in health, education, and welfare. Extractivism gains a new identity with the suffix "neo," but it remains linked to the reproduction of the globalised logic that requires the subordination of marginalised countries to foreign financing. Environmental degradation and territorial conflicts remain pronounced, with little attention paid to addressing environmental impacts (Dávalos; Rodrigues Filho; Litre, 2021). Bolivia's government gained legitimacy on the left with the presence of a welfare state and the nationalisation of hydrocarbons. The association of neo-extractivism with social policies brought them closer politically and helped ease social demands.

The new role assumed by the state regarding national resources is a key element in the compensatory nature of neo-extractivism, which to some extent aligns with the perspective of mitigating the negative externalities of the market. This is the main distinguishing factor of the new extractivism when compared to the predatory neoliberal policies, as it increases the possibilities for state intervention and decision-making in the hydrocarbon sector, as well as the capture and allocation of revenues. The strengthening of the state allowed the MAS government to align more closely with the left and popular sectors (Fuscaldo; Urquidi, 2015). Paradoxically, the very conditions that created legitimacy also risk undermining it.

As observed in Table 1, the 2006 oil nationalisation in Bolivia led to exponential growth in the state's oil revenues, which allowed for new initiatives in social programs and contributed to improvements in some indicators (although they remain concerning). In 2006, the amount of petroleum revenue for the Bolivian state was around \$670 million. By 2008, two years after nationalisation, it had reached \$2.099 billion. By 2012, this figure had doubled (YPFB, 2013). Poverty levels in the country dropped from 60.6% to 45%, and inequality levels, as measured by the Gini coefficient, decreased from 0.60 to

0.46 between 2005 and 2011 (Udape, 1990). There was a significant increase in state investments in education, health, social security, and welfare programs: between 2005 and 2015, the minimum wage increased by 380%, urban unemployment fell from 8.1% to 5.5%, and inflation stabilised at 5% per year; investments in social programs rose from 500 million in 2005 to 2.2 billion in 2010 (Fuser, 2019).

One example of a social program is the *Bônus Juancito Pinto*, which provided \$29 to Bolivian children enrolled in school up to the sixth grade. Established in 2006, the program reached 95% coverage of children by 2009 and was a direct result of taxes levied on natural gas from the San Alberto and San Antonio fields. *The Renda Dignidade* and the *Bônus Juana Azurduy* expanded the budget for the social security sector and provided benefits to mothers without health insurance (Fuser, 2019). In addition to these, Ceppi (2015) also mentions the *Bono Bachiller Destacado*, the *Desnutrición Cero Program*, *Mi Primer Empleo Digno*, and the Social Housing Plans as examples of the rise in social indicators.

Table 1 – Social Policies/State Expenditures (BOB Millions)

Policy	Objective	State Expenditure
BJP	Encourage enrollment and schooling	Start year 2006: 227.3 million BOB Year 2012*: 318.9 million BOB
BJA	Reduce maternal and infancy mortality	Start year 2009: 55 million BOB Year 2012: 177.1 million BOB
RD	Improve social security conditions	Start year 2008: 1407.6 million BOB Year 2012: 1979.6 million BOB

Source: CEPPI (2016).

Simultaneously, territorial conflicts, demonstrations, and protests against the extractive policy intensified, as did social pressure for new development models and a new relationship between humans and nature (Fuscaldo; Urquidi, 2015). From an environmental perspective, conflicts emerged within certain currents of *suma qamaña*. On one hand, the improvement in social indicators and the implementation of social public policies pacified part of society and secured the re-election of the MAS government under Evo Morales' leadership in 2009, and again in 2013. On the other hand, the perpetuation of the cycle of subordination radicalised criticism from some indigenous groups and fragmented its electoral base.

2.1 NEO-EXTRACTIVISM AND CONFLICTS OVER THE BUEN VIVIR

The scenario established in the post-Cold War period required an adaptation of capitalist structures, reflected in the neoliberal policies consolidated by the Washington Consensus. Among them was the exponential growth of privatisation policies, deregulations, and adjustments in labour and welfare fields, resulting from a redefinition of the state's role, which was now significantly reduced in the economy (Coutinho, 2006).

Between 1985 and 2005, markets, banks, and state-owned enterprises were liberalised, and policies favouring multinational corporations advanced at the expense of national sovereignty over natural resources (Nunes, 2018). This strategy is exemplified, for instance, in the interpretation of development as an improvement in living conditions through consumption, or in the concept of green capitalism, which turns ecological demands into a new market, sustained by the same logic of human and animal exploitation, waste, and environmental devastation (Bringel; Echart-Muñoz, 2020).

Globalisation reinforced the dependency ties of Latin America not only in economic and political fields but also in symbolic, social, institutional, cultural, and linguistic aspects. The construction of an ideal of

development, which is based on capitalist parameters of production, distribution, and consumption, permeates not just the political and economic spheres but also validates a single model of knowledge, a direct consequence of Modern philosophy and a central element in maintaining the global capitalist power structure (Quijano, 2000).

In Bolivia under Evo's leadership, this manifested through the Westernisation of indigenous knowledge, privileging a Western model of production and violating democratic and environmental principles (Quijano, 2000). Despite the strong presence of the *suma qamaña/Buen vivir* ideal, originating from the Andean highland peoples, and even though some of its principles were partially assimilated into the Bolivian Constitution.

The principles of this ideal in the Constitution express a vision that sees the economy and development as a unified entity, sparking ethnic, institutional, and economic debates, while plurinationality creates a new institutional and political organisation format (Schavelzon, 2015). In Farah and Vasapollo's (2011) definition, the focus is on collectivity and good living, equal access, and common use of material and immaterial goods for human needs, in harmony with the products and beings of nature, with an emphasis on reciprocity and complementarity.

The contraposition of *suma qamaña* to the notion of development also takes place in the realm of the construction and validation of knowledge, as this debate was built upon a Eurocentric knowledge standard central to the maintenance of the global capitalist power structure (Quijano, 2000). According to Ulloa (2017), *Buen vivir* offers an alternative to development by establishing critiques and new individual and collective standards for rebuilding the relationship with Nature and reclaiming indigenous philosophical principles.

It is important to highlight that the concept of *suma qamaña* is plural, under construction, and in dispute. Its four main currents are: indigenist, post-structuralist, socialist, and neodevelopmentalist (Da Silva, 2019), differing in origin, values, and strategies. Some distinctions between these currents are reflected in practical conflicts. The Constitution guarantees the application of the neodevelopmentalist current, a reformist approach adopted by the cocaleros (the main electoral base of Evo Morales) and by the MAS, while the indigenist current is based on more radical ideals (Vanhulst, 2015; Vecoutere; Le Quang, 2013).

The idea of *buen vivir* highlights the renewal of leftist thought and the construction of new paradigms. It arises from a set of elements that advocate for the participation of ethnic and social minorities in political decisions, harmony between humans and Pachamama (Mother Earth), and a communal life based on four principles that dictate the relations of production, distribution, and material circulation (Fuscaldo; Urquidi, 2015): i) Complementarity, the search for balance between community and individuality, in a complementary relationship with others, without losing sight of individual autonomy; ii) Reciprocity, which opposes accumulation practices and seeks reciprocal responsibility among individuals for fair redistribution; iii) Relationality, marked by the totality of beings in constant interaction; and iv) Correspondence, the harmony established in the relationship between all beings.

The institutionalisation of this ideal by Evo Morales' government is contained in the *Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien* (Bolivia, 2006b). The document incorporates some of its principles and proposals for communal life, such as the eradication of poverty and inequality, aiming for a population with dignified living and working conditions. In the productive sphere, agencies would promote diversified, multisectoral, and integrated changes, generating new job opportunities while keeping the goal of overcoming the primary-exporter model firmly on the horizon. The self-determination of peoples, protected and guaranteed by a sovereign state, would act swiftly in defending the local and international conscious and sustainable use of the earth's resources (Villafuerte et al., 2016).

Evo Morales' speeches during his 2005 campaign (Fuser, 2016) emphasised a government focused on strengthening neo-extractivist policies to eventually break free from them, expressing concerns about dependence on foreign sectors. However, the continuation of extractivism under new forms became the key element of Bolivia's economy under Evo Morales but did not bring with it long-term policies capable of overcoming the model.

In addition to the rising imports, this period marked what Maristella Svampa (2012) referred to as the "*commodities consensus*," a new economic order established by the increase in international prices of primary products and, on the other hand, consumer goods. This is when the export growth in emerging countries is accompanied by the rise in imports of basic products. The result, contrary to what the MAS government's political plans promised, was a lack of investments aimed at growing the industrial sector. A reorganised *suma qamaña*, theoretically compatible with the market economy, became evident behind a progressive government that conceived an "alternative development" rather than an "alternative to development" (Da Silva, 2019, p. 4).

Understanding the conflicts in the country requires revisiting the period when Evo Morales and the MAS, more a Social Movement than a party at the time, entered the presidency. His election in 2005 was a popular reaction to the privatisation of natural resources that began under Hugo Banzer's government (1997–2001), the adoption of the U.S. policy of eradicating coca leaf cultivation (a product of great cultural and economic importance for Bolivian peasants), the privatisation of key state-owned enterprises, poverty, unemployment, and the institutional breakdown that persisted post-dictatorship. The splitting of the state oil company YPFB following the model of capitalisation, the reduction of royalties paid by multinational corporations from 50% to 18%, and the decline in YPFB's revenue to the National Treasury (which in some years was seven times lower than the amount generated between 1985 and 1996) were some of the key issues during this period (Santos, 2018).

Between 1997 and 2002, U.S. interference in Bolivia increased, and international loans rose from 3.3% to 8.6% of GDP. In 2000, the sale of the Cochabamba water system to Bechtel and the transfer of full regulation of water resources to the Basic Sanitation Superintendency (Sisab) led to major clashes and the well-known "Water War," which started in Cochabamba but spread to other cities. In 2003, the "Gas War" marked another cycle of protests against the handing over of hydrocarbons to transnational corporations, ultimately leading to the resignation of President Gonzalo Sánchez de Lozada (2002–2003) (Domingues *et al.*, 2009; Santos, 2018).

These events culminated in the radicalisation of protests and more active mobilisation of the population, which began to demand a new form of democracy, spreading the promise of a Constituent Assembly, a new overall development model, the call for *suma qamaña*, and a new relationship in the management and trade of natural resources. In 2005, the presidential candidate from the MAS, given his peasant and union roots, presented a program for the nationalisation and industrialisation of hydrocarbons.

The adverse effects of maintaining extractivism on Evo Morales' popularity were the result of inflated social expectations driven by the election of the country's first indigenous president, the constitutionalisation of *suma qamaña* and plurinationality, and the internationalisation of the debate on Mother Earth. Public pressure increased, pushing the president on the terms of exploitation and preservation. As for the territorial dispute and opposition to neoextractivism, the repression of protests in Bolivia echoed the brutal violence faced by social and environmental movements throughout Latin America and the Caribbean in the ongoing struggle over development models (Grisul, 2018).

Some tensions in Bolivia's political scene led the MAS government to adopt a hardline stance, facing significant demands for territorial autonomy and plurinationality. In the same year, a decree (*Resolución Normativa de Directorio*, December 24, 2010) raising fuel prices by over 70% triggered massive protests. Santos' research reveals that "adults were kidnapped, families were dispersed in the jungle, children went missing for days, and at least three people were killed, including children. There were reports of pregnant women losing their babies due to beatings" (2018, p. 242, our translation).

The protests also manifested institutionally, occupying the democratic spaces of the new Plurinational State. For example, the *Asamblea del Pueblo Guaraní* in 2009 brought to light tensions between the Guaraní people and the MAS, which was primarily represented by the Aymara ethnicity (peasants and coca growers), questioning the non-consultative and disrespectful nature of the president's extractivist policies (Bebbington, 2009). In July, during the First Meeting of the Natural Resources Secretariats of Indigenous Peasant Organisations in La Paz, extractive activities were accused of “violating the collective rights recognised by the Political Constitution of the State (CPE), by laws and international treaties,” pointing out that this occurred because the government “does not allow an obligatory process of prior, free, and informed consultation and participation” (Bebbington, 2009, p. 18).

The criticisms were harsh, but the government persisted in dissuading the population, claiming that these were merely protests against national development. When the delegates criticised the visit of the Ministry of Hydrocarbons and Energy (MHE) to the Mosen and Lecos communities, accusing the government of manipulating local communities to support the YPFB-Petroandina Lliquimuni oil exploration project, Morales' response indicated the growing attack on environmental NGOs, ethnic groups, and environmental activists: “Unfortunately, some NGOs use certain union leaders to oppose and block the necessary environmental licenses to increase the number of wells and pump more oil” (Bebbington, 2009, p. 18).

Gudynas' fifth thesis links this moment of territorial disputes to an inherent characteristic of the new extractivism: “under the new extractivism, territorial fragmentation persists in deterritorialised areas, generating a network of enclaves and their connections to global markets, exacerbating territorial tensions” (2009, p. 201, our translation). Thus, it also undermines democracy and, consequently, the constitutionality of the Plurinational State. It is evident that as Bolivian democracy weakens, the criminalisation and repression of social movements intensify.

In addition to the clear violence directed at opponents, a harmful discourse apparatus was built against a state formed under the plurinational model. Critics were reduced to agents of conservative right-wing forces, imperialist supporters, or disgruntled politicians. According to the government, they were counter-revolutionary forces delaying technical and productive transformation, while contributing to the misery of the population (Santos, 2018). The denial of the climatic effects of extractivism was another strategy used to persuade the public that (neo)extractivism was the only way to overcome underdevelopment, accusing opponents of creating insurmountable barriers to the revolutionary process:

Likewise, the Bolivian revolutionary process is criticized for remaining in the “extractivist” stage of the economy, which would maintain harmful activity towards nature and seal its dependence on global capitalist domination. There is no historical evidence to certify that capitalist industrial societies are less harmful to Mother Earth than those dedicated to the extraction of raw materials, whether renewable or non-renewable. Moreover, data on global warming primarily point to greenhouse gas emissions from highly industrialized societies. [...] Extractivism is not a destiny, but it can be the starting point for its overcoming. Certainly, it encapsulates the entire territorial distribution of the global division of labor — a distribution that is often colonial. And to break this colonial subordination, it is not enough to fill one's mouth with insults against extractivism, stop producing, and plunge the people into even greater misery, only for the right to return to power and, without changing it, partially meet the basic needs of the population. (Linares, 2017, p. 7, our translation)

The neo-extractivist policy, summarised by the reproduction of the classic extractivism's logical structure, not only maintains but intensifies the adverse effects from an economic, environmental, political, and social perspective, despite the palliative role of social policies. This significantly deepens the dependency relationship with the countries of the Global North. The absence of a project that

confronts market policies and financial capitalism in terms of national industry development, production diversification, and long-term professional qualification is what largely perpetuates this condition.

It is evident that the profitability of raw material exploitation is high and capable of attracting foreign investments in ways that few economies in the region can match. However, Bebbington (2009) points out that the cost-benefit relationship should be revisited, because as economic gains grow, so do the human and political costs of this type of development. The fragility of a primary-export economy lies in its close subjection to international financial capital, which rearranges values, alliances, and exchanges based on high fluctuations, a factor that contributes to dissolving into very small pieces any possibility of political autonomy and economic emancipation (Valverde; Mercedes, 2016).

Domestic consumption of oil, natural gas, and derivatives is much lower than the amount of production in Latin America (Marini, 2015), and circulation is based on external market demand. By exporting what is produced and importing what is consumed, producing under the varied and endless conditions of capital exploitation and low productive diversity, the cycle of subordination to the international market and foreign investment is established.

In Bolivia, with export rates consistently increasing, the high numbers of imports growing concurrently clearly reflect the technological impoverishment of the country. The rent-seeking logic of hydrocarbon commercialisation favours the consumer goods industry of the Global North, imported as essential products for the population. As a result, the resources to develop capital and consumer goods industries and technological innovation within the country are scarce, cyclically reproducing what Bhagwati calls "poverty-inducing growth" (Acosta, 2011, p. 89, our translation). Depending on the government and public policies implemented, the surplus is also more limited for social policies aimed at sustaining life.

3 FINAL CONSIDERATIONS: ON CONTRADICTIONS AND LIMITS

The research analysed the complex relationship between neo-extractivism and *suma qamaña*, highlighting the contradictions present in Bolivian politics under Evo Morales' government. While the extractivist model was presented as a strategy to generate resources and overcome the country's primary-export dependence, subordination to the global market and the socio-environmental impacts of this model revealed structural limitations. The article questions to what extent the discourse of "strengthening to overcome" extractivism, supposedly aligned with the concept of *Suma qamaña*, could indeed promote sustainable and autonomous development for Bolivia.

Space constraints and reliance on secondary data limited the article's analysis of Evo Morales' neodevelopmentalist program, its industrialisation policies, and their connection with the environmental impacts of the extractivist model. For further details on the nationalisation of gas and oil in Bolivia, including procedures, legal changes, and economic and international implications, see Capri (2023)3.

The neodevelopmentalist interpretation of *suma qamaña* views extractivism as a technique, an instrument in the production of surplus to emancipate the population in the long term. According to this perspective, and as Linera (2017) argued, the centrality of the debate, which revolves around accepting or rejecting extractivist policies, should be replaced by an evaluation of how much we are overcoming capitalism as a mode of production.

The debate on the Bolivian question must encompass this contradiction and question how and to what extent we are overcoming (or creating the material possibilities to do so) capitalism as a mode of production, through an agenda that proposes neo-extractivism as the key (González, 2022).

Referring to Linera's writings and the speeches proclaimed by Evo Morales, the primary sector should not only be associated with welfare policies but also with investments in raw material processing

and local industry development, to support the expectation of benefiting from extractivist policies to overcome them. In one of his defences of extractivism, the former vice president stated that the production of surpluses generated by this economy, through expanded state control, would be responsible for ensuring education capable of generating a critical mass to take charge and, through science and interculturality, drive the advancement of national industrialisation processes and the knowledge economy (Linera, 2017).

The political strategy of the MAS government highlighted extractivism as a pillar for a new level of national development. The nationalisation of hydrocarbons emerged as one of the key public policies supporting this strategic horizon, reconciling not only the maintenance but also the intense strengthening of the environmental degradation model, with the possibility of developing and expanding other spheres of the Bolivian economy. Strengthening (extractivism) to overcome it appeared to be the paradox upheld by this project.

However, subordination to the global market, the volatility of oil prices, and fiscal pressure prevented any progress beyond compensation through social policies, as there are limits to a neoextractivism that disregards its socio-environmental destructive capacity. The increase in the import of basic goods, aimed at improving social indices and controlling inflation, was a policy that "discourages local production, causing profit opportunities to gravitate around extractivist income," transforming the economy into one that increasingly encourages consumption and less and less production (Santos, 2018, p. 248, our translation). Thus, the model does not present significant elements that keep the principles of *suma qamaña* in sight.

In understanding the cyclical condition of sector dependence, one must recognise natural resources as finite materials. As long as investments are not made to strengthen the processing of national raw materials, and the productive model is not diversified by seeking to explore renewable sources, the effects of extractivism grow. These effects include, among others, "loss of biodiversity, pollution of the environment and vital resources, and the leakage of toxic waste with serious consequences for the health of affected communities," and also "the effects of extractivism on the environment, with varying intensities, occur in all countries of Latin America and the Caribbean, especially impacting women and campesino, indigenous, and Afro-descendant populations" (Grisul, 2018, p. 4, our translation). Soon, this region will no longer have the range of resources to exploit and may have developed its productive forces to turn to alternative economic policies.

In general, primary-exporting economies are subject to a strong tendency toward denationalisation due to their integration into the monopolistic production logic, openness to foreign investment, and the precarisation of the national industry. According to Bambirra (2013), these factors dismantle the traditional economy but do not attract industrial dynamism; they do not establish or create the necessary foundations for the growth of the national economy. The volatility of capital and the subordinate relationship between the Global North and South, intrinsic to globalised capitalism, prevent foreign capital from building emancipatory structures in the economies of dependent countries.

In addition to the lack of solid national entrepreneurship and effective regional economic integration policies (Acosta, 2011), denationalisation is dialectically the guaranteed effect of this productive system, and a necessary element for its reproduction. In this sense, the presence of a deterritorialisation also establishes itself, transferring the responsibility for social demands to private companies, as they control the energy market capital. Disconnected from the territory, the management of each part's demands is carried out in a disorganised and disproportionate manner. All of this creates an environment of greater inequality, violence, poverty, and marginalisation (Acosta, 2011).

Paraphrasing Bambirra (2013), the only possibility of fostering state growth in countries like Bolivia, characterised by late and monopolistic industrialisation, is through its strengthening—recovering gaps in management, administration, and control, especially regarding natural wealth. The nationalisation of the primary sector, according to her, is what can begin to shake the structures of capital, but it

is insufficient to overthrow imperialist domination and open paths to alternative development. In addition to nationalisation, the new development (autonomous and emancipatory) would be driven by regional economic integration and the implementation of concrete energy sustainability policies.

In the horizon we are addressing, the advancement of regional economic policies aims to strengthen (not without intense opposition and potential blockages) political autonomy and sovereignty over domestic resources. International trade integration should follow the regional economic integration of primary goods-exporting countries, through the development of commercial strategies aimed at breaking away from the peripheral category of the system, through States with decision-making power over their resources (Cacciampali; Bobik; Celli Jr, 2012).

The environmental costs of the extractivist policy are high, and although territorial conflicts have been highlighted as the driving force behind the Bolivian claims during Evo Morales's government, it should be noted that the conflict brings together rural and urban demands, due to effects that impact both groups. Bebbington (2009) clarifies that the extraction of resources from the land is evaluated not only based on the extent of the land over which the activity takes place but also in terms of the impact it has on other geographies.

Breaking the contradictions of a government, such as the MAS administration, which seeks to promote interculturality, economic growth, and social improvements under a rentier and predatory logic, is a challenging task. Achieving this requires a structural transformation through radical socialist understandings that integrate production, ecology, distribution, regional cooperation, and consumption. Lowy (2014) argues that the ecological issue demands a break from the linear conception of progress and the effects of Modernity on technological and economic paradigms. Similarly, currents within the *suma qamaña* critique “green capitalism” and conventional notions of sustainability. In the Latin American context, extractive policies, especially primary-export-driven ones, reveal the limitations imposed by globalisation. The nationalisation of gas and oil promoted by Evo Morales sought to address the consequences of this dependency, recovering state control over energy resources and improving social indicators, though paradoxically, it ended up strengthening this dependency.

NOTES

1 | A classic privatisation variation helped to compose the Plan de Todos, the economic plan of President Gonzalo Sánchez de Lozada (1993–1997), which capitalised several state-owned companies in the country, including those in the hydrocarbon, water, and mining sectors. The foreign companies most benefited from this measure were those leading operations in these sectors: the Brazilian Petrobras, the Spanish-Argentine Repsol YPF, the British British Gas and British Petroleum, and the French Total Fina Elf.

2 | This process is similar to the actions of governments such as those of Rafael Correa (2007), Lula (2002), Néstor Kirchner (2003), and Hugo Chávez (2002), who promoted the export of gas, oil, iron, lithium, and other minerals.

3 | CAPRI, D. A. de L. **Nacionalização Energética como Política Pública: a agenda petroleira de Evo Morales**. 2024. Master's Thesis (Political Science) – Federal University of the State of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023

REFERENCES

ACOSTA, A. **Extractivismo y neoextractivismo: dos caras de la misma maldición**. In: LANG, M.; MOKRANI, N. (org). *Más allá del desarrollo*. Quito: Ediciones Abya-Yala, 2011.

BAMBIRRA, V. **O capitalismo dependente latino-americano**. Florianópolis: Editora Insular, 2. ed., 2013.

BEBBINGTON, A. The New Extraction: rewriting the political ecology of the Andes? **NACLA Report on the Americas**, v. 42, n. 5, p. 12-20, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1080/10714839.2009.11722221>. Access at: 26 dez. 2023.

BOLÍVIA. Decreto Supremo nº 28.701, de 1º. de maio de 2006. **Nacionalización de hidrocarburos "Héroes del Chaco"**. 2006a. Available at: <https://www.lexivox.org/norms/BO-DS-28701.html#norm>.

BOLIVIA. Estado Plurinacional de Bolivia. *Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien*. 2006b. Available at: <http://www.ademaf.gob.bo/normas/ds29272.pdf>. Access at: 26 dez. 2023.

BRINGEL, B.; ECHART MUÑOZ, E. Pensamiento crítico latinoamericano sobre desarrollo. In: MEDINA, T.; VILLARREAL, M. (Ed.). **Pensamiento Crítico Latinoamericano sobre Desarrollo**. Madrid: Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación, 2020, p. 55–73.

CACCIAMALI, M. C.; BOBIK, M.; CELLI JR, U. In search of a new integration of Latin America in the global economy. **Estudios Avanzados**, v. 26, n. 75, p. 91–110, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000200007>. Access at: 26 dez. 2023.

CEPPI, N. La energía en la agenda pública: cambios em Bolivia con "proyección" en el contexto contiguo. **JANUS.NET, e-journal of International Relations**, v. 6, n. 1, p. 108–124, 2015. Available at: <http://hdl.handle.net/11336/51372>. Access at: 26 dez. 2023.

CEPPI, N. Los hidrocarburos en el gobierno de Evo Morales: extractivismo nacionalista con presencia extranjera. **Civilizar**, v. 16, n. 30, p. 175–190, 2016. Available at: <https://doi.org/10.22518/16578953.542>. Access at: 26 dez. 2023.

COUTINHO, M. Movimentos de mudança política na América do Sul Contemporânea. **Revista de Sociologia Política**, v. 27, p. 107-123, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0104-44782006000200008>. Access at: 26 dez. 2023.

DA SILVA, F. P. Comunalismo nas refundações andinas do século XXI: o Sumak kawsay/*suma qamaña*. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 34, n. 101, p. 1-19, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1590/3410117/2019>. Access at: 26 dez. 2023.

DÁVALOS, N. B.; RODRIGUES FILHO, S.; LITRE, G. Multidimensional impacts of a hydropower reservoir on indigenous communities: displacement, division and pilgrimage among the Tuxá people of the Bahia state, Brazil. **Sustainability in Debate**, v. 12, n. 1, p. 220–235, 2021. Available at: [10.18472/SustDeb.v12n1.2021.36587](https://doi.org/10.18472/SustDeb.v12n1.2021.36587). Access at: 26 dez. 2023

DOMINGUES, J. M. *et al.* A Bolívia no espelho do futuro. Belo Horizonte: Editora UFMG; Rio de Janeiro: IUPERJ, 2009.

FUSER, I. *Nossa América Nuestra: Bolívia*. Fundação Perseu Abramo, 2016.

GONZÁLEZ, A. B. P. Quem paga o preço? Controvérsias socioecológicas associadas à transição energética na América do Sul. **Sustainability in Debate**, v. 13, n. 3, p. 72–120, 2022. DOI: [10.18472/SustDeb.v13n3.2022.44799](https://doi.org/10.18472/SustDeb.v13n3.2022.44799). Access at: 26 dez. 2023.

GONZÁLEZ, A. B. P.; VIGLIO, J. E.; FERREIRA, L. da C. Comunidades energéticas na transição para a sustentabilidade: o caso da América do Sul. **Sustainability in Debate**, v. 13, n. 2, p. 156–174, 2022. Available at: [10.18472/SustDeb.v13n2.2022.41266](https://doi.org/10.18472/SustDeb.v13n2.2022.41266). Access at: 26 dez. 2023.

GRISUL. **Pacha**: defendendo a terra. Extrativismo, conflitos e alternativas na América Latina e no Caribe. 2018. Available at: <http://www.grisulunirio.com/pacha/>. Access at: 26 dez. 2023.

GUDYNAS, E. Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. Contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual. **Extractivismo, Política y Sociedad**, p. 187–225, 2009. Available at: <https://biblioteca.hegoa.ehu.es/registros/17745>. Access at: 26 dez. 2023.

LINERA, Á. G. Una Vez Más Sobre el Llamado Extractivismo. Nodal: **Noticias de America Latina y el Caribe**, 2017. Available at: <https://www.nodal.am/2017/09/una-vez-mas-llamado-extractivismo-alvaro-garcia-linera/>. Access at: 26 dez. 2023.

LOWY, M. **O que é Ecosocialismo?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2014.

MARINI, R. M. **América Latina, Dependencia y Globalización**. Mexico, D.F: Siglo XXI Editores; Buenos Aires: CLACSO, 2015.

NUNES, T. G. A. O extrativismo progressista na América do Sul: uma análise a partir da experiência boliviana. **Revista Cadernos de Campo**, p. 63–84, 2018. Available at: <https://periodicos.fclar.unesp.br/cadernos/article/view/11312>. Access at: 26 dez. 2023.

QUIJANO, A. El fantasma del desarrollo en América Latina. **Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales**, v. 6, n. 2, p. 73–90, 2000. Available at: <https://www.revistadelcesla.com/index.php/revistadelcesla/article/view/369/>. Access at: 26 dez. 2023.

SANTOS, F. L. B. dos. **Uma história da onda progressista sul-americana (1998-2016)**. São Paulo: Elefante, 2018.

SCHAVELZON, S. **Plurinacionalidad y Vivir Bien/Buen vivir: dos conceptos leídos desde Bolivia y Ecuador post-constituyentes**. Ediciones Abya-Yala, 2015.

SVAMPA, M. Consenso de los *commodities*, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina. In: **Movimientos Socioambientales em América Latina**. OSAL (Buenos Aires: CLACSO) Año XIII, N° 32, 2012.

ULLOA, A. Dinámicas ambientales y extractivas en el siglo XXI: ¿es la época del Antropoceno o del Capitaloceno en Latinoamérica? **Desacatos**, p. 58–73, 2017. Available at: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2017000200058. Access at: 26 dez. 2023.

VALVERDE, A. L. L.; MERCEDES, S. S. P. A Teoria da Dependência e suas aplicações na América Latina neoliberal. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL PENSAR E REPENSAR A AMÉRICA LATINA, 2016. **Anais [...]**. Available at: <https://proceedings.science/simposioiberoamericano/article/view/1530/1148>. Access at: 28 jun. 2023.

YACIMIENTOS PETROLÍFEROS FISCALES BOLIVIANOS. Audiencia Pública. **Rendición de Cuentas**. 2013. Available at: <http://www2.hidrocarburos.gob.bo/index.php/transparencia/audiencia-p%C3%BAblica/category/33-audiencia-publica-agosto-2013.html?download=205:yacimientos-petroliferos-fiscales-bolivianos-yffb-agosto-2013>

O dilema do *Neoextrativismo* na Bolívia: tensões entre o *Buen vivir* e o modelo primário-exportador

The dilemma of neo-extractivism in Bolivia: tensions between Buen vivir and the primary-export model

Débora Alves de Lima Capri ¹

Vinícius Ferreira Baptista ²

¹ Masters in Political Science, Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
E-mail: deboracapri1@gmail.com

² PhD in Public Policy and Social Sciences, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brazil
E-mail: viniciusferbap@ufrj.br

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55651

Received: 29/09/2024
Accepted: 06/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMO

O artigo analisa as relações entre o *suma qamaña* (*Buen vivir*) e a política neoextrativista na Bolívia, que contribuiu com a eleição e reeleição de Evo Morales. Identifica semelhanças com o extrativismo clássico e limitações em diversificar a indústria e superar o modelo primário-exportador. A partir de uma revisão integrativa baseada em dados do governo boliviano, da estatal YPFB e literatura interdisciplinar, investiga os impactos sociais e territoriais do *Neoextrativismo* em um país que garantiu constitucionalmente a defesa da Pachamama (Mãe-Terra). A nacionalização se tornou uma das principais políticas públicas de Evo Morales, elevando indicadores sociais e econômicos, ao mesmo tempo que aprofundou a subordinação ao mercado internacional e os impactos socioambientais, promovendo intensos conflitos étnicos e territoriais.

Palavras-chave: Dependência primário-exportadora. Evo Morales. *Neoextrativismo*. Recursos naturais. *Suma qamaña/Buen vivir*.

ABSTRACT

The article examines the relationship between *suma qamaña* (*Buen vivir*) and neo-extractivist policies in Bolivia, which supported the election and re-election of Evo Morales. It identifies similarities with classical extractivism and highlights limitations in diversifying the industry and overcoming the primary-export model. Through an integrative review based on data from the Bolivian government, the state-owned company YPFB, and interdisciplinary literature, it investigates the social and territorial impacts of neo-extractivism in a country that has constitutionally enshrined the defense of Pachamama (Mother Earth). Nationalization became one of Evo Morales's main public policies, improving social and economic indicators while deepening dependence on international markets and intensifying socio-environmental impacts, as well as ethnic and territorial conflicts.

Keywords: Primary-export dependence. Evo Morales. Neo-extractivism. Natural resources. *Suma qamaña/Buen vivir*.

1 INTRODUÇÃO

O artigo analisa a nacionalização do petróleo e gás natural implementada em 2006 por Evo Morales, apresentando os limites e possibilidades do *Neoextrativismo* ante os conflitos pelo bem-viver, no período de 2006 a 2019. Através desses elementos, o estudo busca compreender as consequências de um modelo econômico que, ao mesmo tempo, promove desenvolvimento e gera fortes tensões com os princípios sociais e ambientais defendidos constitucionalmente. O texto se divide em três seções: a primeira destaca histórica e politicamente o cenário da política de nacionalização; a segunda pondera contornos teóricos e político-institucionais do *Neoextrativismo* e os conflitos pelo bem-viver no país; a última seção propõe considerações finais sobre as contradições e limites do modelo.

A pesquisa é construída a partir de uma revisão integrativa, combinando diferentes estudos e fontes, como obras científicas, dados empíricos e políticas públicas, para proporcionar uma visão abrangente do tema. Foram utilizados Bancos de Dados: i. do governo boliviano para obtenção de dados oficiais sobre políticas públicas, indicadores econômicos, sociais e ambientais; ii. da estatal petrolífera boliviana (YPFB) para informações específicas sobre a exploração de hidrocarbonetos; iii. e revisão de literatura interdisciplinar para abordar conceitos e discussões sobre *Neoextrativismo* e seus impactos, modelos de desenvolvimento e perspectivas econômicas, sociais, políticas e ambientais.

A terceira nacionalização dos hidrocarbonetos na Bolívia enfrentou limitações no desenvolvimento das forças produtivas da região. A baixa diversificação das indústrias nacionais refletiu a simbiose entre atraso e avanço, cuja economia primário-exportadora cria barreiras ao desenvolvimento das economias locais. Contudo, Evo Morales propôs o resgate dos recursos energéticos como ponto de partida para recuperar indicadores sociais e combater a política imperialista estadunidense no país. O trabalho reconhece os avanços nas políticas sociais promovidos pelo modelo de Evo Morales, mas analisa seus limites e contradições, incluindo disputas étnicas e territoriais, a constitucionalização do *suma qamaña* (bem-viver) e a perpetuação do ciclo de dependência primário-exportadora.

2 O CENÁRIO DA NACIONALIZAÇÃO DE EVO MORALES

A política de nacionalização dos hidrocarbonetos implementada em 2006 por Evo Morales (Bolívia, 2006a) trouxe consigo um novo momento para o setor primário-exportador da Bolívia, acompanhando o cenário que se configurava na América Latina. O *Neoextrativismo* foi a política que caracterizou a renovação do modelo de exploração, e a maior parte do excedente passou a ser revertido em políticas sociais.

Esse novo modelo foi um fator relevante para a reeleição de Evo Morales em 2009 e, ao mesmo tempo, responsável pela intensificação dos conflitos territoriais na região, protestos e manifestações populares contrárias ao aprofundamento da exploração dos recursos do solo. De forma paradoxal, Evo Morales conquistou reconhecimento e apoio da maioria votante da população, que se beneficiaria das políticas sociais (como o *Bônus Juancito Pinto*, a *Renda Dignidade* e o *Bônus Juana Azurduy*), mas garantiu também o enfrentamento de uma parcela significativa, principalmente de grupos étnicos opositores.

Na Bolívia, a prática neoextrativista, que ganhou espaço após o primeiro mandato de Evo Morales em 2006, ascendeu como resposta ao aprofundamento das condições de exploração do trabalho e de jugo do imperialismo monopolista (Bambirra, 2013). As ações aconteceram por meio da política neoliberal de privatização das estatais bolivianas, inserção de transnacionais em setores estratégicos da economia local, em particular, do setor petrolífero, concessões e grandes aberturas ao capital privado, através dos marcos da Lei de Capitalização (1.544/94) e da Lei de Hidrocarbonetos (1.689/96)¹.

A limitação a políticas compensatórias é característica do *Neoextrativismo* e da onda progressista que atingiu a América Latina a partir dos anos 2000 (Gudynas, 2009). O teor antissistema dos recursos políticos e discursivos de Evo Morales estendeu-se apenas ao anti-imperialismo. Apesar das limitações da política pública de nacionalização, a YPFB foi reestatizada, e o Estado recuperou muitas de suas funções na exploração e exportação de recursos naturais, além de ter aplicado o excedente com fins sociais e, em algum nível, Evo Morales confrontou a política estadunidense (Bolívia, 2006b; Ceppi, 2016; Santos, 2018).

Porém a ausência de políticas anticapitalistas impediu modificações mais profundas na estrutura econômica da Bolívia e que colocassem no horizonte, de forma concreta, saídas da situação de submissão. Em se tratando de políticas energéticas, principal fonte de renda da Bolívia, há que se considerar o potencial de políticas nacionalizantes para criar soluções em longo prazo.

Para dirigir a nacionalização, a abordagem adotada foi a exploração sob vias de compensação social. A estratégia adotada pelo governo masista tratou de fazer da nacionalização dos hidrocarbonetos uma política pública coadunada às perspectivas do capital. Com a recuperação parcial das funções estatais e ampliação nas porcentagens do lucro, foi possível ampliar a margem de investimentos em políticas sociais e reverter o cenário de agravamento da fome e da pobreza deixado pela democracia pactuada (Ceppi, 2016; Santos, 2018).

A categoria de análise do conceito *Neoextrativismo* aqui utilizada é a de Gudynas (2009), em que a velha exploração privatista é substituída por um extrativismo que se coloca como necessidade para geração de excedente e investimento em políticas sociais – no caso da Bolívia, em políticas de redistribuição de renda, de assistência e previdência social, de educação e saúde. A diferença está, sumariamente, na aplicação dos recursos obtidos pela prática, pois sustentam-se os velhos hábitos de exploração incessante e insustentável dos pontos de vista humano e ambiental.

O autor desenvolve dez teses que revelam grandes semelhanças entre as políticas progressistas no setor primário-exportador da América do Sul e os projetos extrativistas anteriores, indicando suas principais características e desafios, mas trazendo constantemente o caráter limitante de seu conteúdo em termos econômicos, geográficos e sociais, principalmente. Entende-se (Gudynas, 2009) que a associação ao velho extrativismo está na remoção de recursos do solo em quantidades abundantes para apropriar-se da natureza e manter a dependência aos países processadores de matéria-prima sem, contudo, diversificar a indústria e atuar sob impactos sociais e ambientais, aprofundando a lógica previamente estabelecida.

Tradicionalmente, a esquerda na América Latina questionava o modelo de desenvolvimento e a atividade extrativista, geradora de economias fracas e dependentes de abertura ao capital estrangeiro e de um campo industrial limitado às indústrias de base (Fuscaldo; Urquidi, 2005; Gudynas, 2009). Houve, de fato, expansão da exportação no Brasil, na Venezuela e na Bolívia, ampliação dos campos de exploração, como os novos setores de mineração no Equador e da mineração de ferro na Bolívia, recuperação de refinarias e do protagonismo estatal, e remanejamento na política de preço dos combustíveis. Mas, mesmo naqueles governos em que há nacionalização dos recursos, repetem-se padrões clássicos orientados pela competitividade e rentabilidade (Gudynas, 2009).

As características coloniais do extrativismo, de apropriação dos recursos da terra em benefício da metrópole, geram exploração do trabalho das nações de capitalismo dependente somado à importação abundante de matéria-prima, o que permite à metrópole desenvolver-se industrialmente, mediante condições de vida e trabalho superiores, e sustentar ainda a dependência latina através da exportação de bens de consumo e de capital.

Acontece que o novo modelo econômico primário-exportador compensatório não ajudou a construir as bases necessárias ao horizonte de superação dessa relação de dominação, uma vez que os excedentes

recebem agora outro destino, sob forma de reformas sociais, mas conserva-se a característica de exploração incessante da natureza. Os indicadores gerais de importação continuam crescendo conforme expande a exportação na Bolívia, com números próximos a cada ano, exceto pela variação ao longo dos meses, que é maior na exportação a partir de 2008. Indicadores que podem estar associados à falta de incentivos na diversificação da indústria nacional, em especial se observarmos que ainda não há decréscimo sólido da importação de bens de consumo e de capital. Conferir as figuras 1, 2 e 3.



Figura 1 – Importações – Bolívia (USD Milhões)

Fonte: Trading Economics, Banco Central de Bolívia.
Disponível em: <https://pt.tradingeconomics.com/bolivia/imports>

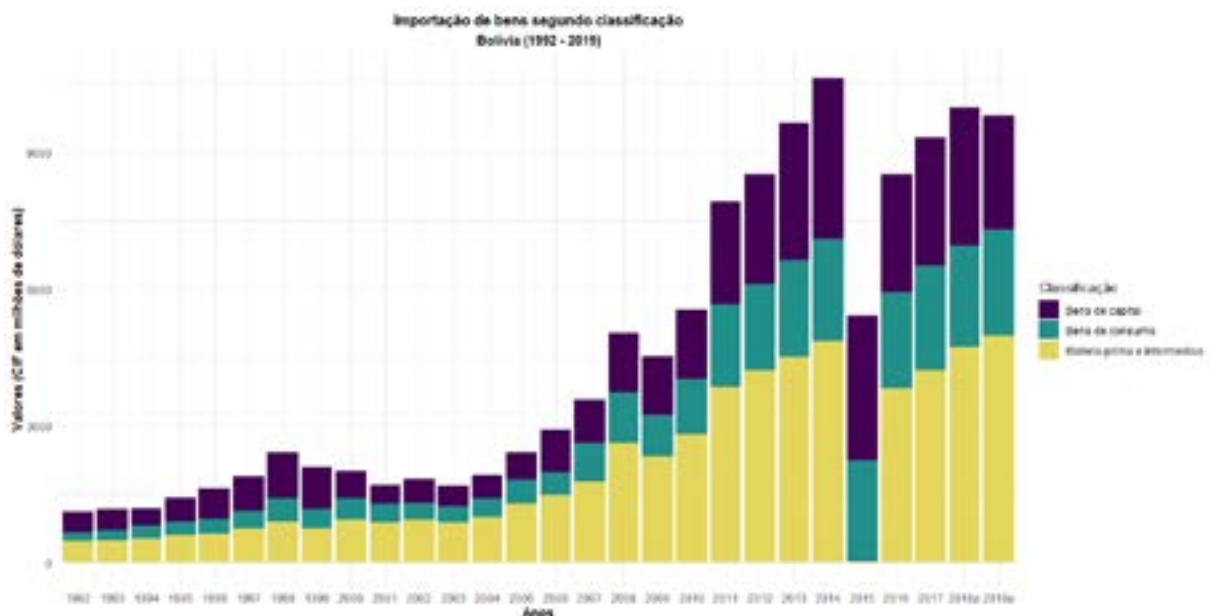


Figura 2 – Importação de bens segundo classificação – Bolívia.

Fonte: Instituto Nacional de Estadística, elaboração própria.



Figura 4 – Exportações – Bolívia (USD Milhões).

Fonte: Trading Economics, Banco Central de Bolívia.
Disponível em: <https://pt.tradingeconomics.com/bolivia/exports>

Os gráficos demonstram um aumento contínuo nas exportações da Bolívia a partir de 2004, acompanhado por um crescimento significativo das importações. Isso evidencia a dependência do país em relação ao mercado internacional para bens de consumo e capital, e destaca as limitações do modelo, que prioriza a exploração de recursos naturais sem promover a diversificação industrial. Esse cenário reflete a perpetuação da subordinação econômica, uma vez que as receitas geradas pelo *Neoextrativismo* não estiveram orientadas a romper o ciclo de dependência, como a projeção de uma nova estrutura produtiva no país.

A novidade da política pública nos governos progressistas² está resumida na elevação dos números de exportação associada a políticas de redistribuição de renda e incentivos em saúde, educação e previdência. O extrativismo ganha uma identidade nova em seu sufixo -neo, mas permanece atrelada à reprodução da lógica globalizada que exige a subordinação dos países marginalizados ao financiamento estrangeiro. A degradação ambiental e os conflitos territoriais característicos permanecem acentuados, e a resolução dos impactos ambientais é negligenciada (Dávalos; Rodrigues Filho; Litre, 2021). Os integrantes do governo da Bolívia ganharam legitimidade no campo da esquerda com a presença de um Estado assistencialista e a nacionalização dos hidrocarbonetos. A associação do *Neoextrativismo* às políticas assistenciais os reaproximou politicamente e ajudou a apaziguar as demandas sociais.

O novo papel que o Estado assume sob os recursos nacionais, elemento que permite a condicionante compensatória do *Neoextrativismo*, em certa medida condiz com a perspectiva de remediação das externalidades negativas do mercado. Esse é o principal fator de distinção do *novo extrativismo* se comparado às políticas predatórias neoliberais, pois aumenta as possibilidades de interferência e decisão do Estado no campo hidrocarborífero, captação e destinação de receitas. O fortalecimento do Estado permitiu ao governo masista aproximar-se da esquerda e dos setores populares (Fuscaldo; Urquidi, 2015). Paradoxalmente, o que criou as condições de legitimidade também as minaria.

Como se observa no Quadro 1, a nacionalização do petróleo em 2006 na Bolívia logrou crescimento exponencial da renda petrolífera do Estado, o que permitiu novos empreendimentos nos programas sociais e contribuiu, de fato, para melhorar alguns índices (apesar de ainda permanecerem preocupantes). Em 2006, o montante da renda petrolífera do Estado boliviano pairava entre os \$670 milhões. Em 2008, dois anos após a nacionalização, já havia atingido \$2099 milhões. Em

2012, esse número já havia dobrado (YPFB, 2013). Os níveis de pobreza no país passaram de 60,6% a 45% e os níveis de desigualdade de 0,60 a 0,46, de acordo com o coeficiente de Gini entre 2005 e 2011 (Udape, 1990). Houve significativo aumento de investimentos do Estado em educação, saúde, previdência e assistência social: entre 2005 e 2015, o salário mínimo aumentou 380%, o desemprego urbano caiu de 8,1% para 5,5%, a inflação estabilizou em 5% ao ano, e os investimentos nos programas sociais subiram de 500 milhões de bolivianos em 2005, para 2,2 bilhões em 2010 (Fuser, 2019).

Um exemplo de programa social é o *Bônus Juancito Pinto*, que destinava US\$ 29 às crianças bolivianas matriculadas na escola até o sexto ano. Instituído em 2006, o programa atingiu a cobertura de 95% das crianças em 2009 e era resultado direto dos impostos cobrados sob o gás natural dos campos de San Alberto e San Antonio. A *Renda Dignidade* e o *Bônus Juana Azurduy* ampliaram os orçamentos do setor previdenciário e os benefícios prestados às mães que não possuíam seguro-saúde (Fuser, 2019). Além desses, Ceppi (2015) também menciona os programas *Bono Bachiller Destacado*, o Programa Desnutrición Cero, o *Mi Primer Empleo Digno* e os *Planes de Vivendas Sociales* como expoentes da alta dos indicadores sociais.

Quadro 1 – Políticas sociais/despesas do Estado (BOB Milhões)

Policy	Objective	State Expenditure
BJP	Incentivar la matriculadón y la escolaridad	Año de inicio 2006: 227.3 millones de BOB Año 2012*: 318.9 millones BOB
BJA	Reducir la mortalidad materno-infantil	Año de inicio 2009: 55 millones BOB Año 2012: 177.1 millones BOB
RD	Mejorar las condiciones de la seguridad social	Año de inicio 2008: 1407.6 millones BOB Año 2012: 1979.6 millones BOB

Fonte: CEPPI (2016).

De forma concomitante, agravaram-se os conflitos territoriais, as manifestações e os protestos de enfrentamento à política exploratória, e a pressão social por novos modelos de desenvolvimento e de relação entre ser humano e natureza (Fuscaldo; Urquidi, 2015). Do ponto de vista ambiental, estabeleceram-se conflitos perante algumas correntes do *suma qamaña*. Se por um lado a melhoria dos índices e a implementação de políticas públicas sociais apaziguaram parte da sociedade e a reeleição do governo do MAS sob liderança de Evo em 2009, e novamente em 2013, por outro, a perpetuação do ciclo de subordinação radicalizou a crítica de alguns grupos indígenas e fragmentou sua base eleitoral.

2.1 NEOEXTRATIVISMO E OS CONFLITOS PELO BEM-VIVER

O cenário que se estabeleceu com o pós-Guerra Fria exigiu uma adaptação nas estruturas do capital, traduzidas nas políticas neoliberais consolidadas pelo Consenso de Washington. Entre elas estão o crescimento exponencial de políticas de privatização, desregulamentações e ajustes nos campos trabalhistas e previdenciários, resultados de uma reformulação da função do Estado, que agora teria seu tamanho bastante reduzido na economia (Coutinho, 2006).

Entre 1985 e 2005, mercados, bancos e estatais foram liberalizados, e políticas de privilégios para as multinacionais avançaram em detrimento da soberania das nações sobre seus recursos naturais (Nunes, 2018). Essa estratégia age, por exemplo, na interpretação de desenvolvimento enquanto melhora as condições de vida através do consumo, ou então na concepção de capitalismo verde, que faz das demandas ecológicas um novo mercado, sustentado pela mesma lógica de exploração humana e animal, desperdício e devastação ambiental (Bringel; Echart-Muñoz, 2020).

A globalização reforçou os laços de dependência da América Latina também nos campos simbólico, social, institucional, cultural e linguístico. A construção de um ideal de desenvolvimento, que tem como referência parâmetros capitalistas de produção, distribuição e consumo, permeia não apenas os campos político e econômico, como incorpora a validação de um único modelo de saber, consequência direta da filosofia moderna e elemento central na manutenção do padrão mundial do poder capitalista (Quijano, 2000).

Na Bolívia, governada por Evo, isso se expressou por meio da ocidentalização dos saberes indígenas, privilegiando um modelo ocidental de produção e ferindo princípios democráticos e ambientais (Quijano, 2000), apesar de estar fortemente presente na região o *suma qamaña*/bem-viver, ideal dos povos originários do altiplano andino, e até mesmo seus princípios serem parcialmente assimilados pela Constituição boliviana.

Os princípios desse ideal na Constituição deliberam compreensão que toma a economia e o desenvolvimento como unidade, e geradora de discussões étnicas, institucionais e econômicas, ao passo que a plurinacionalidade elabora um novo formato institucional e de organização política (Schavelzon, 2015). Na definição de Farah e Vasapollo (2011), é enaltecida a coletividade e a boa convivência, o acesso igualitário e uso comum de bens materiais e imateriais com fins da satisfação das necessidades humanas, em harmonia com os produtos e seres da natureza, prezando pela reciprocidade e *complementaridade*.

A contraposição do *suma qamaña* sobre a noção de desenvolvimento se coloca também no campo da construção e validação dos saberes, uma vez que esse debate foi construído a partir de um padrão eurocêntrico de conhecimento, central na manutenção do padrão mundial do poder capitalista (Quijano, 2000). Para Ulloa (2017), o bem-viver contempla uma alternativa ao desenvolvimento que estabelece críticas e novos padrões individuais e coletivos para a reconstrução dessa relação com a natureza, resgatando princípios filosóficos indígenas.

Importante frisar que o conceito *suma qamaña* é plural, encontra-se em construção e em disputa. São quatro suas correntes principais: indigenista, pós-estruturalista, socialista e neodesenvolvimentista (Da Silva, 2019), que diferem na origem, nos valores e nas estratégias. Algumas distinções entre as correntes se refletem em conflitos práticos. A Constituição garante a aplicação da corrente neodesenvolvimentista, abordagem reformista adotada pelos cocaleros (principal base eleitoral de Evo Morales) e pelo MAS, enquanto a corrente indigenista trabalha sob ideais mais radicais (Vanhulst, 2015; Vecoutere; Le Quang, 2013).

O ideal do *buen vivir* evidencia a renovação do pensamento de esquerda e a construção de novos paradigmas. Ele decorre de um conjunto de elementos que reivindicam a participação das minorias étnicas e sociais nas decisões políticas, a harmonia entre o ser humano e a Pachamama, e uma vida comunitária, baseada em quatro princípios que ditam as relações de produção, distribuição e circulação material (Fuscaldo; Urquidi, 2015): i) o da *complementaridade*, a busca pelo equilíbrio entre comunidade e individualidade, em uma relação complementar com o outro, sem perder de vista sua autonomia enquanto indivíduo; ii) a *reciprocidade*, que, opondo-se às práticas de acumulação, busca a responsabilidade recíproca entre os indivíduos pela justa redistribuição; iii) a *relacionalidade*, marcada pela totalidade dos seres em constante interação; e iv) a correspondência, a harmonia estabelecida na relação entre todos os seres.

A institucionalização do ideal pelo governo de Evo Morales está contida no *Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien* (Bolívia, 2006b). O documento contempla alguns de seus princípios e proposições para uma vida em comunidade, como a erradicação da pobreza e da desigualdade, por uma população com condições dignas de vida e de trabalho. No campo produtivo, as agências fomentariam um câmbio diversificado, multissetorial e integrado, o que geraria novas oportunidades de emprego e manteria fixa no horizonte a superação do modelo

primário-exportador. A autodeterminação dos povos, protegida e garantida por um Estado *soberano*, atuaria prontamente em defesa local e internacional do uso consciente e sustentável dos recursos da terra (Villafuerte *et al.*, 2016).

Os discursos de Evo Morales na campanha de 2005 (Fuser, 2016) apontavam enfaticamente para um governo de fortalecimento da política neoextrativista almejando o horizonte de desvinculação com ela, demonstrando preocupação com a dependência dos setores estrangeiros. No entanto, a manutenção do extrativismo sob novos moldes representou o elemento-chave na economia da Bolívia de Evo, mas não trouxe consigo políticas que em longo prazo pudessem materializar a superação do modelo.

Somado à alta crescente das importações, o momento conferiu aquilo que Svampa (2012) chamou de “consenso das *commodities*”, nova ordem econômica estabelecida pela alta dos preços internacionais dos produtos primários e, por outro lado, dos bens de consumo. É quando se observa a alta da exportação nos países emergentes, concomitante ao crescimento da importação de produtos básicos. O resultado, ao contrário do que prometia os planos políticos de governo do MAS, foi a escassez de investimentos voltados ao crescimento do setor industrial. É perceptível a configuração de um *suma qamaña* reorganizado teoricamente e compatível com a economia de mercado por detrás de um governo progressista que concebe um “desenvolvimento alternativo” e não uma “alternativa ao desenvolvimento” (Da Silva, 2019, p. 4).

Entender os conflitos que se estabeleceram no país exige recuperar o período de ingresso na presidência de Evo e do MAS, mais um Movimento Social do que partido até então. A eleição de seu primeiro mandato veio como reação popular às privatizações dos recursos naturais desde o governo de Hugo Banzer (1997 – 2001), à incorporação da política estadunidense de erradicação do cultivo da folha de coca, produto de grande relevância cultural e econômica para os camponeses bolivianos, entrega de importantes estatais ao capital privado, pobreza, desemprego e o desgaste institucional que persistia pós-ditadura. Houve o fatiamento da estatal petrolífera YPF sob os moldes da capitalização, a redução do pagamento dos royalties pelas multinacionais de 50% para 18% e o decréscimo da receita da YPF para o Tesouro Nacional, que em alguns anos foi sete vezes menor que o valor alcançado entre 1985 e 1996 (Santos, 2018).

Entre 1997 e 2002, a interferência estadunidense no país aumentou e os empréstimos internacionais subiram de 3,3% para 8,6% do PIB. Em 2000, a venda do sistema de águas da Cochabamba à Betchel e a entrega da regulação total dos recursos hídricos à Superintendência de Saneamento Básico (Sisab) eclodiram grandes embates e a conhecida “Guerra da Água”, iniciada em Cochabamba, mas que se estendeu a outras cidades do país. E em 2003, a “Guerra do Gás” foi outro ciclo de confrontos em oposição à entrega dos hidrocarbonetos às transnacionais e resultou na renúncia do então presidente Gonzalo Sánchez de Lozada (2002 – 2003) (Domingues *et al.*, 2009; Santos, 2018).

Os acontecimentos culminaram na radicalização dos protestos e na organização mais ativa da população, que passou a exigir um novo formato de democracia, difundindo a promessa de uma Constituinte, um novo modelo geral de desenvolvimento, a dizer, a reivindicação pelo bem-viver, e uma nova relação de administração e comércio dos recursos naturais. Em 2005, o candidato à presidência pelo MAS, dadas as suas origens camponesas e sindicais, trouxe um programa de nacionalização e industrialização dos hidrocarbonetos.

Diante disso, os efeitos adversos da manutenção do extrativismo do ponto de vista da popularidade de Evo foram consequências da expectativa e do potencial sociais inflados pela eleição do primeiro presidente indígena do país, pela constitucionalização do bem-viver e da plurinacionalidade, e pela internacionalização do debate sobre a Mãe Terra. A cobrança popular aumentou, pressionando o presidente sobre os termos de exploração e preservação. Quanto à disputa territorial e oposição ao *Neoextrativismo*, a repressão aos protestos na Bolívia ecoou a brutal violência sobre os movimentos sociais e ambientalistas que ocorrem na América Latina e Caribe na disputa pelo modelo de desenvolvimento (Grisul, 2018).

Algumas tensões no cenário boliviano levaram a essa postura por parte do governo masista, que em 2010 teve de enfrentar uma grande reivindicação por autonomia territorial e em nome da plurinacionalidade. No mesmo ano, um decreto (*Resolución Normativa de Directorio* de 24 de diciembre de 2010) que instituía a elevação dos preços dos combustíveis em mais de 70% gerou massivos protestos. As pesquisas de Santos revelam que “adultos foram sequestrados, famílias foram dispersadas na selva, crianças ficaram desaparecidas por dias e houve ao menos três mortos, inclusive crianças. Houve registro de grávidas que perderam seus filhos por espancamento” (2018, p. 242).

Os protestos se manifestaram também institucionalmente, tomando para si os espaços democráticos do novo Estado Plurinacional. A *Asamblea del Pueblo Guaraní*, em 2009, por exemplo, trouxe à tona algumas tensões entre o povo guarani e o MAS, representado majoritariamente pela etnia aymará (camponeses coccaleros, em suma), questionando o caráter não consultivo e desrespeitoso das políticas extrativistas do presidente (Bebbington, 2009). Em julho, durante o Primeiro Encontro das Secretarias de Recursos Naturais das Organizações Camponesas Indígenas em La Paz, as atividades extrativistas foram acusadas de “violiar os direitos coletivos reconhecidos pela Constituição Política do Estado (CPE), por Leis e Tratados Internacionais” e que isso ocorre porque o governo “não permite um processo obrigatório de consulta e participação prévias, livres e informadas” (Bebbington, 2009, p. 18).

As críticas foram duras, mas o governo se manteve dissuadindo a população alegando que se tratava de reivindicações contra o desenvolvimento nacional. Quando os delegados criticaram a visita do MHE às comunidades Mosen e Lecos, acusando o governo de manipular os locais por apoio ao projeto de exploração de petróleo Lliquimuni da YPF-BP-Petroandina, a resposta de Morales demonstrou o claro ataque que vinha se desenhando sobre as ONGs ambientalistas, grupos étnicos e ativistas da causa ambiental: “Infelizmente, algumas ONGs usam alguns líderes sindicais para se opor e obstruir as licenças ambientais necessárias para aumentar o número de poços e bombear mais petróleo” (Bebbington, 2009, p. 18, tradução nossa).

A quinta tese de Gudynas associa esse momento de disputas territoriais como característica inerente ao *novo extrativismo*: “bajo el nuevo extractivismo persiste la fragmentación territorial en áreas desterritorializadas, generándose un entramado de enclaves y sus conexiones a los mercados globales, que agravaan las tensiones territoriales” (2009, p. 201). Desse modo, não deixa de ferir também a democracia e, assim, a constitucionalidade da condição de Estado plurinacional. E é evidente que, à medida que a democracia boliviana é fragilizada, cresce a criminalização e repressão dos movimentos sociais.

Além da nítida violência que se estabeleceu com os opositores, foi construído um aparato discursivo bastante nocivo a um Estado que se constitui no modelo plurinacional. Os críticos foram reduzidos a agentes das forças conservadoras de direita, apoiadores do imperialismo ou a políticos ressentidos. Eram, segundo o governo, forças contrarrevolucionárias que atrasavam a transformação técnica e produtiva, além de corroborar a miséria da população (Santos, 2018). A negação da relevância dos efeitos climáticos do extrativismo foi outro recurso utilizado para persuadir a população de que o (neo) extrativismo era a única via de superar o subdesenvolvimento, e acusavam-se os opositores de criarem barreiras intransponíveis ao processo revolucionário:

Igualmente, critica-se o processo revolucionário boliviano por permanecer na etapa "extrativista" da economia, o que manteria uma atividade prejudicial à natureza e selaria sua dependência da dominação capitalista mundial. Não há evidências históricas que comprovem que as sociedades industriais capitalistas sejam menos nocivas para a Mãe Terra do que aquelas dedicadas à extração de matérias-primas, sejam elas renováveis ou não renováveis. Além disso, os dados sobre o aquecimento global apontam principalmente para a emissão de gases de efeito estufa por parte das sociedades altamente industrializadas. [...] O extrativismo não é um destino, mas pode ser o ponto de partida para sua superação. Certamente, nele se condensa toda a distribuição territorial da divisão internacional do trabalho — distribuição muitas vezes colonial. E, para romper essa subordinação colonial, não basta encher a boca

de injúrias contra o extrativismo, deixar de produzir e mergulhar o povo em uma miséria ainda maior, apenas para que a direita volte ao poder e, sem modificá-lo, satisfaça parcialmente as necessidades básicas da população. (Linera, 2017, p. 7, tradução nossa)

A política neoextrativista, resumida pela reprodução da estrutura lógica do extrativismo clássico, não só mantém, como intensifica os efeitos adversos do ponto de vista econômico, ambiental, político e social, apesar da atuação paliativa das políticas sociais, o que aprofunda sobremaneira a relação de dependência perante os países do Norte Global. A ausência de um projeto que confronte a política de mercado e o capitalismo financeiro em termos de desenvolvimento da indústria nacional, diversificação da produção e qualificação profissional no longo prazo é o que, em grande medida, perpetua essa condição.

É evidente que a lucratividade com a exploração de matéria-prima é alta e é capaz de captar investimentos estrangeiros como poucas economias da região conseguem. Bebbington (2009) aponta, entretanto, que a consideração sobre a relação custo-benefício deve ser revista, pois à medida que crescem os ganhos econômicos, também crescem os custos humanos e políticos desse tipo de desenvolvimento. A fragilidade da economia primário-exportadora está na íntima sujeição ao capital financeiro internacional, que rearranja valores, alianças e trocas mediante uma alta flutuação, fator que contribui para dissolver em pedaços muito pequenos qualquer possibilidade de autonomia política e emancipação econômica (Valverde; Mercedes, 2016).

O consumo doméstico de petróleo, gás natural e derivados é muito inferior ao montante da produção latino-americana (Marini, 2015), e a circulação se dá baseada na demanda do mercado externo. Exportando o que produzem e importando o que consomem, produzindo sob as variadas e infundas condições de exploração do capital e a baixa diversidade produtiva, se estabelece o ciclo de subordinação ao mercado internacional e ao investimento estrangeiro.

Na Bolívia, as taxas de exportação em crescimento tão correntes e os altos números da importação crescendo em concomitância refletem, nitidamente, o empobrecimento tecnológico do país. A lógica rentista da comercialização de hidrocarbonetos favorece a indústria de bens de consumo do Norte Global, importados como produtos de primeira necessidade da população. Logo, os recursos para desenvolver a indústria de bens de capital e consumo, e para inovação tecnológica no país, são escassos, reproduzindo ciclicamente o que Baghwati chama de "crescimento empobrecedor" (Acosta, 2011, p. 89). A depender do governo e das políticas públicas implementadas, o excedente é mais escasso também para políticas sociais de manutenção da vida.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS: SOBRE AS CONTRADIÇÕES E OS LIMITES

A pesquisa analisou a complexa relação entre o *Neoextrativismo* e o *suma qamaña*, destacando as contradições presentes na política boliviana sob o governo de Evo Morales. Enquanto o modelo extrativista foi apresentado como uma estratégia para gerar recursos e superar a dependência primário-exportadora do país, a subordinação ao mercado global e os impactos socioambientais desse modelo apresentaram limitações estruturais. O artigo questiona até que ponto o discurso de "fortalecer para superar" o extrativismo, supostamente alinhado ao conceito de *Suma qamaña*, poderia de fato promover um desenvolvimento sustentável e autônomo para a Bolívia.

As restrições de espaço e a dependência de dados secundários limitaram no artigo a análise do programa neodesenvolvimentista de Evo Morales, suas políticas de industrialização e a conexão com os impactos ambientais do modelo extrativista. Para detalhes sobre a nacionalização do gás e petróleo na Bolívia, incluindo procedimentos, mudanças legais e implicações econômicas e internacionais, ver Capri (2023)³.

A interpretação neodesenvolvimentista do *suma qamaña* enxerga o extrativismo enquanto técnica, instrumento na produção de excedente para emancipar a população no longo prazo. Segundo essa corrente, e como afirmara Linera (2017), a centralidade do debate pautada em aceitar ou rejeitar políticas extrativistas deve ser substituída pela avaliação de em que medida estamos superando o capitalismo como modo de produção.

O debate sobre a questão boliviana deve abarcar essa contradição e questionar como e em que medida estamos superando (ou em que nível estamos criando as possibilidades materiais para isso) o capitalismo como modo de produção, por meio de uma agenda que propõe o *Neoextrativismo* como chave (González, 2022).

Tomando como referência os escritos de Linera (2017) e os discursos proclamados por Evo Morales, o setor primário deveria não apenas estar associado a políticas de assistência, mas também a investimentos no processamento de matérias-primas e desenvolvimento da indústria local para sustentar a previsão de usufruir da política extrativista com fins de superá-la. Em uma de suas defesas do extrativismo, o ex-vice-presidente declarou que a produção de excedentes gerados por essa economia, mediante ampliação do controle do Estado, seria a responsável pela garantia de uma educação capaz de gerar uma massa crítica a assumir e conduzir, por meio da ciência e interculturalidade, o avanço de processos de industrialização nacional e da economia do conhecimento (Linera, 2017).

A estratégia política do governo masista evidenciou o extrativismo como pilar para um novo patamar nacional de desenvolvimento. A nacionalização dos hidrocarbonetos surge como uma das principais políticas públicas que sustentariam esse horizonte estratégico, conciliando não só a manutenção, mas o intenso fortalecimento do modelo de degradação ambiental, com a possibilidade de desenvolver e ampliar outras esferas da economia boliviana. Fortalecer (o extrativismo) para superá-lo parecia ser o paradoxo sustentado por esse projeto.

Mas a subordinação ao mercado mundial, a volatilidade dos preços do petróleo e a pressão fiscal impediram qualquer avanço além da compensação via políticas sociais, uma vez que há limites em um *Neoextrativismo* que desconsidera sua capacidade destrutiva socioambiental. A importação de produtos básicos aumentou, na perspectiva de melhorar os índices sociais, mas também de conter a inflação, política que “desestimula a produção local, fazendo com que as oportunidades de lucro gravitem em torno da renda extrativista”, tornando-se uma economia que estimula cada vez mais o consumo e cada vez menos a produção (Santos, 2018, p. 248). Desse modo, o modelo não apresenta elementos significativos que mantenham no horizonte os princípios do *suma qamaña*.

Ao apreender a condição cíclica de dependência do setor, deve-se reconhecer os recursos naturais enquanto matérias finitas. Na medida em que não se investe e fortalece o processamento das matérias-primas nacionais e não se diversifica o modelo produtivo, buscando explorar fontes renováveis, crescem os efeitos gerados pelo extrativismo. Estes, entre outros, “geram perda de biodiversidade, poluição do ambiente e de recursos vitais, e vazamento de resíduos tóxicos com graves consequências sobre a saúde das comunidades atingidas”, e também “os efeitos do extrativismo sobre o meio ambiente, com mais ou menos intensidade, acontecem em todos os países da América Latina e Caribe e atingem especialmente as mulheres e as populações camponesas, indígenas e afrodescendentes” (Grisul, 2018, p. 4). Essa região em breve não terá uma amplitude de recursos a explorar e quiçá terá desenvolvido suas forças produtivas para recorrer a políticas econômicas alternativas.

De forma geral, as economias primário-exportadoras estão sujeitas à forte tendência da desnacionalização, dada a inserção na lógica monopolista de produção, a abertura ao investimento estrangeiro e a precarização da indústria nacional. Para Bambera (2013), esses fatores desarticulam a economia tradicional, mas não atraem a dinamização da indústria; não se estabelecem e não se criam, dessa forma, as bases necessárias para o crescimento da economia nacional. A volatilidade do capital

e a relação de subordinação entre Norte e Sul Global intrínseca ao capitalismo globalizado impedem o capital estrangeiro de construir estruturas emancipatórias na economia dos países dependentes.

Somada à ausência de um empreendedorismo nacional sólido e de políticas eficazes de integração econômica regional (Acosta, 2011), a desnacionalização é dialeticamente o efeito garantido por esse sistema produtivo e um elemento necessário à sua reprodução. Nesse sentido, a presença de uma desterritorialização também se estabelece, entregando a responsabilidade sobre as demandas sociais às empresas privadas, uma vez que detêm o capital do mercado de energia. Desconhecedora do território, a gestão sobre as demandas de cada parte se dá de forma desorganizada e desproporcional. Tudo isso estabelece um ambiente de maior desigualdade, violência, pobreza e marginalização (Acosta, 2011).

Parafraseando Bambirra (2013), a única possibilidade de proporcionar o crescimento do Estado em países como a Bolívia, caracterizados pela industrialização tardia e monopólica, é por meio de seu fortalecimento, recuperando lacunas de gerenciamento, administração e controle, principalmente no que diz respeito às riquezas naturais. A estatização do setor primário é, segundo ela, o que pode começar a mexer com as estruturas do capital, mas insuficiente para derrocar a dominação imperialista e abrir caminhos ao desenvolvimento alternativo. Somadas à nacionalização, seriam expoentes do novo desenvolvimento (autônomo e emancipatório) a integração econômica regional e a implementação de políticas concretas de sustentabilidade energética.

No horizonte que aqui tratamos, o avanço de políticas econômicas regionais trata de fortalecer (não sem intensa oposição e possíveis bloqueios) a autonomia política e a soberania sobre os próprios recursos. A integração comercial internacional deve suceder a integração econômica regional dos países exportadores de bens primários, a partir do desenvolvimento de estratégias comerciais com fins de ruptura com a categoria de periferia do sistema, mediante Estados com poder de decisão sobre seus recursos (Cacciamali; Bobik; Celli Jr, 2012).

Os custos ambientais da política extrativista são altos, e embora tenham sido alegados os conflitos territoriais como protagonistas das reivindicações bolivianas no governo de Evo Morales, há que se mencionar que o conflito aglutina reivindicações rurais e urbanas, mediante efeitos que afetam ambos os grupos. Bebbington (2009) esclarece que a extração dos recursos do solo é avaliada não apenas em função da vastidão de terras sobre as quais a atividade se impõe, mas também com relação ao impacto que gera sobre outras geografias.

Romper com as contradições de um governo que, como a gestão masista, busca promover interculturalidade, crescimento econômico e melhorias sociais, sob uma lógica rentista e predatória, é uma tarefa desafiadora. Para isso, é necessária uma transformação estrutural mediante compreensões socialistas radicais que aborde de forma integrada a produção, a ecologia, a distribuição, a cooperação regional e o consumo. Lowy (2014) argumenta que a questão ecológica demanda uma ruptura com a concepção linear de progresso e com os efeitos da modernidade sobre os paradigmas tecnológico e econômico. De forma semelhante, correntes do *suma qamaña* criticam o “capitalismo verde” e as noções convencionais de sustentabilidade. No contexto latino-americano, as políticas exploratórias, especialmente as primário-exportadoras, escancaram as limitações impostas pela globalização. A nacionalização do gás e do petróleo promovida por Evo Morales procurou enfrentar as consequências dessa dependência, recuperando o controle do Estado sobre os recursos energéticos e melhorando indicadores sociais, embora, paradoxalmente, tenha acabado por fortalecê-la..

NOTAS

1 | Uma variação da privatização clássica. Ajudaram a compor o chamado Plan de Todos, plano econômico do presidente Gonzalo Sánchez de Lozada (1993 – 1997) que capitalizou várias estatais do país, entre hidrocarbonetos, água e minérios. As companhias estrangeiras mais beneficiadas com a medida foram aquelas que protagonizavam as operações no setor: a brasileira Petrobras, a hispano-argentina Repsol YPF, as britânicas British Gas e British Petroleum, e a francesa Total Fina Elf.

2 | A exemplo dos governos de Rafael Corrêa (2007), Lula (2002), Néstor Kirchner (2003), Hugo Chávez (2002), com a exportação de gás, petróleo, ferro, lítio e outros minérios.

3 | CAPRI, D. A. de L. **Nacionalização energética como política pública: a agenda petrolífera de Evo Morales**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, A. **Extractivismo y neoextractivismo: dos caras de la misma maldición**. In: LANG, M.; MOKRANI, N. (org). *Más allá del desarrollo*. Quito: Ediciones Abya-Yala, 2011.

BAMBIRRA, V. **O capitalismo dependente latino-americano**. Florianópolis: Editora Insular, 2. ed., 2013.

BEBBINGTON, A. The New Extraction: rewriting the political ecology of the Andes? **NACLA Report on the Americas**, v. 42, n. 5, p. 12-20, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1080/10714839.2009.11722221>. Access at: 26 dez. 2023.

BOLÍVIA. Decreto Supremo nº 28.701, de 1º. de maio de 2006. **Nacionalización de hidrocarburos "Héroes del Chaco"**. 2006a. Available at: <https://www.lexivox.org/norms/BO-DS-28701.html#norm>.

BOLIVIA. Estado Plurinacional de Bolivia. *Plan Nacional de Desarrollo: Bolivia digna, soberana, productiva y democrática para Vivir Bien*. 2006b. Available at: <http://www.ademaf.gob.bo/normas/ds29272.pdf>. Access at: 26 dez. 2023.

BRINGEL, B.; ECHART MUÑOZ, E. Pensamiento crítico latinoamericano sobre desarrollo. In: MEDINA, T.; VILLARREAL, M. (Ed.). **Pensamiento Crítico Latinoamericano sobre Desarrollo**. Madrid: Instituto Universitario de Desarrollo y Cooperación, 2020, p. 55–73.

CACCIAMALI, M. C.; BOBIK, M.; CELLI JR, U. In search of a new integration of Latin America in the global economy. **Estudios Avanzados**, v. 26, n. 75, p. 91–110, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142012000200007>. Access at: 26 dez. 2023.

CEPPI, N. La energía en la agenda pública: cambios em Bolivia con "proyección" en el contexto contiguo. **JANUS.NET, e-journal of International Relations**, v. 6, n. 1, p. 108–124, 2015. Available at: <http://hdl.handle.net/11336/51372>. Access at: 26 dez. 2023.

CEPPI, N. Los hidrocarburos en el gobierno de Evo Morales: extractivismo nacionalista con presencia extranjera. **Civilizar**, v. 16, n. 30, p. 175–190, 2016. Available at: <https://doi.org/10.22518/16578953.542>. Access at: 26 dez. 2023.

COUTINHO, M. Movimentos de mudança política na América do Sul Contemporânea. **Revista de Sociologia Política**, v. 27, p. 107-123, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0104-44782006000200008>. Access at: 26 dez. 2023.

DA SILVA, F. P. Comunalismo nas refundações andinas do século XXI: o Sumak kawsay/suma qamaña. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 34, n. 101, p. 1-19, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1590/3410117/2019>. Access at: 26 dez. 2023.

DÁVALOS, N. B.; RODRIGUES FILHO, S.; LITRE, G. Multidimensional impacts of a hydropower reservoir on indigenous communities: displacement, division and pilgrimage among the Tuxá people of the Bahia state, Brazil. **Sustainability in Debate**, v. 12, n. 1, p. 220–235, 2021. Available at: [10.18472/SustDeb.v12n1.2021.36587](https://doi.org/10.18472/SustDeb.v12n1.2021.36587). Access at: 26 dez. 2023

DOMINGUES, J. M. et al. *A Bolívia no espelho do futuro*. Belo Horizonte: Editora UFMG; Rio de Janeiro: IUPERJ, 2009.

FUSER, I. Nossa América Nuestra: Bolívia. Fundação Perseu Abramo, 2016.

GONZÁLEZ, A. B. P. Quem paga o preço? Controvérsias socioecológicas associadas à transição energética na América do Sul. **Sustainability in Debate**, v. 13, n. 3, p. 72–120, 2022. DOI: 10.18472/SustDeb.v13n3.2022.44799. Access at: 26 dez. 2023.

GONZÁLEZ, A. B. P.; VIGLIO, J. E.; FERREIRA, L. da C. Comunidades energéticas na transição para a sustentabilidade: o caso da América do Sul. **Sustainability in Debate**, v. 13, n. 2, p. 156–174, 2022. Available at: 10.18472/SustDeb.v13n2.2022.41266. Access at: 26 dez. 2023.

GRISUL. **Pacha**: defendendo a terra. Extrativismo, conflitos e alternativas na América Latina e no Caribe. 2018. Available at: <http://www.grisulunirio.com/pacha/>. Access at: 26 dez. 2023.

GUDYNAS, E. Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo. Contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual. **Extractivismo, Política y Sociedad**, p. 187–225, 2009. Available at: <https://biblioteca.hegoa.ehu.es/registros/17745>. Access at: 26 dez. 2023.

LINERA, Á. G. Una Vez Más Sobre el Llamado Extractivismo. Nodal: **Noticias de América Latina y el Caribe**, 2017. Available at: <https://www.nodal.am/2017/09/una-vez-mas-llamado-extractivismo-alvaro-garcia-linera/>. Access at: 26 dez. 2023.

LOWY, M. **O que é Ecosocialismo?** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2014.

MARINI, R. M. **América Latina, Dependencia y Globalización**. Mexico, D.F: Siglo XXI Editores; Buenos Aires: CLACSO, 2015.

NUNES, T. G. A. O extrativismo progressista na América do Sul: uma análise a partir da experiência boliviana. **Revista Cadernos de Campo**, p. 63–84, 2018. Available at: <https://periodicos.fclar.unesp.br/cadernos/article/view/11312>. Access at: 26 dez. 2023.

QUIJANO, A. El fantasma del desarrollo en América Latina. **Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales**, v. 6, n. 2, p. 73–90, 2000. Available at: <https://www.revistadelcesla.com/index.php/revistadelcesla/article/view/369/>. Access at: 26 dez. 2023.

SANTOS, F. L. B. dos. **Uma história da onda progressista sul-americana (1998-2016)**. São Paulo: Elefante, 2018.

SCHAVELZON, S. **Plurinacionalidad y Vivir Bien/Buen vivir**: dos conceptos leídos desde Bolivia y Ecuador post-constituyentes. Ediciones Abya-Yala, 2015.

SVAMPA, M. Consenso de los *commodities*, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina. In: **Movimientos Socioambientales em América Latina**. OSAL (Buenos Aires: CLACSO) Año XIII, N° 32, 2012.

ULLOA, A. Dinámicas ambientales y extractivas en el siglo XXI: ¿es la época del Antropoceno o del Capitaloceno en Latinoamérica? **Desacatos**, p. 58–73, 2017. Available at: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2017000200058. Access at: 26 dez. 2023.

VALVERDE, A. L. L.; MERCEDES, S. S. P. A Teoria da Dependência e suas aplicações na América Latina neoliberal. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL PENSAR E REPENSAR A AMÉRICA LATINA, 2016. **Anais [...]**. Available at: <https://proceedings.science/simposioiberoamericano/article/view/1530/1148>. Access at: 28 jun. 2023.

YACIMIENTOS PETROLÍFEROS FISCALES BOLIVIANOS. Audiencia Pública. **Rendición de Cuentas**. 2013. Available at: <http://www2.hidrocarburos.gob.bo/index.php/transparencia/audiencia-p%C3%BAblica/category/33-audiencia-publica-agosto-2013.html?download=205:yacimientos-petroliferos-fiscales-bolivianos-yppfb-agosto-2013>

Multitemporal analysis and mapping of land-use changes caused by sugarcane expansion in the state of São Paulo, southeast Brazil

Análise multitemporal e mapeamento das mudanças no uso da terra causadas pela expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, Sudeste do Brasil

Carlos Cesar Ronquim ¹

Eduardo Barretto de Figueiredo ²

Marcelo Fernando Fonseca ³

Daniela Tatiane de Souza ⁴

Guilherme Amorim Ventrache Favero da Silva ⁵

¹ PhD in Ecology, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa),
Campinas, SP, Brazil
E-mail: carlos.ronquim@embrapa.br

² PhD in Vegetable Production, Assistant Professor, Federal University of São Carlos,
(UFSCar) Araras, SP, Brazil
E-mail: eduardofigueiredo@ufscar.br

³ PhD in Geography, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa),
Campinas, SP, Brazil
E-mail: marcelo.fonseca@embrapa.br

⁴ PhD in Geography, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa),
Campinas, SP, Brazil
E-mail: hyrana200cotri@gmail.com

⁵ PhD in Production Engineering, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation
(Embrapa), Campinas, SP, Brazil
E-mail: guilherme.ventriche@colaborador.embrapa.br

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55634

Received: 26/09/2024
Accepted: 06/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

The change in land use and land cover caused by the expansion of sugar cane in a part of the State of São Paulo between 1988 and 2016 was mapped. The mapping was performed automatically using orbital imagery from the Landsat Thematic Mapper (TM) satellite and manual delimitation of polygons. During

the period under study, sugarcane areas more than doubled, and expanded over 1.2 million hectares, mainly over pasture, annual crops and citrus. Faced with a shortage of land, the sugar energy sector must increase productivity, but in a sustainable way. To meet this challenge, in addition to increasing productivity per hectare, the sector must expand integrated agricultural practices and promote the conservation of native vegetation. Maps produced from large-scale classification of satellite image time series provide a more detailed understanding of land use dynamics and provide valuable input for land-use planning policies.

Keywords: Agricultural production. Conversion of areas. Geotechnologies. Territorial planning.

RESUMO

Mapeou-se a mudança de uso e cobertura da terra impulsionada pela expansão da cana-de-açúcar em parte do estado de São Paulo, entre 1988 e 2016. O mapeamento foi feito de forma automática usando imagens orbitais do satélite Landsat Thematic Mapper (TM) e delimitação de polígonos de forma manual. No período avaliado, as áreas de cana-de-açúcar mais que duplicaram e expandiram-se por 1,2 milhões de hectares, principalmente sobre áreas de pastagens, culturas anuais e citros. Diante da escassez de terras, o setor sucroenergético deve aumentar a produtividade, porém de forma sustentável. Para enfrentar esse desafio, além do ganho de produtividade por área, o setor deve ampliar as práticas agrícolas integradas e incentivar a preservação de vegetação nativa. Os mapas gerados a partir da classificação em larga escala de séries temporais de imagens de satélite proporcionam uma compreensão mais detalhada da dinâmica do uso da terra, além de oferecer subsídios valiosos para políticas de ordenamento territorial.

Palavras-chave: Produção agrícola. Conversão de áreas. Geotecnologias. Planejamento territorial.

1 INTRODUCTION

Brazil's historical experience in ethanol production began in 1975 with the establishment of the National Alcohol Program (ProAlcool), which subsidised infrastructure and new technologies for large-scale production of sugarcane-based ethanol (Goldemberg, 2007; Zu Ermgassen *et al.*, 2024). In addition, in the early 2000s, the use of ethanol was encouraged by the environmental attractiveness of non-fossil fuels and the introduction of biofuel engines in the market (Adami *et al.*, 2012; Rudorff *et al.*, 2010). Brazil is currently the world's largest producer of sugarcane ethanol. Its harvested area amounts to 8.6 million hectares and a total production of 28.5 billion litres of ethanol in the 2024/25 harvest season, and the state of São Paulo, its strongest producer, accounts for 4.3 million hectares (Conab, 2024). The incentive of the domestic market, combined with the environmental benefits of ethanol when compared to fossil fuels, has further stimulated the expansion of sugarcane cultivation in the already contested agrarian space of the Central-South region of Brazil.

In this sense, the complexity of the socioeconomic impacts of the expansion and intensification of sugarcane cultivation in this region of São Paulo has not yet been sufficiently illustrated and deserves to be highlighted, as this is the main sugarcane-producing region in Brazil. Important agroenvironmental planning mechanisms for the state of São Paulo have already been presented, such as the Sugarcane Agroecological Zoning and the Agri-Environmental Zoning for the Sugar and Alcohol Sector (Guarengi *et al.*, 2023), which are studies that favour a better organisation and adaptation for the expansion and occupation of land for sugarcane cultivation, in addition to subsidising the elaboration of public policies.

Considering that the expansion of sugarcane areas in São Paulo state's inland may increase, especially over other crops, and affect food production and land structure, there is an urgent need to assess the dynamics of land occupation and changes in land use at the regional level, to generate information

that can support the development of public policies and contribute to discipline the of future crop expansion. In this context, monitoring the expansion of sugarcane in the State of São Paulo becomes essential, and satellite remote sensing imagery has great technical potential for this type of analysis (Santos *et al.*, 2022; Shimabukuro *et al.*, 2023).

The northeastern region of São Paulo, which includes the Mogi-Guaçu and Pardo river basins, stands out in this dynamic context of changing land use and land cover due to agricultural crops, and shows that sugar and ethanol production are key components of rural development and energy strategies. The causes of land use and land-use change (LUC) are multiple, complex, interrelated, and changing over time. Therefore, predicting land-use change is uncertain because it is sensitive to many factors that can evolve in different directions, including crop productivity, internal and external prices of sugar and ethanol products, high labour costs, guarantee of monthly income from area rent, family succession, increase in regional land prices, among others (Barbosa *et al.*, 2022; Ogura *et al.*, 2022).

The increased demand for bioenergy sources will require more sustainable options in relation to changes in land use and occupation, aiming at reducing negative impacts such as the expansion of sugarcane cultivation in areas of native forest, areas featuring slopes greater than 12% and permanent preservation areas. Thus, this work had as its main objective to map, a period of about 30 years (1988 to 2016), the spatial-temporal dynamics of land cover and the changes in land-use, caused mainly by the expansion of sugarcane in a region of great importance for the economy of the State of São Paulo and Brazil, aiming to identify the land uses and the changes in land-use and cover and future trends.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY AREA

The study area comprises 125 municipalities located in the northeastern region of the State of São Paulo, and occupies 51.7 million hectares, or 20.5% of the State of São Paulo (Figure 1). This entire area was originally covered by vegetation of the Brazilian biomes Atlantic Forest and Cerrado. The region's climate is a transition of the Cwa climate type class according to the Köppen classification, and ranges from continental to upland, usually featuring two seasons characterised by the presence of two well-defined situations: rainy and hot in summer; and dry and cold in winter (Alvares *et al.*, 2013).

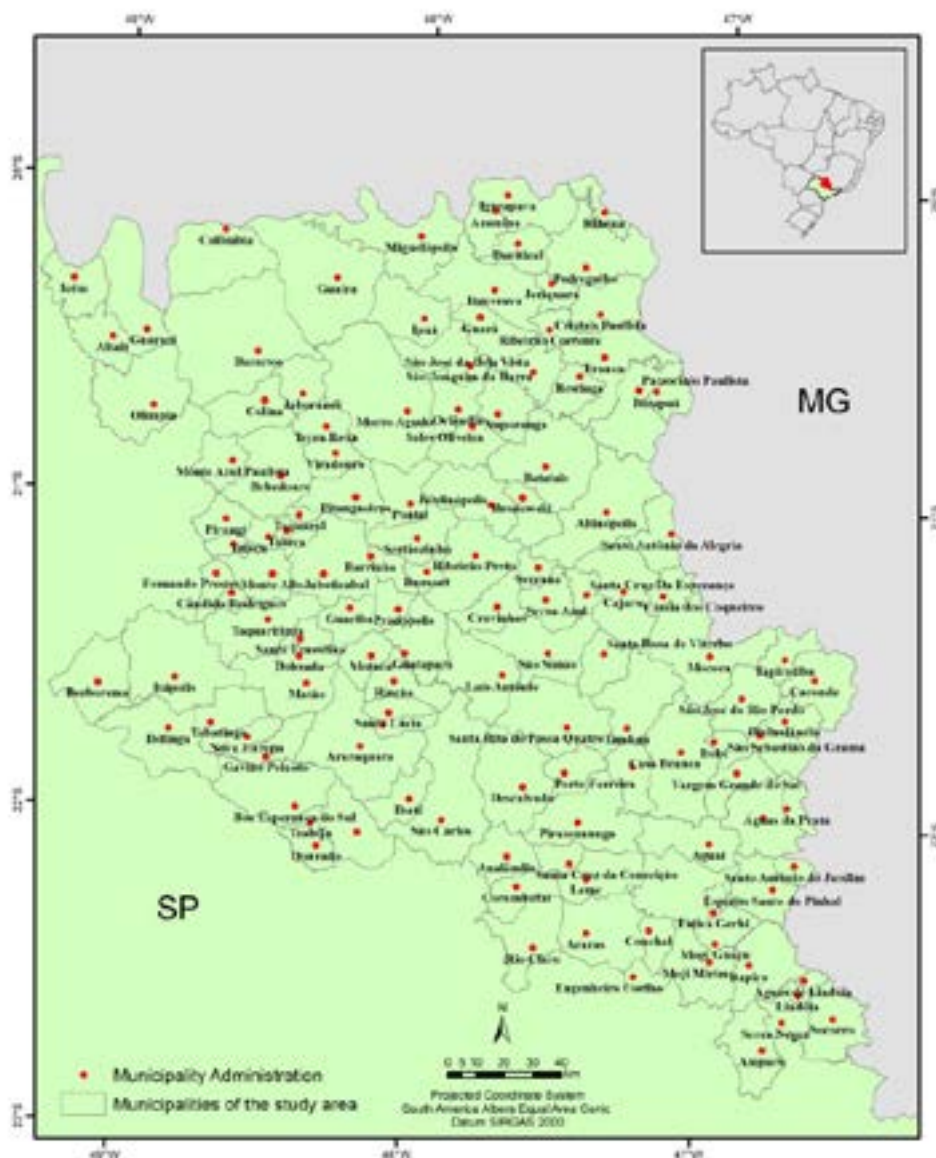


Figure 1 – Map showing the study area comprising 125 municipalities in the northeast region of the State of São Paulo

Source: Author's elaboration.

2.2 MAPPING METHODOLOGY

For the year 1988, mapping was performed using orbital images taken by Landsat 5 satellite's Thematic Mapper (TM) sensor, of bands RGB321 in the visible spectrum, with a spatial resolution of 30 m, of the following point orbits: 219/75, 219/76, 220/74, 220/75, 220/76, 221/74 and 221/75. The scene size covers an area of 170 x 185 km. After the images were inserted in a geoprocessing software and processed, the land-use classes were mapped on screen using the digitisation process.

In 2016, sugarcane areas were classified based on the update maps generated by the Canasat project (Rudorff *et al.*, 2010). First this database of the 2010/2011 crop year was inserted into a Geographic Information System (GIS), the data were transformed to vector and added as a layer in the project. Subsequently, the sugarcane areas of the 2010 harvest were verified and updated for the year 2016 by means of visual on-screen interpretation of high-resolution images obtained from Google Earth Pro™.

In areas showing sugarcane permanence between 2010 and 2016, the polygons were maintained; in areas where sugarcane was replaced by another use in 2016, they were reclassified; finally, new areas identified in the 2016 mapping were included from the digitisation process, updating the sugarcane areas found in the municipalities of the Northeast region of the São Paulo State for the year 2016.

The images available on the free Google Earth™ platform present mosaics of scenes from different satellites, including those of medium spatial resolution, such as Landsat 8 OLI (Operational Land Imager), in the 30-m range, up to high spatial resolution satellites, such as the Spot 5 satellite, with a resolution of up to 1.5 m. In the same way, the platform offers access to the collection of Digital Globe, an American company that licenses satellite images, providing scenes from the Ikonos satellite (1.0 m resolution), Quickbird (0.60 m), GeoEye-1 (0.5 m), WorldView-2 and 3 (0.5 m), among others, making it an important tool for obtaining spatial information, although for certain locations the updating requires a more adequate time interval.

For the mapping of the other classes and areas occupied by pastures, annual crops, citrus, coffee, eucalyptus, rubber, native forest and urban areas, the image collection of the Google Earth™ platform was also used in a GIS environment. The same mapping method by on-screen visual interpretation and the same procedure used for sugarcane classification applied, but without the initial reference base. To resolve the doubts that arose after the visual interpretation, several field trips were carried out to verify the pre-classified areas, which conveyed a greater precision to the mapping of land use and cover and the study.

To assess the presence of sugarcane plantations in areas featuring steeper slopes, in another stage of this study, topographic data from the Topodata project, obtained from the geomorphometric database of Brazil, were used. This study worked with a digital elevation model and its local derivatives based on national coverage, applying data refinement methodologies and data resampling for the 30-m spatial resolution of the platform data, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), a spatial mission conducted by the North American Space Agency (Nasa). Thus, it was possible to spatially identify the locations where sugar cane plantations are concentrated in areas featuring slopes greater than 12%, which are likely to represent new land-use changes, such as pastures, planted forests or even the recovery of natural vegetation.

Coffee and pasture areas located above 800 m of altitude (hypsothetic map) and featuring slopes of less than 20% (clinographic map), which represent areas with potential for coffee expansion, were also identified in the elaborated mapping and digital elevation model and its derived products, such as the slope class map.

Finally, the mapping of the areas irrigated using centralised irrigation systems (pivots) for the year 2016, in the municipalities of the Northeast region of the State of São Paulo, was also carried out through the identification and visual measurement of images on Google Earth™ platform, using mosaics of orbital scenes of medium and high spatial resolution.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 LAND-USE CHANGE FOR SUGARCANE CROP

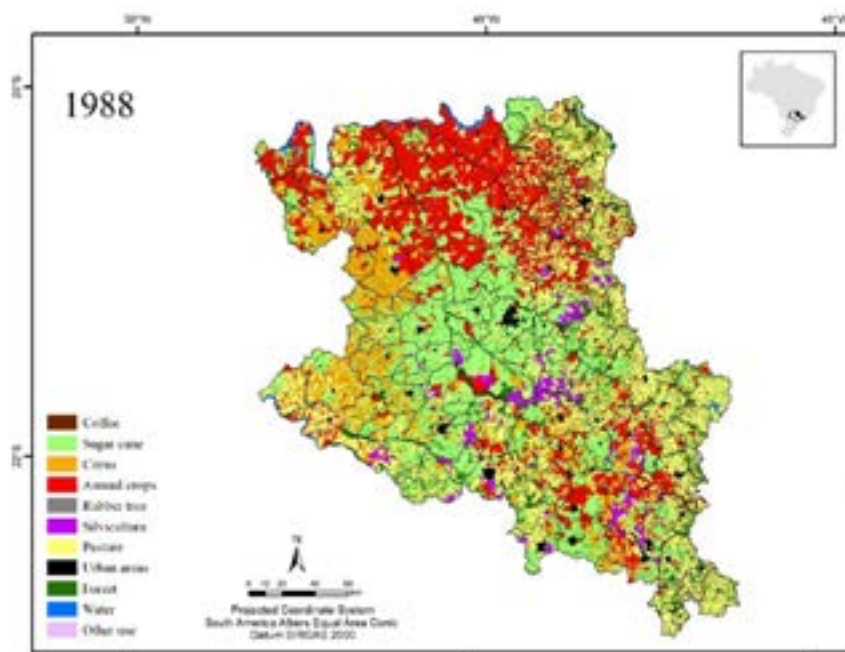
Sugarcane areas, which occupied approximately 1.086 million hectares (21%) in 1988, expanded to approximately 2.286 million hectares (44%) in 2016 (Table 1 and Figure 2), an increase of 23%. Our results show that during the period under study, the increase in sugarcane production did not occur in native forest areas, but mainly in pastures, which confirms results of several studies that also used satellite imagery (Adami *et al.*, 2012; Alkimin *et al.*, 2015; Guarenghi *et al.*, 2023; Ogura *et al.*, 2022; Rudorff *et al.*, 2010; Spavorak *et al.*, 2009).

Table 1 – Amount of land use (ha) and land-use change (ha) and percentage of total area (%) of sugarcane, pasture, annual crops, citrus, coffee, eucalyptus, rubber tree, native forest, built-up area and water bodies in the Northeast region of the State of São Paulo in 1988 and 2016

Land-Use (LU)	1988		2016	
	Area (ha)	Area (%)	Area (ha)	Area (%)
Sugarcane	1,085,996.4	21.0	2,286,349.6	44.2
Pasture	1,410,557.8	27.3	692,588.6	13.4
Annual crop	936,373.2	18.1	351,649.7	6.8
Citrus	486,168.2	9.4	301,527.9	5.8
Coffee	67,427.5	1.3	123,675.0	2.4
Eucalyptus	139,616.2	2.7	159,273.8	3.1
Rubber tree	16.7	0	4,106.3	0.1
Native forest	872,183.8	16.9	998,798.0	19.3
Urban area	90,562.8	1.8	166,355.9	3.2
Water	77,476.2	1.5	74,143.4	1.4
Other	4,257.6	0.1	12,167.9	0.3
Total	5,170,636.1	100	5,170,636.1	100

Source: Author's elaboration.

However, increased biofuel production may cause indirect land-use and land-cover change (iLUC) by displacing pasture or annual crops to other regions of the country when replaced by sugarcane (Zu Ermgassen *et al.*, 2024). The income obtained from the sale of land for planting sugar cane generally makes it possible to purchase larger areas in the north of Brazil, usually associated with deforestation for the opening of new pastures, this is the main indirect cause of the iLUC (Barretto *et al.*, 2013; Parente; Ferreira, 2018; Sparovek *et al.*, 2009).



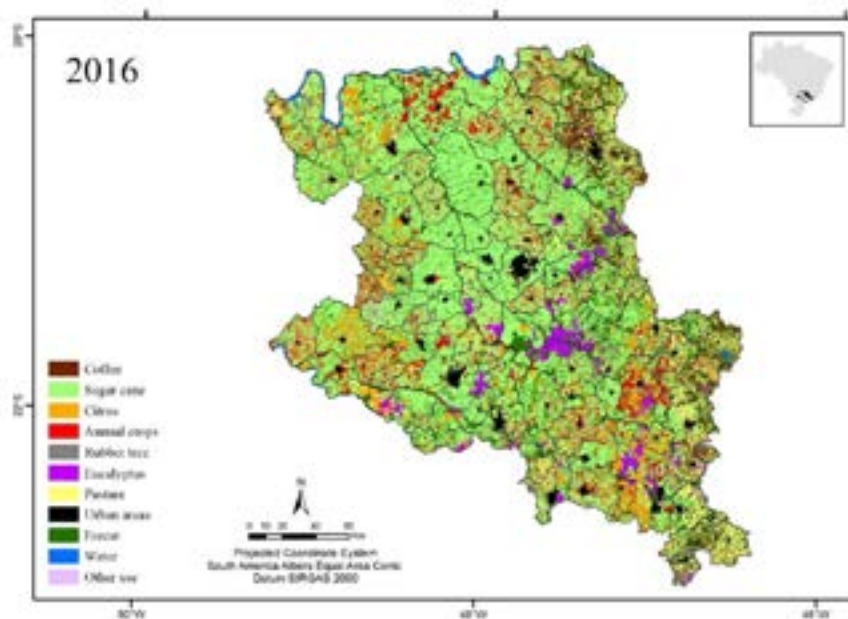


Figure 2 – Maps of Land-Use (LU) and Land-Use Change (LUC) in the Northeast of the São Paulo State, years 1988 and 2016

Source: Author's elaboration.

Assessing the impact of indirect land-use changes from biofuels in Brazil, Lapolla *et al.* (2010) showed that factors pushing the rangeland frontier into the Amazonian forests could especially offset the carbon savings from biofuels however, the magnitude of the iLUC caused is still uncertain and lacks more accurate detection methodologies (Zilberman, 2017).

According to some studies, the expansion of sugarcane can provide economic advantages for certain regions and municipalities, with the installation of agro-industries (Machado *et al.*, 2017) which may lead to positive effects on socioeconomic development of municipalities, by influencing Gross Domestic Product (GDP) per capita, tax collection and increasing municipal income and population (Gilio; Moraes, 2016; Moraes *et al.*, 2016; Neves *et al.*, 2017).

There is also a favourable indicator for sugarcane in relation to food production. Every five years, on average, sugarcane fields must be renewed. Therefore, about 20% of the area can be occupied annually with other rotation crops, mainly soybeans and peanuts. The state of São Paulo grows peanuts in more than 90% of such reform areas (Miura *et al.*, 2017), and stands out as the largest producer of oilseeds in Brazil. Thus, these spaces of renewal of sugarcane fields offer advantageous rotation alternatives.

Changes in land use, especially the increase in sugarcane production areas, may reflect on the prices of agricultural land. The expansion of grass cultivation, especially since 2002, was the main factor responsible for the increase in the price of agricultural land in São Paulo (Palludeto *et al.*, 2018), it increased significantly again between 2007 and 2008; supported by investments made in ethanol production (Sauer; Leite, 2012).

Due to the implementation of the environmental protocol that prohibiting the burning of sugarcane in areas featuring slopes greater than 12% since 2017 (Silva *et al.*, 2022), the possibility of allocating sugarcane lands for other crops or purposes increased in several municipalities, in a 'reverse' land-use change. Our results show that about 150 thousand hectares currently cultivated with sugarcane, in areas featuring slopes greater than 12% (7.1% of the area), may receive new crops, such as forests planted with eucalyptus or pastures, or be occupied by recovered native vegetation to increased the legal reserve required by law in rural properties (Figure 3).

Increasing productivity on the basis of sustainable development would be precisely the greatest challenge for the sugarcane and energy sectors in the region, where there are few areas left for crop expansion. This objective is urgent, considering that sugarcane has shown small increase in productivity since the late 1990s (Petrini *et al.*, 2017). Currently, the sector is undergoing a regulation that approved the National Biofuels Policy, *RenovaBio* (Barbosa *et al.*, 2022), which aims at the environmental responsibility of the sugar energy sector, the promotion and expansion of ethanol, the security of supply to the market, the generation of investments and new jobs, and additionally contributes to the reduction of greenhouse gas emissions, mainly through the substitution of fossil gasoline by renewable ethanol and the generation of renewable energy from bagasse and straw.

3.2. LAND-USE CHANGE FROM PASTURE TO SUGARCANE

Although pastures are still the main land use in the state of São Paulo, and occupy 39% of the state's area or 9.7 million hectares (Shimabukuro *et al.*, 2023), the state has shown constant reduction of these areas, and the main driver of this process has been the rapid expansion of sugarcane cultivation (Guarenghi *et al.*, 2023; Parente; Ferreira, 2018). In this study region, pastureland, which about 30 years ago accounted for the largest occupied area, about 1.5 million hectares (27% of the area of the region), occupied in 2016 about 700 thousand hectares, or 13% of the area of the whole region (Table 1 and Figure 2).

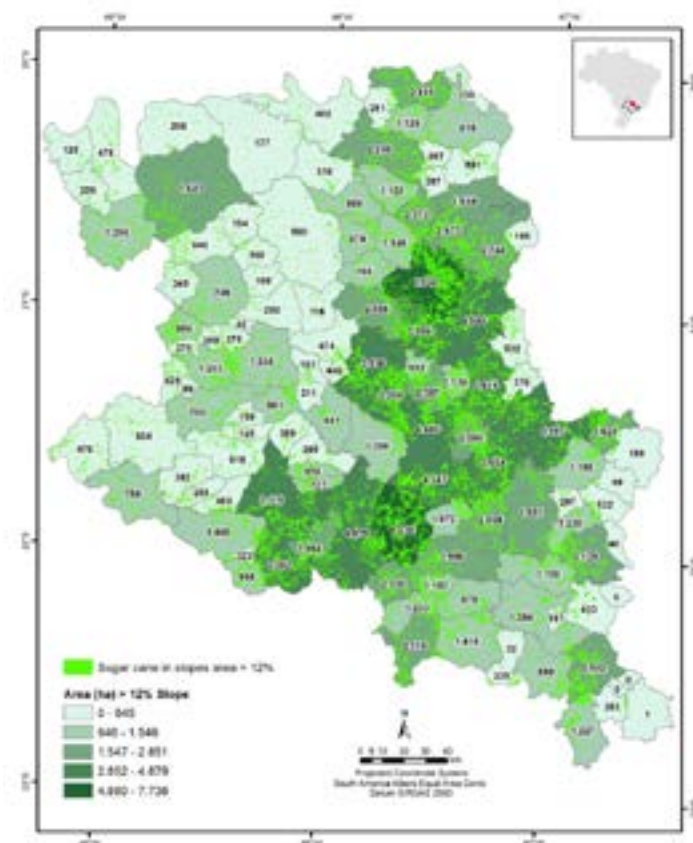


Figure 3 – Map of sugarcane areas for the year 2016, indicating the amount of area in hectares (ha) of each municipality featuring slope greater than 12% (green color)

Source: Author's elaboration.

Research results show that there are three possible alternatives for ranchers involved in milk production in the context of regional expansion of sugarcane areas: farmers resist the pressure of sugar-energy

agroindustries, coexist with sugarcane by leasing land and/or integrating sugarcane and milk production, and/or abandon the activity definitively (Egeskog *et al.*, 2016; Novo *et al.*, 2012; Petrini *et al.*, 2017). Most ranchers are motivated to lease or sell their land due to high land prices in regions where sugarcane is expanding and to the attractive lease or purchase payments offered by the sugar energy sector.

Among the farmers who manage to stay on their land, most are small milk producers. An advantage that small farmers have over medium and large farmers is that they have family labor and can get rid of the high costs of hiring employees. This factor, combined with the adoption of technological changes in the field, animal genetics, pasture improvement, irrigation and milking process, can allow the generation of profits in small properties (Egeskog *et al.*, 2016; Novo *et al.*, 2016). Large meat producers are attracted to sell or lease their land and move their operations to more remote regions (Egeskog *et al.*, 2016), where there is real possibility of expanding production and where land prices for beef production are lower.

3.3. LAND-USE CHANGE FROM ANNUAL CROPS

The area occupied by annual crops was reduced from 936,000 ha in 1988 to 352,000 ha in 2016 (Table 1 and Figure 2). In the study region, the expansion of sugarcane and the consequent reduction of annual cropland has been partially offset by investments in intensification of production through irrigation using central pivots, which enables harvesting three to four crops per year. However, in the northeastern part of the State of São Paulo, intensification through irrigation and productivity gains per hectare have not been able to compensate for the huge loss of land to sugarcane.

A total of 1,550 pivots responsible for the irrigation of 68,500 ha were recorded in the study area (Figure 4). The area irrigated by pivots is relevant, and accounts for 20% of the area planted with annual agricultural crops.

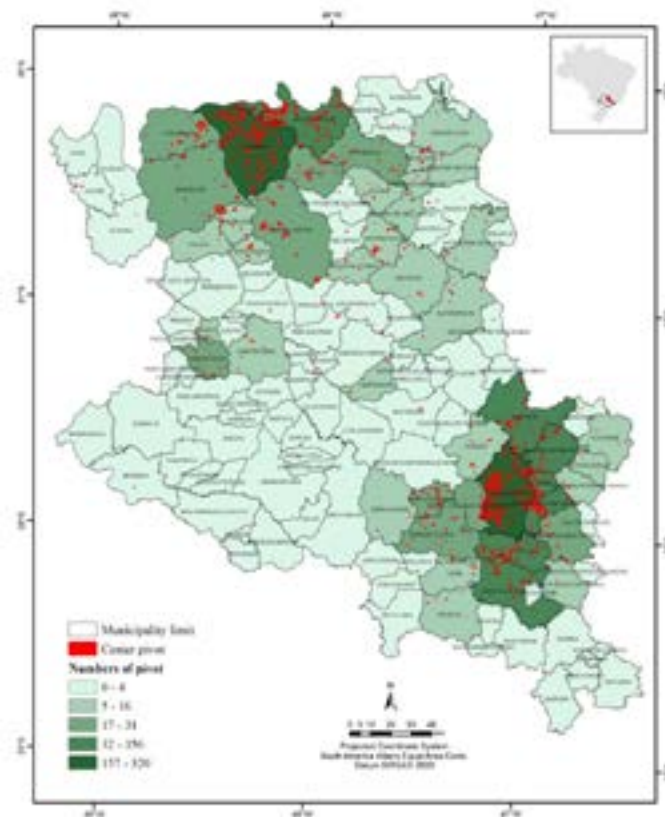


Figure 4 – Map of the study area showing in red the areas where central-pivot irrigation system is used

Source: Author's elaboration.

There is estimated potential to increase the irrigated area in the northeastern region of the State of São Paulo (Carvalho *et al.*, 2020), to occupy areas currently planted with sugarcane. Irrigated areas can yield up to three productive cycles per year. Thus, irrigated cultivation of annual crops may be an alternative to make agricultural land more profitable and prevent the advance of sugar cane, or even recover part of the land already occupied by sugar cane.

3.4 LAND-USE CHANGE FROM CITRUS

The area dedicated to citrus cultivation in the region was reduced from 486,200 ha (9.4%) to 301,500 ha or 5.8% of the area during the studied periods (Table 1 and Figure 2). According to the census of citrus plantations of the state do São Paulo produced by the Fund for Citrus Protection – Fundecitrus (2024), the area of the Brazilian citrus belt, which includes municipalities in the States of São Paulo and Minas Gerais, is of 399,279 hectares. Therefore, the study area encompasses almost 75.4% of the area planted with citrus in the country and includes 75 municipalities (Figure 5).

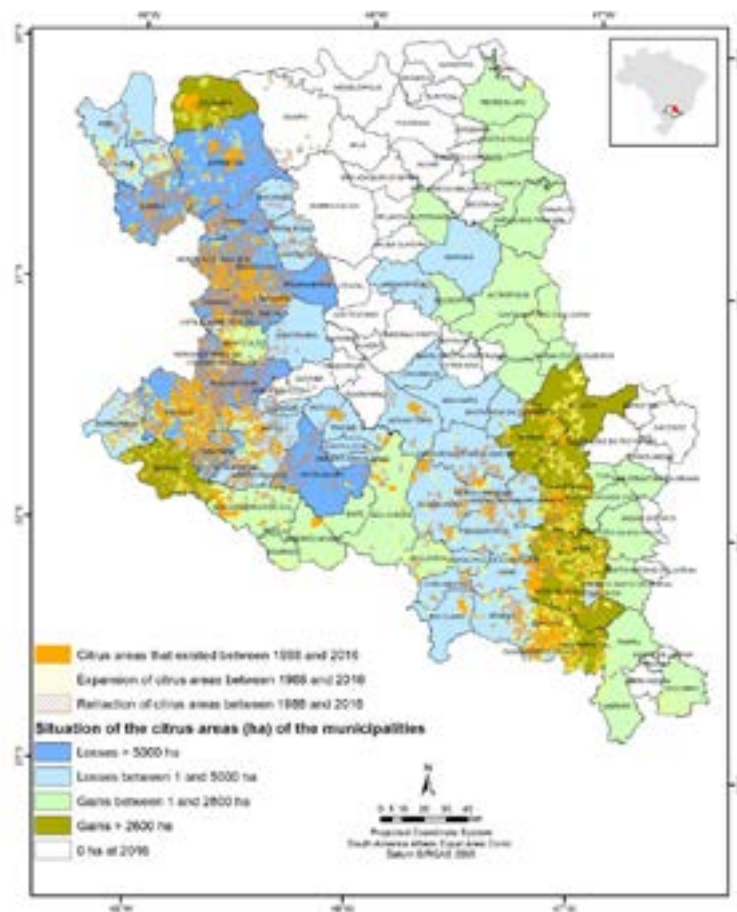


Figure 5 – Map showing the expansion and contraction of citrus areas in 1988 and 2016

Source: Author's elaboration.

Since 2008, citrus production has entered a period of transition, moving to a new economic cycle that faces major challenges: low farmer remuneration, increased production costs, phytosanitary problems and reduced international demand for orange juice (Neves *et al.*, 2014). Labor is another item that has shown constant increase among the components of citrus production costs, mainly in the harvesting phase, which is still almost entirely done by hand (Amorim *et al.*, 2018).

During the field visits, it was noted that many producers are leaving the citrus industry and migrating to the sugarcane industry, due to its greater economic competitiveness. However, it was observed that the eradication and abandonment of orchards has decreased in recent years, due to the renovation of orchards and the recovery of areas that were poorly managed or abandoned. A trend observed in the region is the concentration of citrus production in large estates, reducing the participation of small and medium enterprises.

In the citrus sector, only a few large farmers and industrial production areas remain. The increase in productivity seems to have been particularly important to ensure the permanence of citrus growers in activity, as it mitigates the effects of high production costs (Amorim *et al.*, 2018). According to the data analysed by Erpen *et al.* (2018), citrus production decreased by only 9.2% between 2001 and 2016, while the reduction in citrus area was of 29%. The higher yield can be attributed to the adoption of management techniques, mainly agricultural intensification through densification in new crops (Neves *et al.*, 2014).

3.5 LAND-USE CHANGE FROM COFFEE

In contrast to the other agricultural crops evaluated, coffee cultivation in the region covered by this study has increased over the last 30 years. Between 1988 and 2016, the area dedicated to coffee crops increased by about 84%, from 67,000 hectares (1.3% of the region's area) to 123,000 hectares (2.4% of the region's area) (Table 1 and Figure 2). This fact contradicts the trend observed in most of the State of São Paulo, where sugarcane has gained space by competing with other crops and pastures (Adami *et al.*, 2012; Guarenghi *et al.*, 2023; Ogura *et al.*, 2022; Rudorff *et al.*, 2010).

The expansion of coffee areas has been concentrated in the eastern part of the study region, close to the border with the State of Minas Gerais, where edaphoclimatic conditions and climatic factors are more suitable for coffee cultivation. Nearly 103,600 hectares, or 90%, of the coffee areas of municipalities bordering the State of Minas Gerais, are located at altitudes higher than 800 m (Figure 6).

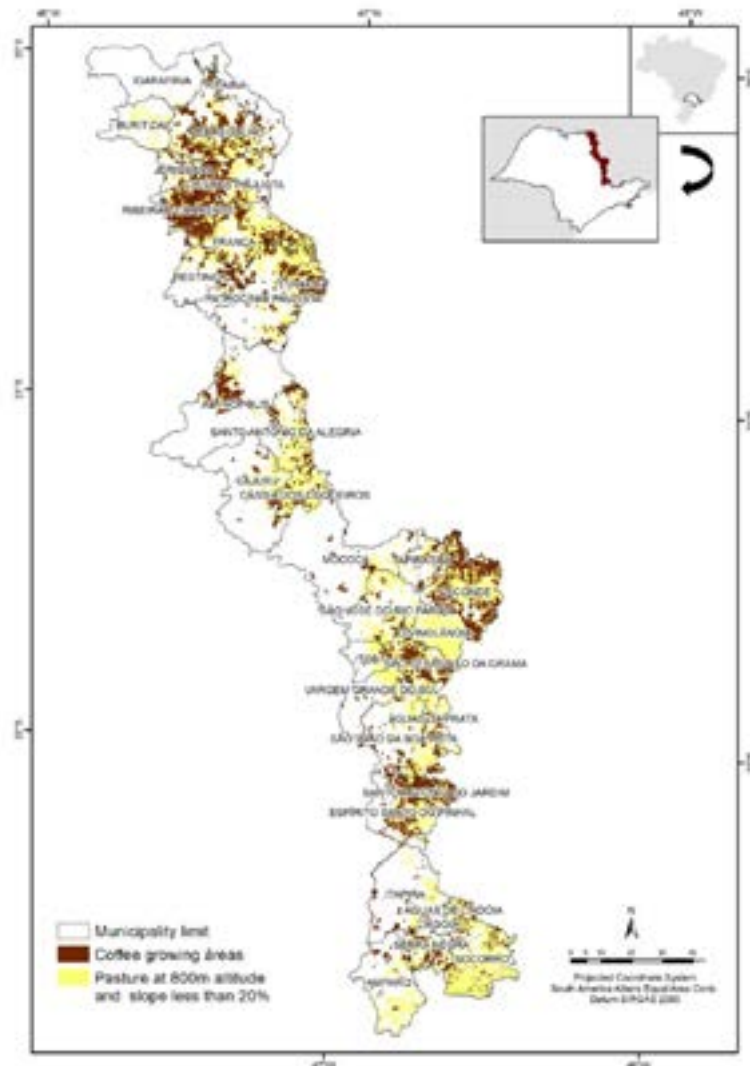


Figure 6 – Coffee and pasture lands located at heights above 800 m and featuring slopes of less than 20%, representing areas with potential for coffee expansion

Source: Author's elaboration.

Coffee plantations can still be found in most of the municipalities in the eastern part of the study region, as well as pastures, the type of land use that has ceded the most land in recent years. Of the total pasture area, 166,800 ha are located at altitudes higher than 800 m and featuring slopes of less than 20% (Figure 6). Thus, new expansions of coffee production could take place in areas featuring climate conditions and slopes that are favorable for mechanised harvesting.

3.6 LAND-USE CHANGE FROM PLANTATION FOREST (EUCALYPTUS, RUBBER TREE) AND NATIVE FOREST

In the northeastern region of São Paulo, the areas of cultivation of eucalyptus plantations increased from 140,000 hectares to 159,000 hectares during the studied period (Table 1 and Figure 2). The classification of forest plantations in the State of São Paulo counted 999 million hectares (IBA, 2023). This State contributes the most to the Brazilian economy, and has almost 18.1% of eucalyptus areas (Simabukuro *et al.*, 2023). Its planted forests are considered not only an important source of income,

but also an alternative for the composition of permanent preservation areas, legal reserves and private natural heritage reserves (Ronquim *et al.*, 2016). Almost all of the eucalyptus planted in the study area is for cellulose production by companies in the pulp and paper sector on their own or on leased land, and by the farmers who sell the production to these companies themselves.

Eucalyptus may be considered an alternative crop for areas featuring steeper slopes, which are not suitable for mechanised agricultural cultivation, and may possibly occupy areas made available for sugar cane cultivation on lands featuring slopes greater than 12%. Mechanisation of eucalyptus cultivation currently allows planting and harvesting on extremely steep terrain and makes it economically viable. Figure 7 shows that the main expansions of eucalyptus plantations are in municipalities characterised by lands featuring steep slopes, located in the eastern part of São Paulo on the border with the state of Minas Gerais.

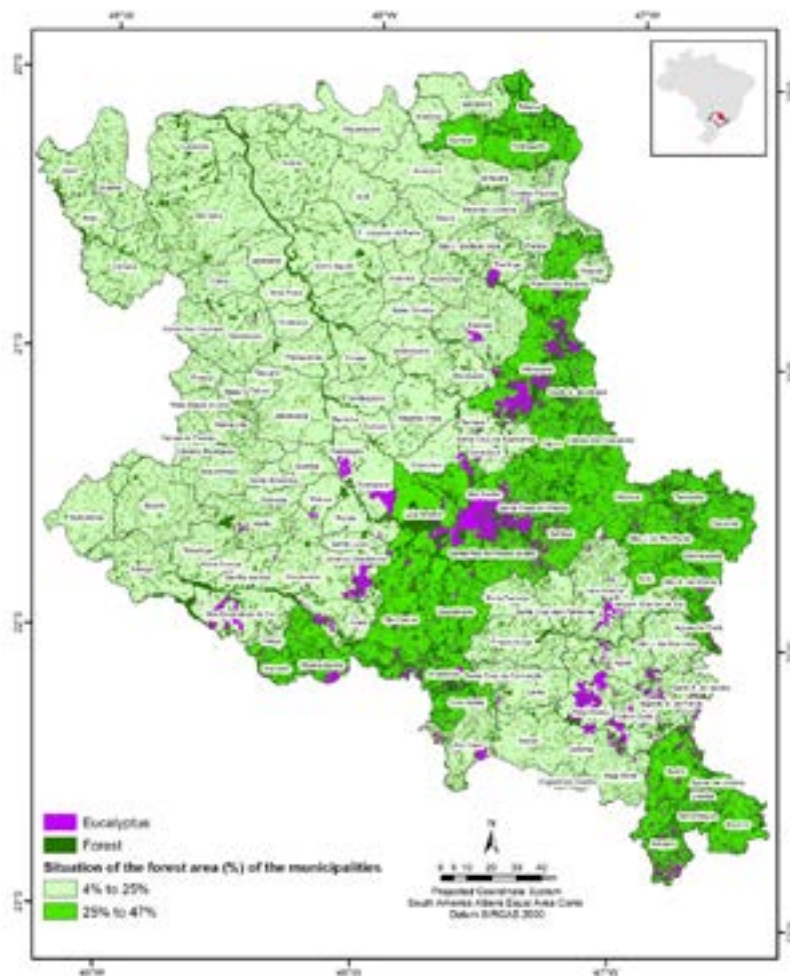


Figure 7 – Mapping of native forest, eucalyptus, and municipalities sowing the highest percentage of native forest areas

Source: Author's elaboration.

The simultaneous increase in eucalyptus and sugarcane areas (Table 1) show that these two monocultures do not compete in terms of area, but occupy land that has mainly served for pastures, annual crops and citrus. The growth of these two agribusinesses is driven by other businesses that have economic and financial structures that favour both the acquisition and lease of new land areas and business sustainability, which is different from crops that are generally maintained mostly by farmers.

Areas of rubber in the study region have increased from 192 hectares to about 4,000 hectares. However, the total exploration area is currently insignificant in view of the 51.7 million hectares of the 125 municipalities analysed here (Table 1 and Figure 2). The increase is mainly in citrus and degraded pastures. The State of São Paulo is the largest producer of natural rubber in the country, dedicating about 134.2 thousand hectares to rubber cultivation (Oliveira; Gonçalves, 2024). The conditions of the northern portion of the study region are ideal for rubber cultivation, because of the favorable annual rainfall rate and temperature.

The clearing of land for new agricultural crops and livestock has contributed to the destruction of native flora in the state of São Paulo since the 19th century. The use of numerous controlled burns to clear forests and make way for pastures has impeded forest regeneration and contributed to the establishment of an anthropic landscape that currently dominates a significant portion of the state's land (Guarenghi *et al.*, 2023; Rudorff *et al.*, 2010). Currently, native forest areas in the State of São Paulo are mainly concentrated in the eastern region, mostly on steeper slopes, and account for 4.7 million hectares or 19% of the state's area (Shimabukuro *et al.*, 2023).

The native forest areas in the study region accounted for 20% in 2016, against 17% in 1988, an increase of about 126 thousand hectares (Table 1 and Figure 2). These 998.798,0 hectares are only smaller than areas of sugar cane. There are many areas of regenerating native forest vegetation, mainly at the edges of forest fragments. Few forests in the region are characterised as primary, with the exception of State Protected Areas (Ronquim *et al.*, 2024).

The increase in forested areas was not due to planting, but to spontaneous regeneration as a result of abandonment. The regeneration of native vegetation was also due to the greater care for Permanent Preservation Areas (APP) near the courses of rivers that cross agricultural properties. Native forest areas increased mainly in municipalities characterised by sloping terrain, mostly located on the border with the State of Minas Gerais (Figure 7). Under these conditions of great declivity, these areas are less suitable for agriculture and become, abandoned or poorly managed, and the native vegetation returns over the years. This phenomenon of natural regeneration has also been observed in the São Paulo part of the Paraíba do Sul river basin (Bicudo *et al.*, 2023; Ronquim *et al.*, 2024).

4 CONCLUSIONS

The main change in land use and cover during the study period was the expansion of sugarcane fields, which occupied about 1,086 million hectares in the region in 1988 (21%) and expanded to about 2,286 million hectares (44%) in 2016, an increase of 23%. The main challenge for the sugar-energy sector in the study region is to increase productivity in a sustainable manner, as new areas for expansion are scarce.

Livestock, which is the largest use in the region, has by far lost the most land. It now occupies 13% of the area of the whole region. The producers who remained in the activity underwent a selection process, in which the most technical ones remained and adopted economies of scale or opted for intensification.

Annual crops, mainly cereals, were reduced to almost a third of what they were in 1988. Some of the cereal producers have invested in production intensification, through irrigated cultivation using central pivots, to yield three to four crops per year.

Citrus plantations in the region have decreased over time, and this citrus park is threatened by a very serious phytosanitary factor, the incidence of Huanglongbing disease (HLB), or greening. The yield per hectare has been maintained due to the agricultural intensification or densification in new plantations, which increases the production per hectare.

Coffee plantations lost land to sugar cane in a large part of the region's municipalities, but in this century, the area of coffee plantations increased again to reach 80% more than in 1988. Coffee crops are concentrated in the east portion of the state of São Paulo, near the border with Minas Gerais, a microregion showing favorable conditions for the production of quality coffee. The intensification of coffee production is mainly due to the increase in the number of plants per hectare and the use of mechanised harvesting. In east São Paulo, coffee cultivation can expand and concentrate even more.

Eucalyptus and native vegetation areas have increased significantly in the region. In the coming years, a new increase is expected in these native vegetation areas, due to the transition of areas unsuitable for agriculture and to an increase in Legal Reserve and Permanent Preservation Areas, in view of the greater pressure caused by the new Forest Code. Despite the natural increase in native vegetation area, the sugar energy sector must expand and promote the preservation and reforestation of native vegetation.

Despite the difficulties of mapping land-use and occupation using satellite imagery on small areas and permanent crops showing similar spectral responses. The maps and data produced by geographic information systems have proven to be important tools for understanding, analyzing and planning the spatio-temporal dynamics of land use and land-cover change at the regional level, providing technical support to decision-makers and for the formulation of public policies that discipline the expansion of land use in order to guide agricultural production and land use and occupation in an organised and sustainable manner. New methodologies must be developed for the automatic determination of land use and occupation in small areas.

The development of public policies for the agricultural sector in the State of São Paulo must consider land occupation issues as an important factor in the variation of food production. It is necessary to develop public policies that seek greater investment in agricultural research to increase the production of food products, as well as to subsidize producers, so that they remain on their land and produce food crops in a sustainable way, ensuring a safe level of supply and prices for food.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Embrapa, for financing the CARBCANA project (SEG Embrapa – 02.12.08.002.00.00).

REFERENCES

ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T.; FREITAS, R. M.; AGUIAR, D. A.; SUGAWARA, L. M.; MELLO, M. P. Remote sensing time series to evaluate direct land use change of recent expanded sugarcane crop in Brazil. *Sustainability*, v. 4, n. 4, p. 574-585, 2012. Available at: <https://doi.org/10.3390/su4040574>.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L. de; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ALKIMIM, A.; SPAROVEK, G.; CLARKE, K. C. Converting Brazil's pastures to cropland: an alternative way to meet sugarcane demand and to spare forestlands. *Applied Geography*, v. 62, p. 75-84, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.04.008>.

BARBOSA, P. I.; SZKLO, A.; GURGEL A. Sugarcane ethanol companies in Brazil: growth challenges and strategy perspectives using Delphi and SWOT-AHP methods. *Biomass and Bioenergy*, v. 158, 106368, 2022. DOI: 10.1016/j.biombioe.2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106368>.

BARRETTO, A.; BERNDES, G.; SPAROVEK, G.; WIRSENIUS, S. Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975–2006 period. **Global Change Biology**, v. 19, p. 1804–1815, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1111/gcb.12174>.

BERGTOLD, M. M. Indirect land use change from ethanol production: the case of sugarcane expansion at the farm level on the Brazilian Cerrado. **Journal of Land Use Science**, v. 12, n. 6, p. 442–456, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1080/1747423X.2017.1354937>.

BICUDO DA SILVA, R. F.; MORA, N. E.; VIÑA, A.; MILLINGTON, J. D. A.; DOU, Y.; VIEIRA, S. A.; LOPEZ, M. C.; LIU, J. Toward a forest transition across the Brazilian Atlantic Forest biome. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 6, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1071495>.

CARVALHO, D.; MARTINS, R.; SANTOS, J.; TELES, G.; GENTILE, M.; OLIVEIRA, M. Evolution and current scenario of irrigated area in Brazil: systematic data analysis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, p. 505–511, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n8p505-511>.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Cana-de-açúcar**, v. 12, Safra 2024/25, Segundo Levantamento, Brasília, agosto de 2024: 59 p.

SILVA, J. A. da; SANTOS, E. A. G. dos; FUZZO, D. F. da S. Monitoring and estimation of sugarcane burning in the middle Paranapanema Basin, Brazil, using linear mixed models. In: BOCHTIS, D. D.; SØRENSEN, C. G.; FOUNTAS, S.; MOYSIADIS, V.; PARDALOS, P. M. (eds.). **Information and Communication Technologies for Agriculture — Theme III: Decision**. Cham: Springer, 2022. (Springer Optimization and Its Applications, v. 184). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-84152-2_12.

AMORIM, F. R. de; JUNIOR, J. C. N.; ABREU, P. H. C. de. Risks and economic analysis of orange culture: case study of a producer from the interior of São Paulo State, Brazil. **Independent Journal of Management & Production**, v. 9, n. 2, p. 354–374, 2018. Available at: <http://orcid.org/0000-0003-1618-6316>.

LUCIANO, A. C. DOS S.; CAMPAGNUCI, B. C. G.; LE MAIRE, G. Mapping 33 years of sugarcane evolution in São Paulo state, Brazil, using landsat imagery and generalized space-time classifiers. **Remote Sensing Applications: society and environment**, v. 26, p. 100749, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100749>.

EGESKOG, A.; BARRETTO, A.; BERNDES, G.; FREITAS, F.; HOLMEN, M.; SPAROVEK, G.; TOREN, J. Actions and opinions of Brazilian farmers who shift to sugarcane: an interview-based assessment with discussion of implications for land-use change. **Land Use Policy**, v. 57, p. 594–604, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.022>.

ERPEN, L.; MUNIZ, F. R.; MORAES, T. de S.; TAVANO, E. C. da R. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista Ipecege**, v. 4, n. 1, p. 33–43, 2018. Available at: <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2018.1.33>.

FLORESTAR SÃO PAULO. **Panorama da Silvicultura Paulista 2024**. Available at: <https://florestar.org.br/florestar-sao-paulo-lanca-panorama-da-silvicultura-paulista-2024/>. Access at: 25 set. 2024.

FUNDECITRUS. **Fundo de Defesa da Citricultura. Estimativa da safra de laranja 2024/25 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: inventário de árvores março/2024. Araraquara, SP: FUNDECITRUS, 2024.

GILIO, L.; MORAES, M. A. F. D. Sugarcane industry's socioeconomic impact in São Paulo, Brazil: a spatial dynamic panel approach. **Energy Economics**, v. 58, p. 27–37, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.06.005>.

GOLDEMBERG, J. Ethanol for a sustainable energy future. **Science**, v. 315, p. 808–810, 2007. DOI: 10.1126/science.1137013.

GUARENGHI, M. M.; GAROFALO, D. F. T.; SEABRA, J. E. A.; MOREIRA, M. M. R.; NOVAES, R. M. L.; RAMOS, N. P.; NOGUEIRA, S. F.; ANDRADE, C. A. de. Land use change net removals associated with sugarcane in Brazil. **Land**, v. 12, n. 3, p. 584, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3390/land12030584>.

LAPOLA, D. M.; SCHALDACH, R.; ALCAMO, J.; BONDEAU, A.; KOCH, J.; KOELKING, C.; PRIESS, J. A. Indirect landuse changes can overcome carbon savings from biofuels in Brazil. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, p. 3388–3393, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.0907318107>.

MACHADO, P. G.; RAMPAZO, N. A. M.; PICOLI, M. C. A.; MIRANDA, C. G.; DUFT, D. G.; JESUS, K. R. E. de. Analysis of socioeconomic and environmental sensitivity of sugarcane cultivation using a Geographic Information System. **Land Use Policy**, v. 69, p. 64–74, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.039>.

MIURA, M.; FREDO, C. E.; BAPTISTELLA, C. da S. L.; CAMARGO, F. P. de; COELHO, P. J.; MARTINS, V. A.; NAKAMA, L. M.; FERREIRA, T. T. Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo, ano agrícola 2023/24, Abril de 2024. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 19, n. 8, p. 1-15, ago. 2024. Available at: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-21-2024.pdf>. Access at: 2 dez. 2024.

MORAES, M. A. F. D.; OLIVEIRA, F. C. R.; DIAZ-CHAVEZ, R. A. Socio-economic impacts of Brazilian sugar cane industry. **Environmental Development**, v. 16, p. 31–43, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.06.010>.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; KALAKI, R. B. Peeling back the citrus in Brazil: mapping and quantification of the Brazilian citrus chain. **Citrus Research & Technology**, v. 35, p. 45-60, 2014. Available at: <http://dx.doi.org/10.5935/2236-3122.20140005>.

NEVES, M. F.; GRAY, A. W.; BOURQUARD, B. A. Copersucar: a world leader in sugar and ethanol. **International Food and Agribusiness Management Review**, v. 19, n. 2, p. 207-240, 2017. DOI:10.22004/ag.econ.234963.

NOVO, A.; JANSEN, K.; SLINGERLAND, M. The sugarcane and biofuel expansion and dairy farmers' responses in Brazil. **Journal of Rural Studies**, v. 28, n. 4, p. 640-649, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2012.07.004>.

OGURA, A. P.; SILVA, A. C. da; CASTRO, G. B.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; SILVA, A. L. da. An overview of the sugarcane expansion in the state of São Paulo (Brazil) over the last two decades and its environmental impacts. **Sustainable Production and Consumption**, v. 32, p. 66-75, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.04.010>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. **Relatório 2023**. IBA, 2023. 48 p. Available at: file:///D:/Paper_cana_revista_Sust-amb_UNB_24/IBA_relatorio-anual-iba_2023-r.pdf. Access at: 25 set. 2024.

OLIVEIRA, M. D. M.; GONÇALVES, E. C. P. Custo de Produção e Rentabilidade da Produção de Borracha Natural: uma análise em tempos de crise. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 1-8, 2024. Available at: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=16206>. Access at: 25 set. 2024.

PALLUDETO, A. W. A.; TELLES, T. S.; SOUZA, R. F.; RODRIGUES DE MOURA, F. Sugarcane expansion and farmland prices in São Paulo State, Brazil. **Agriculture & Food Security**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2018. DOI: 10.1186/s40066-017-0141-5.

PARENTE, L.; FERREIRA, L. Assessing the spatial and occupation dynamics of the Brazilian pasturelands based on the automated classification of MODIS images from 2000 to 2016. **Remote Sensing**, v. 10, n. 4, p. 606, 2018. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs10040606>.

PETRINI, M. A.; ROCHA, J. V.; BROWN, J. C. Mismatches between mill-cultivated sugarcane and smallholding farming in Brazil: environmental and socioeconomic impacts. **Journal of Rural Studies**, v. 50, p. 218–227, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.01.009>.

RONQUIM, C. C.; SILVA, R. F. B.; FIGUEIREDO, E. B.; BORDONAL, R. O.; TEIXEIRA, A. H. C.; COCHASK, T. C. D.; LEIVAS, J. F. Carbon sequestration associated to the land-use and land-cover changes in the forestry sector in Southern Brazil. **Proceedings of SPIE**, v. 9998, p. 1-14, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1117/12.2242094>.

RONQUIM, C. C.; RODRIGUES, C. A. G.; FONSECA, M. F.; NOGUEIRA JÚNIOR, L. R. Dynamics of the natural regeneration of forest remnants in the state of São Paulo, Brazil. **Sustainability in Debate**, v. 15, n. 1, p. 204–215, 2024. DOI: 10.18472/SustDeb.v15n1.2024.52288.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using Landsat data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs2041057>.

SAUER, S.; LEITE, S. P. Expansão agrícola, preços e apropriação de terra por estrangeiros no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 3, p. 503-524, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000300007>.

SHIMABUKURO, Y. E.; ARAI, E.; SILVA, G. M. da; HOFFMANN, T. B.; DUARTE, V.; MARTINI, P. R.; DUTRA, A. C.; MATAVELI, G.; CASSOL, H. L. G.; ADAMI, M. Mapping land use and land cover classes in São Paulo state, southeast of Brazil, using Landsat-8 OLI multispectral data and the derived spectral indices and fraction images. **Forests**, v. 14, n. 8, p. 1669, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3390/f14081669>.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; BERNDES, G.; MARTINS, S.; MAULE, R. Environmental, land use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996–2006. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 14, n. 3, p. 285–298, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11027-008-9164-3>.

ZILBERMAN, D. Indirect land use change: much ado about (almost) nothing. **Global Change Biol Bioenergy**, v. 9, p. 485–488. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12368>.

ZU ERMGASSEN, E.; RENIER, C.; CARVALHO, T.; GARCIA, A.; MEYFROIDT, P. Sustainable commodity sourcing requires measuring and governing land use change at multiple scales. **Conservation Letters**, v. 17, n. 3, p. e13016, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1111/conl.13016>.

Features and behaviours associated with meat consumption in Brazilian university students

Fatores e comportamentos associados ao consumo de carne por universitários brasileiros

Rozane Marcia Triches ¹

Verlaine Petri Eickhoff ²

Hyrana Gabriela Lucas Guadagnini Candido ³

¹ PhD in Rural Development, Professor, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brazil
E-mail: rozane.triches@gmail.com

² Nutritionist, Master in Agroecology and Sustainable Rural Development, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brazil
E-mail: verlainepetri10@gmail.com

³ Nutrition undergraduate student, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brazil
E-mail: hyrana200cotri@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55163

Received: 06/08/2024
Accepted: 06/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

We sought to analyse meat consumption and its association with a set of sociodemographic and behavioural variables among university students at the Federal University of the Southern Border/Brazil. Eight hundred and fifteen university students answered a structured questionnaire and statistical correlation and logistic regression analyses were carried out. Meat consumption is associated ($p < 0.05$) with gender, religion, undergraduate course, income, race, self-control, pro-environmental behaviours and issues related to the meat industry. Regarding adherence and maintenance of a reduced meat consumption pattern, there was a positive correlation with greater ease in preparing food and eating out, motivations linked to the environment, animal causes and the meat industry. Antecedent and consequent behavioural factors are key points for dietary changes in favour of sustainability.

Keywords: Plant-based. Vegetarianism. Sustainability. University students. Diets.

RESUMO

Buscou-se analisar o consumo de carne e sua associação com um conjunto de variáveis sociodemográficas e comportamentais em universitários da Universidade Federal da Fronteira Sul/Brasil. Oitocentos e quinze universitários responderam a um questionário estruturado, e foram realizadas análises de correlação estatística e regressão logística. O consumo de carne está associado ($p < 0,05$) com gênero, religião, curso de graduação, renda, raça, autocontrole, comportamentos pró-ambientais e questões

relacionadas à indústria da carne. Em relação à adesão e manutenção de um padrão de consumo reduzido de carne, houve correlação positiva com maior facilidade em preparar alimentos e comer fora de casa, motivações ligadas ao meio ambiente, causas animais e indústria da carne. Fatores comportamentais antecedentes e consequentes são pontos-chave para mudanças alimentares em prol da sustentabilidade.

Palavras-chave: Dietas à base de plantas. Vegetarianismo. Sustentabilidade. Estudantes universitários. Dietas.

1 INTRODUCTION

Food systems and different diets interfere in various ways with the health of the population, culture, economy, food and nutritional security and the environment (FAO, 2013). According to Willett *et al.* (2019), climate change is on the verge of a point of no return, and obesity and malnutrition pandemics threaten the food security of most of the world's population. The combination of these crises generates a Global Syndemic (Swinburn *et al.*, 2019), which makes it urgent to reformulate our food systems. Changes in dietary patterns and eating habits may be the most promising path to address this. In this sense, Willett *et al.* (2019) define a planetary health diet by emphasising zero or reduced consumption of meat as it considers health and sustainability.

These references are in line with recent concerns about sustainable diets. According to the FAO (2010), they are diets with low environmental impact, which contribute to maintaining food and nutritional security and to a healthy life for future generations, respect ecosystems, are economically viable and fair, and offer adequate nutrition while saving natural and human resources.

There is a confluence in the literature pointing to plant-based diets as those that would best respond to climate change mitigation and also contribute to health (Hemler and Frank, 2019; Hopwood *et al.*, 2021). In the case of meat, especially red meat, there are a series of studies that show that this is the product that emits the most greenhouse gases (GHG) and uses the most water and land in its life cycle (Garzillo *et al.*, 2019). According to Hargreaves *et al.* (2023), a plant-based diet is a dietary pattern in which animal-based products are avoided or excluded from the usual diet. In general terms, two levels of meat “avoiders” could be identified: (1) flexitarians, who partially limit their meat intake; and (2) vegetarians/vegans, who completely exclude meat from their diets.

According to Krizanova *et al.* (2021), although studies are identifying the reasons why people adhere to a plant-based diet, few analyse the factors related to its adherence and maintenance. According to the authors, a lifestyle with pro-environmental behaviours, the defence of animal rights, or other motivations can lead people to adhere to a more sustainable diet. However, adherence to this type of diet is still considered low and the time that people remain on it is also low. It is worth noting that not all of those who claim to follow a plant-based diet avoid meat at the same intensity.

Regarding Brazil, according to the Sustainable Development Goals of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2017), the country is among those that emit the most GHG into the atmosphere, which contributes to the extinction of species, irregular deforestation, fires, and contamination of rivers, which are partly related to livestock farming and oilseed production for animal feed. In turn, concerns related to meat consumption and the discussion about sustainable diets in the country are still in their infancy and need to be studied further (Martinelli; Cavalli, 2019; Triches, 2020).

Given these arguments, the problem to be investigated is: what is the relationship between lower meat consumption and the factors and behaviours that encourage or discourage it in Brazil? For such purpose, the selected audience was university students, since young people tend to be more open and receptive to new alternative lifestyles and cultural trends, as well as more likely to adopt vegetarian-oriented behaviours when compared to older adults (Janda; Trocchia, 2001).

Thus, the objective of this study was to analyse meat consumption and its association with a set of sociodemographic and behavioural variables among university students at the Federal University of the Southern Border (UFFS). To achieve this, we characterised the sociodemographic profile of the sample, verified the reasons and difficulties reported for adhering to and maintaining reduced-meat diets, and established associations between meat consumption profiles and other variables.

2 THEORETICAL FRAMEWORK

During the 1980s and 1990s, nutritional epidemiology studies documented the potential benefits of vegetarian and plant-based diets (Appleby *et al.*, 1998; Tonstad *et al.*, 2013), in particular the reduction in the risk of chronic degenerative diseases (NCDs including obesity, heart disease, diabetes and certain types of cancer) and total mortality as well as increased longevity. However, other studies have shown that reducing the consumption of animal-based products could result in nutritional deficiencies (Neufingerl; Neilander, 2022) and also the increased intake of pesticides, GMOs and ultra-processed foods from plant sources.

In recent decades, more emphasis has been placed on plant-based diets due to their lower environmental impact. According to the United Nations, a global shift towards a plant-based diet is necessary to counteract climate change. It also reports that livestock is responsible for 14.5% of global greenhouse gas (GHG) emissions – some estimates show this is over 30% (IPES FOOD, 2022) – in addition to the extensive use of land and water, energy demand and loss of biodiversity.

Given these considerations, consumers have a vital role in becoming more responsible citizens, who are willing to balance hedonic consumption with healthy and sustainable long-term behaviours, such as reduced meat consumption (De Bakker; Dagevos, 2012).

For Carvalho (2012), eating behaviour implies an idea that can be deeply specific to a way of eating but is not concerned with the duration of the action and may or may not be successive. On the other hand, the concept of habit entails repetition and a link to time, so it is expected that someone will develop an equivalent behaviour and that this will then become an eating habit. From a psychological perspective, Skinner (1982) considers that, in operant behaviour, people act upon the environment and the environment acts back on them. In addition, for some behaviour to continue or stop, there is a need for a certain type of reinforcement, according to the author. According to this idea, there are positive reinforcers that strengthen behaviours and negative reinforcers that reduce or stop them (Skinner, 1982, p. 43).

Furthermore, all operant behaviours, whether simple or complex, are analysed according to the triple contingency, that is, considering an antecedent stimulus, a response and a consequent stimulus. In other words, functional behaviour analysis consists of verifying under what circumstances the behaviour occurs and what consequences maintain it (Moreira; Medeiros, 2019).

Therefore, understanding eating behaviours requires understanding what factors precede them and what their consequences are. When considering motivations first, one of them would be ecological, linking awareness of one's food choices to their environmental impact. In a study by Kalof, Dietz, Stern and Guagnano (1999), the belief that vegetarianism benefits the environment emerged as the strongest predictor of self-identification as a vegetarian, which suggests that food choices are largely influenced by environmental values and beliefs.

Other studies (Hoffman *et al.*, 2013; Rothgerber, 2014) show that vegetarians motivated by ethical concerns involving environmental and animal welfare are more likely to develop a robust ecological identity and remain vegetarian longer than health-oriented vegetarians.

Studies linking ideological beliefs and sustainability have reported that people prone to the political left wing are more likely to commit to sustainable consumption behaviour through political action on ecological concerns than those who hold morally binding values associated with the political right-wing (Watkins; Aitken; Mather, 2016). Thus, vegetarianism as an ecological identity considers not only environmental concern, universalism and food integrity but also political ideology as a relevant factor (Lindeman; Sirelius, 2001).

On the other hand, there are difficulties in adhering to this type of diet. Negative predictors include social factors and current meat consumption habits (Salonen; Helne, 2012). Not surprisingly, factors that hinder the ability to maintain a vegetarian diet include a lack of self-control and a sense of self-efficacy, including feeling inexperienced in preparing vegetarian meals and perceiving the vegetarian diet as not tasty (Schenk *et al.*, 2018). In fact, according to Rosenfeld and Tomiyama (2019), 51% of self-identified vegetarians reported having eaten meat at least once since they became vegetarian. Therefore, even among individuals who declare themselves vegetarian, actual adherence to a meat-free diet is not guaranteed.

Sociodemographic factors such as gender and income have also been reported as predictors of the amount of meat consumed. For example, the Family Budget Surveys (POFs, in Portuguese) in Brazil indicate that there was a reduction in the purchase of beef and pork in the 2017-2018 survey, compared to the previous one in 2007, which may have reflected the increase in product prices in that period and the stagnation of family income. Regarding gender, Carvalho *et al.* (2013) indicated differences in meat consumption between men and women in the country, and research by Rosenfeld and Tomiyama (2021) showed that there is a predominance of women in vegetarian dietary patterns.

It is worth noting that, according to Vandresen and Hotzel (2022), meat production, trade and consumption are very important for Brazil, for economic, nutritional and also cultural reasons, and the livelihoods of a considerable proportion of the population are related to this sector. As a result, meat consumption is a sensitive issue in the country, mainly because differences in biomes, production and producers have to be taken into account. Publications such as Glatzle (2014) and, more recently, IPES FOOD (2022) criticise how this debate has simplified the issue, arguing that the differences between livestock systems, the multifunctionality of extensive livestock systems and livelihoods are not being taken into account. According to IPES FOOD (2022), livestock contributes to the livelihoods of around 1.7 billion small farmers in the Global South and plays a crucial economic role for approximately 60% of rural households in developing countries. Litre *et al.* (2007) referred to livestock farming in the Pampa biome in the State of Rio Grande do Sul as an example of this.

3 METHODOLOGY

This study has a quantitative approach and cross-sectional design. It was performed between March and April 2023, with university students from three campuses of one University: Chapecó (State of Santa Catarina), Realeza and Laranjeiras do Sul (State of Paraná).

The sample size was calculated considering a confidence interval of 95%, statistical power of 80%, and prevalence and outcome of 10%, which resulted in 359 individuals. Another 50% were added for the effect of the sample design and 15% for potentially confounding factors, resulting in 619 individuals. In addition, 10% were added for potential losses and refusals, thus totaling 681 individuals (132 in Realeza, 140 in Laranjeiras do Sul, and 409 in Chapecó). The collection reached a total of 815 people, which is above the required sample number. The division of subjects among the locations was 617 in Chapecó, 133 in Laranjeiras, and 65 in Realeza.

A structured questionnaire was built and adapted based on a study by Krizanova *et al.* (2021). Regarding sociodemographic data, gender, colour, religion, areas of knowledge, race, income, who they live with,

and marital status were verified. Regarding political ideology, the response options were far-left, left, centre-left, centre, centre-right, right, and far-right.

Meat consumption was assessed through a 24-hour questionnaire in which participants described their meat consumption in household measurements. Then these household measurements were converted into grams. To identify the total amount consumed on the previous day, all types of meat (beef, poultry, pork, and sausages) were considered together. To dichotomise into high and low meat consumption, the study by Willett *et al.* (2019) was used as a reference, which defines the limit of 86 grams per day of red meat (beef and lamb), pork, and poultry altogether as the most appropriate, considering health and environmental issues.

Pro-environmental behaviours included questions on keeping the TV on standby at night; turning off the lights in rooms when not used; keeping the tap open or closed while brushing one's teeth; wearing more or less clothing when it is hot or cold to reduce turning on the air conditioning; not buying products because one thinks they have too much packaging; buying recycled products; taking one's own shopping bag to the supermarket; separating waste; using public transportation; walking or cycling for short trips; sharing vehicles with other people; rarely flying; signing petitions on environmental issues; participating in rallies or public events showing support for environmental protection; not consuming meat or animal-based products; buying food products with an environmental seal; buying other products with an environmental seal; buying more local products; avoiding throwing away or wasting food; and reducing the purchase of unnecessary products in one's routine. Each of these questions had a Likert scale with five options to choose from (never; rarely; sometimes; often; always). The scores of these questions were summed up, resulting in a single variable between 20 and 100, where higher scores indicate a higher frequency of pro-environmental behaviours.

Regarding motivations, the study assessed what would make college students adopt a low-meat or meat-free diet. This section included eight questions concerning animal rights; boycotting the meat industry; health; religion; weight loss; influence of friends; influence of family; and not liking the taste of meat. Responses were also based on a five-point Likert scale (strongly disagree; disagree; neutral; agree; strongly agree).

Regarding difficulties, seven topics were assessed, namely, difficulty in becoming a vegetarian; in staying vegetarian; in eating out; in finding vegetarian foods, both in supermarkets and restaurants; in preparing foods without meat protein; in facing prejudice; and in having self-control. The five-point Likert scale included the following options: very difficult; difficult; moderate; easy; and very easy.

The instrument was applied in classrooms at the beginning of classes, before the break or 15 minutes before the end of classes.

The following tests were used for data analysis: Chi-square to relate meat consumption (in categorical format – lowest consumption and highest consumption) and sociodemographic variables; Pearson correlation (considering that the variables presented normal distribution based on the Kolmogorov Smirnov test) for the variables meat consumption (in continuous format in grams) and variables on difficulties and motivations (continuous format – Likert scale); and multivariate logistic regression using the Forward Stepwise method, considering the assumptions of multicollinearity. The outcome variable was the consumption of beef, pork and chicken less than 86g/day (number 0) and more than 86g/day (number 1), using as reference the consumption of the previous day, reported by the participants. All variables were tested one by one and those that best explained the outcome were chosen. The free software PSPP was used, and a significance level of $p < 0.05$ was considered for hypothesis testing.

The research was submitted to the Ethics Committee (CAAE: 63863122.2.0000.5564), and participants were asked to sign the informed consent form.

4 RESULTS

Regarding meat consumption among university students who are not vegetarians or vegans, beef was the most consumed (minimum of 12 grams and maximum of 1.2 kg) per day, with an average of 185 grams per capita. Chicken was the second most consumed (minimum of 20 grams and maximum of 800 grams) with an average of 145 grams per capita a day, and pork was the third most consumed (minimum of 15 grams and maximum of 420 grams), with an average of 110 grams per capita. Finally, the average of egg consumption was 116.98 grams, with a minimum consumption of 20 grams and a maximum consumption of 600 grams.

Considering the reference diet for this study, with consumption of up to 86 grams of meat, only 200 subjects or 24.5% of the sample reported this limit, while the remaining 615 (75.5%) reported consumption above this amount.

Table 1 shows the relationship between meat consumption and sociodemographic data.

Table 1 – Sociodemographic data and meat consumption among university students, March and April 2023

Variables	Meat consumption (≤ 86 g/day)		Meat consumption (> 86 g/day)		P value
	N	%	N	%	
Campus					
Chapecó	150	24.3%	467	75.7%	0,010
Laranjeiras do Sul	25	18.8%	108	81.2%	
Realeza	25	38.5%	40	61.5%	
Areas of Study					
Health Sciences	74	31.6%	160	68.4%	0,017
Agricultural Science	34	20.4%	133	79.6%	
Applied Social Sciences	14	16.9%	69	83.1%	
Sciences and Engineering	48	25.9%	137	74.1%	
Humanities and Languages	30	20.5%	116	79.5%	
Gender					
Female	153	30.8%	343	69.2%	0,000
Male	47	14.7%	272	85.3%	
Age					
Up to 20 years	72	25.5%	210	74.5%	0,388
20-30 years	109	23.1%	362	76.9%	
Above 30 years	19	30.6%	43	69.4%	
Marital status					
Single, divorced, widowed	172	24.2%	540	75.8%	0,505
Married, Brazilian Civil Partnership	28	27.2%	75	72.8%	

Variables	Meat consumption (≤ 86 g/day)		Meat consumption (> 86 g/day)		P value
	N	%	N	%	
Racial category					
White	146	25.0%	439	75.0%	0,016
Black	22	38.6%	35	61.4%	
Multiracial (Pardo)	29	17.8%	134	82.2%	
Others	3	30.0%	7	70.0%	
Lives with					
Parents	48	21.1%	179	78.9%	0,702
Grandparents or relatives	10	28.6%	25	71.4%	
Alone	53	25.4%	156	74.6%	
With friends	55	26.3%	154	73.7%	
With partner/ children	34	25.2%	101	74.8%	
Income					
Not declared	9	18.8%	39	81.3%	0,001
Up to 1 minimum wage	50	36.0%	89	64.0%	
2-3 minimum wages	80	26.2%	225	73.8%	
Above 3 minimum wages	61	18.9%	262	81.1%	
Religion					
Catholic	92	21.7%	331	78.3%	0,000
Evangelical	20	14.9%	114	85.1%	
Adventist	5	27.8%	13	72.2%	
African-derived	3	20.0%	12	80.0%	
Agnostic	20	31.2%	40	68.8%	
Atheist	28	35.9%	50	64.1%	
Others	32	38.6%	51	61.4%	

Source: Prepared by the authors, 2023.

Table 2 shows the correlation between the motivational variables of behaviour and adherence to and maintenance of reduced-meat diets.

Table 2 – Motivations of university students for a reduced-meat diet

Variable	Meat Amount	Maintain	Become	Envir	Animal	Industry	Health	Weight	Family	Friends
Meat Amount										
Maintain	-0.20*									
Become	-0.20*	0.80*								
Pro-environment	-0.10*	0.29*	0.27*							
Animal Cause	-0.19*	0.38*	0.39*	0,30*						
Against Big Industries	-0.14*	0.34*	0.37*	0,30*	0.55*					
Health	-0.05	0.13*	0.17*	0,13*	0.18*	0.16*				
Lose weight	-0.02	0.03	0.03	0,03	0.03	0.08**	0.34*			
Family	-0.06	0.10**	0.07	0,04	0.11**	0.16*	0.19*	0.37*		
Friends	-0.01	0.13*	0.15*	0,06	0.15*	0.22*	0.12*	0.35*	0.62*	
Preference	-0.13*	0.30*	0.28*	0,13*	0.28*	0.27*	0.22*	0.18*	0.23*	0.22*

* $p < 0.001$ ** $p < 0.05$

Source: Prepared by the authors, 2023.

Besides motivations, behaviour is also influenced by difficulties or factors that reduce the likelihood of reducing or eliminating meat consumption. Therefore, Table 3 presents the correlation between the factors that hinder this adherence and maintenance.

Table 3 – Difficulties of university students in following a reduced-meat diet

Variable	Meat Amount	Maintain	Become	Out	Find	Preparation	Prejudice
Meat Amount							
Maintain	-0.20*						
Become	-0.20*	0.80*					
Eating out	-0.11*	0.34*	0.36*				
Find foods	-0.03	0.15*	0.17*	0.36*			
Preparation	-0.09**	0.34*	0.38*	0.35*	0.46*		
Prejudice	0.00	0.12*	0.16*	0.19*	0.22*	0.21*	
Self-control	-0.21*	0.65*	0.65*	0.30*	0.10*	0.33*	0.16*

* $p < 0.001$ ** $p < 0.05$

Source: Prepared by the authors, 2023.

Table 4 presents the logistic regression and the behaviours associated with meat consumption.

Table 4 – Logistic regression model highlighting the main sociodemographic and behavioural variables associated with meat consumption by university students.

Variable	Exp (B)	Confidence interval (95%)	Exp (B)	p
Disagrees in following to boycott meat industry	2.33	01.02	5.32	44
Less often pro-environmental behaviors	1.59	01.04	2.44	32
Self-control to avoid meat consumption				
- Very difficult	13.21	5.27	33.13	0.000
- Difficult	10.07	3.94	25.97	0.000
- Moderate"	12.01	4.66	30.94	0.000
Male gender	3.88	2.41	6.24	0
Evangelical	3.32	1.54	7.16	2
Areas of study – Humanities and Languages	2.40	1.36	4.25	3
Income of up to 1 minimum wage	0.52	0.30	0.89	0.016
Income of 1-3 minimum wages	0.60	0.39	0.93	0.024
Black racial category	0.44	0.21	0.90	24

Source: Prepared by the authors, 2023.

5 DISCUSSION

Regarding meat consumption, beef and chicken were the most consumed. The study carried out by Schneider, Duro and Assunção (2014), in the city of Pelotas (Brazil), points to chicken as the most consumed meat, which shows some similarities between the studies. The authors suggest that the increase in chicken consumption can be explained by the growing poultry production in the country, leading to a decrease in the cost of this food and making it more accessible for consumption. Trindade *et al.* (2016) also carried out a study among university students to identify the consumption of animal protein in commercial self-service restaurants. It found that the most consumed meats were also beef and chicken and that the daily protein consumption exceeded the daily limit of 0.8-1.2 kg for people over 18 years old.

According to the 2014 Guia Alimentar para a População Brasileira (Dietary Guidelines for the Brazilian Population), red meat is an excellent source of nutrients but is also related to an increased risk of cardiovascular diseases when consumed in excess. In addition, low-meat diets are a direct link between human health and sustainability and, among the types of meat, the consumption of white meats such as fish and poultry is healthier and more sustainable when compared to red meats. The World Cancer Research Fund (2007) recommends that the consumption of animal-based foods, including processed and red meats, should not exceed 500 grams a week per person. Meat consumption of this study's sample differs greatly from these recommendations, indicating an excessive consumption of these foods (an average of 185 grams per day, totalling 1.295 kg/week of red meat alone). In addition, the study by Carvalho *et al.* (2012) with data related to the high consumption of red and processed meats corroborates this research. In their study, more than 80% of the Brazilian population consumes high amounts of red and processed meat, especially beef.

Regarding the behaviours that predict this consumption, the logistic regression shows eight significant variables. Regarding sociodemographic factors, male students were 2.41 to 6.24 times more likely to have a high meat consumption when compared to female students. Ruby and Heine (2011) associated omnivorousness with masculinity and strength as well as vegetarianism with femininity and weakness, suggesting that healthier diets have a moral importance and are more attractive, whereas high-meat

diets are considered more brutal and strongly linked to masculinity. According to Barros *et al.* (2018), who conducted a study with university students in southern Brazil, men were 42% less likely to be vegetarians when compared to women. In addition, there are several studies evidencing that women are more likely to adhere to dietary patterns such as vegetarianism when compared to men (Orlich, 2013; Ponzio *et al.*, 2015).

Another factor that showed a statistical association was religion. Evangelicals are 1.54 to 7.16 times more likely to have a high consumption of meat than people from other religions. According to Carneiro (2017), religions have always had a historical importance in the formation of eating habits. Many religious beliefs have brought dietary restrictions to humanity, including the prohibition of the consumption of certain meats, the practice of fasting, and the non-consumption of foods containing blood. However, more recent studies (Cabral, 2022) show that Catholic and Evangelical followers are the most omnivorous. There are few studies on this topic, which reveals the need to further explore the current relationship between meat consumption and religions as well as the interference of other variables.

Humanities and Literature courses stood out for having a greater chance of predicting high meat consumption among university students. In the research conducted with linguistics, literature and art students from the other universities (Brazil), students were 2.59 times more likely to be vegetarians, when compared to Applied Social Sciences and Humanities students (Barros *et al.*, 2018). In the study by Hackbarth *et al.* (2018) (Brazil), in 2014-2015, an assessment carried out among university students revealed that the vast majority of vegetarians were concentrated in the areas of Social Sciences and Humanities, which differs from the data presented in this research.

Regarding income, it was found that individuals with an income of up to three minimum wages eat less meat than those with a higher income. According to Hotzel and Vandresen (2022), the lower-income Brazilian population spends less money on food, but the proportion of expenditure is higher. The richest population spent more money on food, but in a smaller proportion of income. Census information shows that upper-class households spend on average 7.6% of their income on food and lower-income families spend 22% (IBGE, 2019). Due to the increase in food prices, there was a significant reduction in the consumption of several foods in 2021, especially beef and other meats, mainly among lower-income people. Thus, one can presume that in Brazil, income largely defines meat consumption, which differs from developed countries, where income does not have such an impact. In a study with vegetarians in Porto Alegre (Brazil), Doneda *et al.* (2020) relate vegetarianism with individuals who earn more than two minimum wages, pointing out that the upper classes are more prone to vegetarianism because they have more access to information, and not because of the price of food.

Regarding colour or race, it was found that black people tend to adhere more to reduced-meat consumption, showing again a relationship with income. According to the IBGE (2022), colour is a relevant factor in differentiating the average monthly income of workers in the country in 2021. According to the survey, white people earn R\$ 3,099 a month on average. This income is 75.7% higher than that among black people, which is R\$ 1,764 a month. On the other hand, according to Asher and Cherry (2015), coloured people in developed countries are disadvantaged, as they do not have access to healthy and affordable food, which makes vegetarianism unattainable. According to studies by Rosenfeld, Brannon and Tomiyama (2021), in the United States, there was strong evidence suggesting the association of vegetarianism with the white racial category. However, this study explored the reduction or elimination of meat from diets, whereas the Brazilian study shows an involuntary plant-based dietary pattern, that is, it is followed by the black and poor population because they cannot afford meat, and not for other reasons.

Finally, the sociodemographic characteristics of university students showed that political ideology (although it was not maintained in the logistic regression model) also has some relationship with meat consumption. Those who claim to be more right-wing were more likely to eat meat than those more

supportive of the left-wing. European and North American research shows that people who support liberal ideas are more likely to encourage policies related to climate change than conservatives (Gilg *et al.*, 2005; Hall *et al.*, 2018) and, therefore, are more motivated to go meat-free and choose plant-based diets (Nezlek; Forestell, 2020). According to the study by Nezlek and Forestell (2019), vegetarians were more liberal than omnivores when it came to political views.

Among the motivations of students to adopt and maintain a diet with less meat, pro-environmental behaviours and the boycott of big meat industries stood out. Those who reported a lower frequency of pro-environmental behaviours were 1.04 to 2.44 times more likely to be in the group with less meat consumption. Pro-environmental behaviours include the use of public transportation, waste segregation, and not wasting food, among others. Fox and Ward (2008) argue that motivations have to do with the growing concern of people about the impact of excessive meat consumption on the environment and have a connection with vegetarianism. Therefore, people who are more concerned about the environment and have pro-environmental behaviours are prone to follow a more balanced diet and they eat less red meat (Fox; Ward, 2008).

In the research carried out by Doneda *et al.* (2020), it was found that ethics and animal rights were the main reasons for individuals to adopt vegetarianism (92%), followed by concerns with the environment (56%) and health (35%). Fox and Ward (2008) also report that the most frequent motivations for adopting vegetarian diets are related to the slaughter of animals and people's health. However, in this study, the animal cause was related to the outcome and correlated with adherence and maintenance of lower meat consumption, but it did not remain significant in the logistic regression model. According to Miki *et al.* (2020), an ethical motivation including animal and environmental issues is quite evident among individuals who declare to be vegetarians. However an important difference in this research is that the assessment included both those who still eat some amount of meat and those who do not; therefore, discourses on ethics and animal rights do not affect everyone to the same extent.

Another significant motivation in this research was the boycott of the meat industry. Individuals who responded that they would refuse to follow a diet with less meat consumption due to boycotts of the meat industry were 1.02 to 5.32 times more likely to belong to the group that consumes more meat. It is worth noticing that most of the sample was from the campus in Chapecó, which is a large producer of pork, poultry and their derivatives nationally and internationally. The western region of Santa Catarina, as a whole, contributes significantly to Brazil's position as one of the world's largest exporters of poultry and pork (IBGE, 2017). In this case, it seems more like activism in reverse, for people promote meat consumption and value the robust meat industry, and not the opposite as in the literature, where politicised movements use boycotts to reduce the production and marketing of certain products.

Among the difficulties in adhering to and maintaining a low-meat dietary pattern, self-control stands out. College students who reported having some degree of difficulty (moderate, difficult or very difficult) in self-control were more likely to consume more meat, and there was a significant correlation with difficulty in adhering to or maintaining the pattern. According to Cruz (2006), self-control is closely linked to the interdependent relationship that each organism maintains with the various existing environmental variables. Using Skinner's analysis of behaviour and the three-term contingency, the behaviour or operant response is given by antecedent conditions and the consequence of the action (reinforcing or punishing stimulus). It has been found that there are several variables related to higher consumption of meat by college students (male gender, white race, evangelical religion, income above three minimum wages, lower frequency of pro-environmental behaviours and in favour of the meat industry), which are the antecedent conditions. These set the occasion in which the response (higher meat consumption) would be most likely to occur and, therefore, reinforced. It should be noted that many of these variables are related to biology, culture and the social environment where the individual lives and, therefore, more difficult to change or control.

Along with these variables, there is the lack of cooking skills in food preparation and the difficulty when eating out, which, although not maintained in the logistic regression analysis, were strongly correlated with the lower probability of reducing meat consumption and becoming or maintaining this pattern. People who adhere to vegetarianism end up facing many difficulties, mainly in their social life and daily life, often due to cultural issues of meat consumption, which directly impact food choices. In the study carried out by Doneda *et al.* (2020), the authors mention the lack of options in supermarkets and restaurants, the lack of time to prepare meals and the prices of vegetarian/vegan foods as the main difficulties in maintaining a vegetarian/vegan diet. They also mention social issues, especially with family members at home.

In behaviour analysis, in addition to antecedent conditions, subjects are also influenced by the consequences of their actions. Thus, the analysis includes the advantages and disadvantages that subjects have when eating less meat. Reinforcements are associated with the satisfaction of eating meat and its relationship with festive moments, its association with higher muscle mass (among others that were not investigated here) or even with a lower cost of food. Regarding taste, this research identified a significant correlation between aversion to the taste of meat and greater adherence to and maintenance of restricted diets, which is therefore related to a punishment. The punishment could also reflect greater environmental impact or harm to health or even in the slaughter of animals, among others. In this equation, between reinforcements or punishments, people make their choices and self-control is defined.

Cruz (2006) points to an essential aspect in the discussion on self-control, which is between the conflict of immediacy of positive reinforcement and the delay of punishment. Thus, immediate positive reinforcing consequences are produced first (satisfaction of a nice steak or barbecue), and these same behaviours produce delayed punitive consequences (cardiovascular diseases, climate changes), which end up becoming aversive stimuli in the future. These conflicts may generate the possibility of self-control in the person. However, the same author emphasises that the emergence of a conflicting contingency does not necessarily lead a person to emit self-control behaviour. Often, only powerful aversive stimuli are capable of originating a conflict strong enough for the emission of self-control behaviour (Cruz, 2006). Based on this analysis, self-control is not associated with willpower, inner power or being emotionally strong, but is linked to these external contingencies that, ultimately, would contribute or not to certain behaviors, in a two-way process.

6 CONCLUSION

The research found that the behaviours mostly associated with a low-meat dietary pattern are directly linked to factors such as gender, religion, undergraduate course, income, race, self-control, pro-environmental behaviours, and views related to the meat industry. Regarding adherence to and maintenance of this pattern, a positive correlation was found with easier food preparation and eating out as well as motivations related to the environment, animal rights, and the meat industry. Again, self-control significantly responds to the decision to adhere to and maintain a diet with less meat, and not enjoying its taste would be a punishment, which would make it easier to avoid it.

Eating habits and choices may include behavioural factors that are difficult to change. They depend on the environment in which individuals live and their contingencies, always in a dynamic relationship between antecedent factors and consequences of actions that may influence due to their punitive or reinforcing nature. Changing factors related to the individual's context can lead them to rethink their behaviours. Therefore, there are no immutable behaviours.

It is important to note that changes in food choices and diets need to be adopted by large portions of the population and for long periods of time when aiming to achieve environmental and health benefits. Thus, related discussions including nutritional and environmental education should be included in

the agenda of schools and universities. In addition, public policies and private sector initiatives to mobilise greater information, incentives for more sustainable products, taxes on foods with greater environmental impacts, promotion of more resilient, less polluting and destructive forms of food production and distribution, with rational use of natural resources, are essential for thinking about more sustainable food systems.

Therefore, considering the diversity of associated factors, interventions should also be diversified, by involving political, economic, institutional and cultural changes. Thus, a result of this research is the need for more in-depth research on environmental psychology, seeking to identify the most effective strategies for promoting more sustainable and healthy food consumption. Another very relevant issue is to pay attention to the different forms of livestock farming, identifying their different environmental and social impacts, which, depending on the situation, may be more viable than the current production of transgenic soybeans, produced using chemical inputs and pesticides, on large monoculture.

As limitations of this study, it should be noted that it refers to specific audiences and regions of the country with a cross-sectional design. Therefore, future research and theorising in different locations and audiences and with longitudinal approaches are necessary. In addition, qualitative research that deepens the discussion on behaviours and their antecedents and consequences could strengthen the scientific evidence on the topic.

REFERENCES

APPLEBY, P. N.; THOROGOOD, M.; MANN, J. I.; KEY, T. Low body mass index in non-meat eaters: the possible roles of animal fat, dietary fibre and alcohol. *Int J Obes Relat Metab Disord*, v. 22, p. 454-460, 1998.

ASHER, K.; CHERRY, E. Home is where the food is: barriers to vegetarianism and veganism in the domestic sphere. *Journal for Critical Animal Studies*, v. 13, n. 1, 2015.

BARROS, K. S.; BIERHALS, I. O.; ASSUNÇÃO, M. C. F. Vegetarianismo entre ingressantes de uma universidade pública no sul do Brasil, 2018. *Epidemiologia e Serviços de Saúde: Revista do Sistema Único de Saúde do Brasil*, v. 29, n. 4: e2019378, 2020. Available at: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742020000400009>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. 1. Reim pr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. Available at: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf

CABRAL, C. H. M. **Vegetarianismo na UFPE**: análise da comunidade acadêmica e da estrutura oferecida. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Recife, 2022.

CARNEIRO, H. S. C. **Comida e sociedade**: uma história da alimentação. Elsevier Brasil. 2007.

CARVALHO, A. M.; CHESTER, L. G. C.; FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L. Excessive meat consumption in Brazil: diet quality and environmental impacts. *Public Health Nutrition*, v. 16, n. 10, p. 1893–99, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1368980012003916>.

CARVALHO, M. C. V. S. Práticas e saberes na alimentação: natural, racional ou social. In: LUZ, M. T.; BARROS, N. F. **Racionalidades médicas e práticas integrativas em saúde**: estudos teóricos e empíricos. Rio de Janeiro: Cepesc, 2012. p. 425-442.

CRUZ, R. N. Uma introdução ao conceito de autocontrole proposto pela análise do comportamento. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, v. 8, n. 1, p. 85-94, 2006.

DE BAKKER, E.; DAGEVOS, H. Reducing meat consumption in today's consumer society: questioning the citizen-consumer gap. **Journal of Agricultural and Environmental Ethics**, v. 25, n. 6, p. 877–894, 2012.

DONEDA, D.; SOARES, C. H.; ZANINI, M. C. C.; DA SILVA, V. L. Vegetarianismo muito além do prato: ética, saúde, estilos de vida e processos de identificação em diálogo. **Revista Ingesta**, v. 2, n. 1, p.176–99, 2020. Available at: <https://doi.org/10.11606/issn.2596-3147.v2i1p176-199>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Sustainable Diets and Biodiversity: directions and solutions for policy, research and action**. Edited by BURLINGAME, B.; DERNINI, S. (ed.). Rome, Italy: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013.

FOX, N.; WARD, K. Health, Ethics and environment: a qualitative study of vegetarian motivations. **Appetite**, v. 50, n. 2–3, p. 422–29, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.007>.

GARZILLO, J. M. F.; MACHADO, P. P.; LOUZADA, M. L. C.; LEVY, R. B.; MONTEIRO, C. A. **Pegadas dos alimentos e das preparações culinárias consumidos no Brasil**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 2019.

GLATZLE, A. Questioning key conclusions of FAO publications 'Livestock's Long Shadow' (2006), appearing again in 'Tackling Climate Change Through Livestock' (2013). **Pastoralism**, v. 4, n. 1, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1186/2041-7136-4-1>

GILG, A.; BARR, S.; FORD, N. Green consumption or sustainable lifestyles? Identifying the sustainable consumer. **Futures**, v. 37, n. 6, p. 481–504, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.10.016>.

HACKBARTH, L.; VILELA, R. M.; KATZ, M.; ZOLNIR, A. C. K.; FERREIRA, M. L. C. Vegetarians at the University's restaurants: are they doing well? **Rev. Braspen J**, v. 33, n. 2, p. 127-140, 2018.

HALL, A. C.; BUTTERWORTH, J.; WINSOR, J.; KRAMER, J.; NYE-LENGERMAN, K.; TIMMONS, J. Building an evidence-based, holistic approach to advancing integrated employment. Research and Practice for Persons with Severe Disabilities. **The Journal of TASH**, v. 43, n. 3, p. 207–18, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1177/1540796918787503>.

HARGREAVES, S. M.; ROSENFELD, D. L.; MOREIRA, A. V. B.; ZANDONADI, R. P. Plant-based and vegetarian diets: an overview and definition of these dietary patterns. **European Journal of Nutrition**, v. 62, n. 3, p. 1109–21, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03086-z>.

HEMLER, E. C.; FRANK, B. H. U. Plant-based diets for personal, population, and planetary health. **Advances in Nutrition**, 10 (Suppl_4): S275–83, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1093/advances/nmy117>.

HOFFMAN, S. R.; STALLINGS, S. F.; BESSINGER, R. C.; BROOKS, G. T. Differences between health and ethical vegetarians. Strength of conviction, nutrition knowledge, dietary restriction, and duration of adherence. **Appetite**, v. 65, p.139144, 2013. Available at: <https://10.1016/j.appet.2013.02.009>.

HOPWOOD, C. J.; ROSENFELD, D.; CHEN, S.; BLEIDORN, W. An investigation of plant-based dietary motives among vegetarians and omnivores. Collabra. **Psychology**, v. 7, n. 1, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1525/collabra.19010>.

HÖTZEL, M. J.; VANDRESEN, B. Brazilians' attitudes to meat consumption and production: present and future challenges to the sustainability of the meat industry. **Meat Science**, 192 (108893): 108893. 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108893>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Características étnico-raciais da população: classificações e identidades. 2017. **Censo Agropecuário 2017 – Resultados Definitivos**. 2022. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil (2017- 2018)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b. Available at: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101704.pdf>.

JANDA, S.; TROCCHIA, P. J. Vegetarianism. Toward a greater understanding. **Psychology and Marketing**, v. 18, n. 12, p. 1205–1240, 2001. Available at: <https://doi.org/10.1002/mar.1050>.

KALOF, L.; DIETZ, T.; STERN, P. C.; GUAGNANO, G. A. Social psychological and structural influences on vegetarian beliefs. **Rural Sociology**, v. 64, n. 3, p. 500–511, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1999.tb00364.x>

KRIZANOVA, J.; ROSENFELD, D. L.; TOMIYAMA, A. J.; GUARDIOLA, J. Pro-environmental behavior predicts adherence to plant-based diets. **Appetite**, v. 163 (105243): 105243. 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105243>.

LINDEMAN, M.; SIRELIUS, M. Food choice ideologies: the modern manifestations of normative and humanist views of the world. **Appetite**, v. 37, n. 3, p. 175–184. Available at: <https://doi.org/10.1006/appe.2001.0437>.

LITRE, G.; TOURRAND, J.; MORALES, H.; ARBELETCHÉ, P. Ganaderos Familiares Gauchos: ¿una opción hacia la producción sustentable? **Asian Journal of Latin American Studies**, v. 20, p. 105-147, 2007.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 4251–62, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017>.

MIKI, A. J.; LIVINGSTON, K. A.; KARLSEN, M. C.; FOLTA, S. C.; MCKEOWN, N. M. Using evidence mapping to examine motivations for following plant-based diets. **Current Developments in Nutrition**, v. 4, n. 3, nzaa013, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa013>.

MOREIRA, M. B.; MEDEIROS, C. A. **Princípios básicos de análise do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

NEUFINGERL, N.; EILANDER, A. Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: a systematic review. **Nutrients**, v. 14, n. 1, p. 29, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu14010029>

NEZLEK, J. B.; FORESTELL, C. A. Vegetarianism as a social identity. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 45–51, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.005>.

NEZLEK, J. B.; FORESTELL, C. A. Where the rubber meets the road: relationships between vegetarianism and socio-political attitudes and voting behavior. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 58, n. 6, p. 548–59, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1080/03670244.2019.1641801>.

ORLICH, M. J.; SINGH, P. N.; SABATÉ, J.; JACELDO-SIEGL, K.; FAN, J.; KNUTSEN, S.; BEESON, W. L.; FRASER, G. E. Vegetarian dietary patterns and mortality in adventist health study 2. **JAMA Internal Medicine**, v. 173, n. 13, p. 1230–38, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.6473>.

PAINEL INTERNACIONAL de Especialistas em Sistemas Alimentares Sustentáveis – IPES FOOD. **Proteínas e política: mitos e fatos sobre carne, peixe, “proteínas alternativas” e sustentabilidade**, 2022. Available at: <https://ipes-food.org/wp-content/uploads/2024/03/ProteinasEPoliticaPT.pdf>.

PONZIO, E.; MAZZARINI, G.; GASPERI, G.; BOTTONI, M. C.; VALLORANI, S. The vegetarian habit in Italy: prevalence and characteristics of consumers. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 54, n. 4, p. 370–79, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1080/03670244.2014.1001981>.

ROSENFELD, D. L.; BURROW, A. L. Vegetarian on purpose: understanding the motivations of plant-based dieters. **Appetite**, v. 116, p. 456–63, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.039>.

ROSENFELD, D. L.; TOMIYAMA, J. A. Gender differences in meat consumption and openness to vegetarianism. **Appetite**, v. 166, (105475), 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105475>.

ROSENFELD, D. L.; BRANNON, T.; TOMIYAMA, J. A. Racialized perceptions of vegetarianism: stereotypical associations that undermine inclusion in eating behaviors. **Pers Soc Psychol Bull**, v. 49, n. 11, p. 1601-1614. 2023. Available at: <https://10.1177/01461672221099392>.

ROTHGERBER, H. A comparison of attitudes toward meat and animals among strict and semi-vegetarians. **Appetite**, v. 72, p. 98–105, 2014. Available at: <https://10.1016/j.appet.2013.10.002>.

RUBY, M. B.; HEINE, S. J. Meat, morals, and masculinity. **Appetite**, v. 56, n. 2, p. 447–50, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.01.018>.

SALONEN, A. O.; HELNE, T. T. Vegetarian diets: a way towards a sustainable society. **Journal of Sustainable Development**, v. 5, n. 10, 2012. Available at: <https://10.5539/jsd.v5n6p10>.

SCHENK, P.; RÖSSEL, J.; SCHOLZ, M. Motivations and constraints of meat avoidance. **Sustainability**, v. 10(11), n. 3858, p. 1-19, 2018.

SCHNEIDER, B. C.; DURO, S. M. S.; ASSUNÇÃO, M. C. F. Meat consumption by adults in southern Brazil: a population-based study. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 8, p. 3583–92, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014198.11702013>.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1982.

SWINBURN, B. A. *et al.* The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: the lancet commission report. **Lancet**, v. 393, n. 10173, p. 791–846, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)32822-8).

TONSTAD, S. *et al.* Vegetarian diets and incidence of diabetes in the Adventist Health Study-2. **Nutr Metab Cardiovasc Dis**, v. 23, p. 292-299, 2013. Available at: <https://10.1016/j.numecd.2011.07.004>.

TRICHES, R. M. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 126, p. 881–94, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012622>.

TRINDADE, J. K.; DE LIMA, M. G.; SPINELLI, M. G. N.; MATIAS, A. G. Consumo de alimentos fontes de proteína animal por estudantes universitários em restaurantes comerciais de autosserviço. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 2, p. 481–90, 2016. Available at: <https://doi.org/10.5892/ruvrd.v14i2.2648>.

VANDRESEN, B.; HOTZEL, M. J. Brazilians' attitudes to meat consumption and production: present and future challenges to the sustainability of the meat industry. **Meat Science**, v. 192, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108893>.

WATKINS, L.; AITKEN, R.; MATHER, D. Conscientious consumers: a relationship between moral foundations, political orientation and sustainable consumption. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 137–146, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.009>

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT – Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems. **Lancet**, 393, n. 10170, p. 447–92, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31788-4).

WORLD CANCER RESEARCH FUND. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. **Choice**, v. 45, n. 9, p. 45-5024, 2008. Available at: <https://doi.org/10.5860/choice.45-5024>.

Fatores e comportamentos associados ao consumo de carne por universitários brasileiros

Features and behaviours associated with meat consumption in Brazilian university students

Rozane Marcia Triches ¹

Verlaine Petri Eickhoff ²

Hyrana Gabriela Lucas Guadagnini Candido ³

¹ *Doutorado em Desenvolvimento Rural, Professora, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brasil
E-mail: rozane.triches@gmail.com*

² *Nutricionista, Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil
E-mail: verlainepetri10@gmail.com*

³ *Graduanda em Nutrição, Universidade Federal da Fronteira Sul, Realeza, Paraná, Brasil
E-mail: hyrana200cotri@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55163

Received: 06/08/2024
Accepted: 06/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMO

Buscou-se analisar o consumo de carne e sua associação com um conjunto de variáveis sociodemográficas e comportamentais em universitários da Universidade Federal da Fronteira Sul/Brasil. Oitocentos e quinze universitários responderam a um questionário estruturado e foram realizadas análises de correlação estatística e regressão logística. O consumo de carne está associado ($p < 0,05$) com sexo, religião, curso de graduação, renda, raça, autocontrole, comportamentos pró-ambientais e questões relacionadas à indústria da carne. Em relação à adesão e manutenção de um padrão de consumo reduzido de carne, houve correlação positiva com maior facilidade em preparar alimentos e comer fora de casa, motivações ligadas ao meio ambiente, causas animais e indústria da carne. Fatores comportamentais antecedentes e consequentes são pontos-chave para mudanças alimentares em prol da sustentabilidade

Palavras-chave: Dietas à base de plantas. Vegetarianismo. Sustentabilidade. Estudantes universitários. Dietas.

ABSTRACT

We sought to analyse meat consumption and its association with a set of sociodemographic and behavioural variables among university students at the Federal University of the Southern Border/Brazil. Eight hundred and fifteen university students answered a structured questionnaire and statistical correlation and logistic regression analyses were carried out. Meat consumption is associated ($p < 0.05$)

with gender, religion, undergraduate course, income, race, self-control, pro-environmental behaviours and issues related to the meat industry. Regarding adherence and maintenance of a reduced meat consumption pattern, there was a positive correlation with greater ease in preparing food and eating out, motivations linked to the environment, animal causes and the meat industry. Antecedent and consequent behavioural factors are key points for dietary changes in favour of sustainability.

Keywords: Plant based. Vegetarianism. Sustainability. University students. Diets.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas alimentares e as diferentes dietas interferem de várias maneiras na saúde da população, na cultura, na economia, na segurança alimentar e nutricional e no ambiente (FAO, 2013). Segundo Willett *et al.* (2019), as mudanças climáticas estão na iminência de entrar em um caminho sem volta, e as pandemias de obesidade e desnutrição ameaçam a segurança alimentar nutricional da maior parte da população mundial. Combinadas, essas crises geram uma Sindemia Global (Swinburn *et al.*, 2019), trazendo a urgência para reformulação dos sistemas alimentares. Fazendo frente a isso, mudanças nas dietas habituais e em hábitos alimentares poderiam ser o caminho mais promissor. Nesse sentido, Willett *et al.* (2019) abordam o que seria uma dieta planetária, destacando que o consumo de carnes deveria ser nulo ou reduzido em quantidade, considerando a saúde e a sustentabilidade.

Essas referências dialogam com as preocupações recentes sobre dietas sustentáveis, que, segundo a FAO (2010), são dietas com baixo impacto ambiental, que contribuem para manter a segurança alimentar e nutricional, e para uma vida saudável das futuras gerações, respeitam os ecossistemas, são economicamente viáveis e justas, oferecem nutrição adequada e, ao mesmo tempo, economizam recursos naturais e humanos.

Há uma confluência na literatura apontando para as dietas baseadas em vegetais como aquelas que mais corresponderiam à mitigação das mudanças climáticas e ainda contribuiriam para a saúde (Hemler; Frank, 2019; Hopwood *et al.*, 2021). No caso das carnes, especialmente as vermelhas, há uma série de estudos que evidencia que este é o produto que mais emite gases de efeito estufa (GEE) e mais usa água e terra em seu ciclo de vida (Garzillo *et al.*, 2019). De acordo com Hargreaves *et al.* (2023), uma dieta plant based é um padrão alimentar em que produtos de origem animal seriam evitados ou excluídos. Em termos gerais, poderia se identificar dois níveis de “evitadores” de carne: (1) flexitarianos, que limitam parcialmente sua ingestão de carne; e (2) vegetarianos/veganos, que excluem totalmente a carne de suas dietas.

Segundo Krizanova *et al.* (2021), embora existam estudos identificando os motivos das pessoas aderirem a uma dieta plant based, há poucos que analisam os fatores relacionados à sua adesão e manutenção. Segundo os autores, um estilo de vida com comportamentos pró-ambientais, a defesa do direito dos animais, ou outras motivações podem levar as pessoas a aderirem a uma dieta mais sustentável. Porém a adesão a esse tipo de dieta ainda é considerada baixa, e o tempo que as pessoas permanecem nela também. Lembrando que nem todas as pessoas que afirmam seguir uma dieta baseada em vegetais evitam a carne com a mesma intensidade.

Se voltarmos o nosso olhar para o Brasil, de acordo com os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), o país encontra-se entre os que mais emitem GEE na atmosfera, contribuindo para a extinção de espécies, desmatamentos irregulares, queimadas, contaminação de rios, que em parte estão relacionados com a pecuária e produção oleaginosa para ração animal. Por seu turno, as preocupações relacionadas ao consumo de carnes e a discussão sobre dietas sustentáveis no país ainda são incipientes e precisam ser mais estudadas (Martinelli; Cavalli, 2019; Triches, 2020).

Com base nesses argumentos, o problema a ser investigado é: qual a relação entre o menor consumo de carnes e os fatores e comportamentos que o incentivam ou desmobilizam no Brasil? Para tanto, o público escolhido foi o de universitários, já que pessoas mais jovens tendem a ser mais abertas e receptivas a novos estilos de vida alternativos e tendências culturais, bem como mais propensas a adotar comportamentos de orientação vegetariana, em comparação com adultos mais velhos (Janda; Trocchia, 2001).

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar o consumo de carne e sua associação com um conjunto de variáveis sociodemográficas e comportamentais em universitários da Universidade Federal da Fronteira Sul. Mais especificamente, buscou-se caracterizar o perfil sociodemográfico da amostra, verificar os motivos e as dificuldades relatados para a adesão e manutenção das dietas com menor consumo de carnes, além de realizar associações entre os perfis de consumo de carne e as demais variáveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante as décadas de 1980 e 1990, estudos epidemiológicos nutricionais documentaram potenciais benefícios de dietas vegetarianas e à base de plantas (Appleby *et al.*, 1998; Tonstad *et al.*, 2013). Em particular, a redução dos riscos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs – obesidade, doenças cardíacas, diabetes e certos tipos de câncer), assim como a mortalidade total e o aumento da longevidade. Ressalta-se, no entanto, outros estudos que chamaram atenção para as deficiências nutricionais que poderiam ocorrer no consumo restritivo de produtos de origem animal (Neufingerl; Neilander, 2022) e também possível ingestão de maiores quantidades de agrotóxicos, transgênicos e ultraprocessados provenientes de alimentos vegetais.

Nas últimas décadas, mais ênfase foi colocada nas dietas à base de plantas, devido ao seu menor impacto ambiental. De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), uma mudança global em direção a uma dieta baseada em vegetais seria necessária para neutralizar as mudanças climáticas. A ONU considera ainda que o gado é responsável por 14,5% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE), enquanto algumas estimativas colocam o valor acima dos 30% (IPES FOOD, 2022), além do uso extensivo da terra e de água, a demanda de energia e a perda de biodiversidade.

A partir dessas considerações, os consumidores desempenham um papel vital ao se assumirem como cidadãos mais responsáveis, dispostos a equilibrar o consumo hedônico com comportamentos saudáveis e sustentáveis de longo prazo, como a redução do consumo de carne (De Bakker; Dagevos, 2012).

Para Carvalho (2012), o comportamento alimentar implica uma ideia que pode ser profundamente específica de um modo de se alimentar, mas não tem uma preocupação com a duração da ação e pode ou não ser sucessivo. Já a noção de hábito tem a necessidade de repetição e uma ligação com o tempo, e assim sendo, se espera que o outro desenvolva um comportamento equivalente, e que, em seguida, este se torne um hábito alimentar. Na perspectiva da psicologia, Skinner (1982) considera que, no comportamento operante, o homem age sobre o ambiente e este retroage sobre ele. Além disso, para que um comportamento continue ou pare, há a necessidade de um determinado tipo de reforço, como diz o autor. Nessa ideia há reforçadores positivos que fortalecem comportamentos e reforçadores negativos que os reduzem ou cessam (Skinner, 1982, p. 43).

Além do mais, todos os comportamentos operantes, dos mais simples aos mais complexos, são analisados de acordo com a contingência tríplice, ou seja, considerando-se um estímulo antecedente, uma resposta e um estímulo consequente. Em outras palavras, analisar funcionalmente um comportamento consiste em verificar em quais circunstâncias o comportamento ocorre e quais são suas consequências mantenedoras (Moreira; Medeiros, 2019).

Portanto, para entender um comportamento alimentar, é preciso entender quais são os fatores que o antecedem e quais as suas consequências. Considerando-se primeiramente as motivações, uma delas seria a ecológica, conectando a consciência das escolhas alimentares de alguém ao seu impacto ambiental. Em um estudo de Kalof, Dietz, Stern e Guagnano (1999), a crença de que o vegetarianismo beneficia o meio ambiente emergiu como o mais forte preditor de se autoidentificar como vegetariano, sugerindo que as escolhas alimentares são amplamente influenciadas por valores e crenças ambientais.

Outros estudos (Hoffman *et al.*, 2013; Rothgerber, 2014) demonstram que vegetarianos motivados por preocupações éticas que envolvem o bem-estar ambiental e animal são mais propensos a desenvolver uma identidade ecológica robusta e permanecer mais tempo como vegetarianos do que vegetarianos orientados para a saúde.

Pesquisas que relacionaram crenças ideológicas e sustentabilidade relataram que as pessoas que tendem à esquerda política são mais propensas a se comprometer com o comportamento de consumo sustentável por meio de ações políticas sobre preocupações ecológicas do que as que mantêm valores morais vinculantes associados à direita política (Watkins; Aitken; Mather, 2016). Assim, a identidade ecológica vegetariana considera não apenas a preocupação ambiental, o universalismo e a integridade alimentar, mas também a ideologia política como um fator relevante (Lindeman; Sirelius, 2001).

Por outro lado, existem dificuldades em aderir a esse tipo de dieta. Entre os preditores negativos estão os fatores sociais e os hábitos alimentares atuais de consumir carne (Salonen; Helne, 2012). Não surpreendentemente, os fatores que prejudicam a capacidade de manter uma dieta vegetariana incluem a falta de autocontrole e de senso de autoeficácia, incluindo sentir-se inexperiente na preparação de refeições vegetarianas e perceber a dieta vegetariana como não saborosa (Schenk *et al.*, 2018). De fato, Rosenfeld e Tomiyama (2019) descobriram que 51% dos vegetarianos autoidentificados relataram ter comido carne pelo menos uma vez desde que se tornaram vegetarianos. Assim, mesmo entre os indivíduos que se declaram vegetarianos, a adesão real a uma dieta sem carne não é garantida.

Fatores sociodemográficos também têm sido relatados como preditores da quantidade do consumo de carne, como sexo e renda. As próprias Pesquisas de Orçamento Familiar (POFs) no Brasil indicam, por exemplo, que houve redução na aquisição de carne bovina e suína na pesquisa de 2017-2018, comparada com a anterior de 2007, o que pode ter refletido o aumento dos preços do produto naquele período, somado à estagnação da renda das famílias. Relativo ao sexo, Carvalho *et al.* (2013) já indicavam diferenças no consumo de carnes entre homens e mulheres no país, e pesquisa de Rosenfeld e Tomiyama (2021) demonstraram que há uma predominância do sexo feminino nos padrões vegetarianos.

Ressalta-se que, de acordo com Vandresen e Hotzel (2022), a produção, o comércio e o consumo de carnes são muito importantes para o Brasil, por razões econômicas, nutricionais e também culturais, sendo que os meios de subsistência de uma porção considerável da população estão relacionados a esse setor. Diante disso, a questão da carne se torna sensível no país, principalmente porque há que se considerar as diferenças de biomas, produção e produtores. Publicações como a de Glatzle (2014) e, mais atualmente, a do IPES FOOD (2022), criticam a forma como esse debate tem simplificado a questão, defendendo que não se está levando em conta as diferenças entre os sistemas pecuários, a multifuncionalidade dos sistemas extensivos pecuaristas e os meios de subsistência. Segundo IPES FOOD (2022), a pecuária contribui com a subsistência de cerca de 1,7 bilhão de pequenos agricultores no Sul Global e desempenha um papel econômico crucial para aproximadamente 60% dos lares rurais nos países em desenvolvimento. Já em 2007, Litre *et al.* (2007) faziam referência à pecuária do bioma pampa gaúcho como exemplo disso.

3 METODOLOGIA

Este estudo tem abordagem quantitativa e delineamento transversal. Foi realizado com os universitários de três campus da Universidade Federal da Fronteira Sul/Brasil entre março e abril de 2023 – Chapecó (SC), Realeza (PR) e Laranjeiras do Sul (PR).

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado considerando-se intervalo de confiança de 95%, poder de 80%, prevalência do desfecho de 10%, obtendo-se o número de 359 indivíduos. Foram acrescentados 50% para o efeito do desenho amostral e 15% para possíveis fatores de confusão, resultando em 619 indivíduos. Além disso, foram adicionados 10% para possíveis perdas e recusas, totalizando, assim, 681 indivíduos (132 em Realeza, 140 em Laranjeiras do Sul e 409 em Chapecó). No final, a coleta atingiu um total de 815 pessoas, acima do número amostral necessário. A divisão entre os locais foi de 617 em Chapecó, 133 em Laranjeiras e 65 em Realeza.

O questionário estruturado foi construído e adaptado com base no estudo de Krizanova *et al.* (2021). Em relação aos dados sociodemográficos, verificou-se o sexo, cor, religião, áreas do conhecimento, raça, renda, mora com quem e estado civil. Relativo à ideologia política, as opções de resposta foram as seguintes: extrema esquerda; esquerda; centro-esquerda; centro; centro-direita; direita; extrema direita.

O consumo de carne foi avaliado em um questionário 24 horas em que os participantes descreveram o consumo de carnes em medidas caseiras. Essas medidas caseiras foram depois transformadas em quantidades em gramas. Para identificar a quantidade total consumida no dia anterior, foram somadas todas as carnes (gado, frango, porco e embutidos). Para dicotomizar entre consumo maior e menor de carne, usou-se como referência o estudo de Willett *et al.* (2019), que define como o mais adequado, considerando a saúde e as questões ambientais, um total entre carne vermelha (gado e carneiro), de porco e frango somadas, de no máximo 86 g, por dia.

Os comportamentos pró-ambientais continham perguntas relativas a: manter a TV em stand by durante a noite; em apagar as luzes nos cômodos que não estão sendo usados; em manter a torneira aberta ou fechada enquanto escovam os dentes; em colocar mais ou menos roupas quando calor ou frio para não ligar o ar-condicionado; em não comprar produtos por achar que tem embalagens demais; em comprar produtos reciclados; em levar sua própria sacola de compras ao supermercado; separar os resíduos; uso de transporte público; caminhar ou andar de bicicleta em passeios curtos; compartilhar veículos com outras pessoas; andar pouco de avião; assinar petições sobre questões de meio ambiente; participar de comícios ou atos públicos em prol da proteção ambiental; não consumir carne ou produtos de origem animal; comprar produtos alimentícios com selo ecológico; comprar outros produtos com selo ecológico; preferir comprar produtos regionais; evitar descartar ou desperdiçar alimentos; reduzir o consumo de produtos supérfluos na rotina diária. Cada uma dessas perguntas tinha como opção de resposta uma escala likert de cinco pontos (nunca; raramente; às vezes; frequentemente; sempre). Essas questões foram somadas, criando-se uma única variável que poderia pontuar de 20 a 100, sendo que quanto maiores as pontuações, maior a frequência de comportamentos pró-ambientais.

Relativo às motivações, avaliou-se o que levaria os universitários a aderirem a uma dieta restrita ou sem carnes. Nesse quesito constavam oito perguntas sobre: direito dos animais; boicote à indústria da carne; saúde; religião; emagrecimento; influência de amigos; influência da família; e não gostarem do sabor da carne. A resposta também era a partir de uma escala likert de cinco pontos (discordo totalmente; discordo; neutro; concordo; concordo totalmente).

Sobre as dificuldades, foram avaliados sete pontos: dificuldade em se tornar vegetariano; em se manter vegetariano; em fazer refeições fora de casa; em encontrar alimentos vegetarianos, tanto em supermercados como em restaurantes; em preparar alimentos sem essa proteína; em enfrentar preconceitos; e ter autocontrole. A escala likert de cinco pontos era composta das seguintes opções: muita dificuldade; difícil; moderado; fácil; e muita facilidade.

O instrumento foi aplicado em sala de aula no início, antes do intervalo ou 15 minutos antes do término das aulas.

Para análise dos dados, foram utilizados os seguintes testes: Qui quadrado para relacionar consumo de carne (no formato categórico – menor consumo e maior consumo) e variáveis sociodemográficas; Correlação de Pearson (considerando que as variáveis apresentaram distribuição normal a partir do teste de Kolmogorov Smirnov) para as variáveis consumo de carne (no formato contínuo em gramas) e variáveis sobre dificuldades e motivações (formato contínuo – escala likert); e regressão logística multivariada utilizando o método Forward Stepwise, considerando os pressupostos de multicolinearidade. Como variável desfecho, foi utilizado o consumo de carne de gado, porco e frango menor que 86g/dia (número 0) e maior que 86g/dia (número 1), utilizando como referência o consumo do dia anterior, relatado pelos participantes. Foram testadas uma por uma todas as variáveis e escolhidas as que melhor explicavam o desfecho. Para isso, utilizou-se o software livre PSCP, considerando um nível de significância de $p < 0,05$ para teste de hipóteses.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética (CAAE: 63863122.2.0000.5564) e solicitou assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido aos participantes.

4 RESULTADOS

Em relação ao consumo de carne entre os universitários que o fazem (excetuando-se os vegetarianos e veganos), a carne bovina foi a mais consumida (mínimo de 12 gramas e um máximo de 1,2 kg) por dia, ficando em média 185 gramas per capita. A carne de frango foi a segunda mais consumida (mínimo de 20 gramas e o máximo de 800 gramas) com uma média de 145 gramas per capita/dia, e a carne de porco, a terceira (mínimo de 15 e máximo de 420 gramas), com a média de 110 gramas per capita. Por fim, o consumo de ovos com uma média de 116,98 gramas, sendo 600 gramas o consumo máximo e o consumo mínimo de 20 gramas.

Considerando a dieta referência de consumo de até 86 g de carne, tomada como base para este estudo, apenas 200 sujeitos ou 24,5% da amostra referiu este limite, sendo que os demais 615 ou 75,5% dos sujeitos informaram um consumo acima desta gramagem.

Na Tabela 1, apresenta-se a relação entre o consumo de carne e os dados sociodemográficos.

Tabela 1 – Dados sociodemográficos e consumo de carne por universitários, em março e abril de 2023

Variáveis	Consumo de carne (≤ 86 g/dia)		Consumo de carne (> 86 g/dia)		Valor de p
	N	%	N	%	
Campus					
Chapecó	150	24,30%	467	75,70%	0,010
Laranjeiras do Sul	25	18,80%	108	81,20%	
Realeza	25	38,50%	40	61,50%	

Variáveis	Consumo de carne (≤ 86 g/dia)		Consumo de carne (> 86 g/dia)		Valor de p
	N	%	N	%	
Grandes Áreas					
Saúde	74	31,60%	160	68,40%	0,017
Agrárias	34	20,40%	133	79,60%	
Sociais aplicadas	14	16,90%	69	83,10%	
Exatas engenharias	48	25,90%	137	74,10%	
Humanas e letras	30	20,50%	116	79,50%	
Sexo					
Feminino	153	30,80%	343	69,20%	0,000
Masculino	47	14,70%	272	85,30%	
Idade					
Até 20 anos	72	25,50%	210	74,50%	0,388
De 20 a 30 anos	109	23,10%	362	76,90%	
Mais de 30 anos	19	30,60%	43	69,40%	
Estado civil					
Solteiro, divorciado, viúvo	172	24,20%	540	75,80%	0,505
Casado, união estável	28	27,20%	75	72,80%	
Raça					
Branco	146	25,00%	439	75,00%	0,016
Preto	22	38,60%	35	61,40%	
Pardo	29	17,80%	134	82,20%	
Outros	3	30,00%	7	70,00%	
Mora com					
Pais	48	21,10%	179	78,90%	0,702
Avós ou parentes	10	28,60%	25	71,40%	
Sozinho	53	25,40%	156	74,60%	
Com amigos	55	26,30%	154	73,70%	
Com cônjuge/ filhos	34	25,20%	101	74,80%	
Renda					
Não declarou	9	18,80%	39	81,30%	0,001
Até um salário	50	36,00%	89	64,00%	
De 2 a 3 salários	80	26,20%	225	73,80%	
Mais de 3 salários	61	18,90%	262	81,10%	

Variáveis	Consumo de carne (≤ 86 g/dia)		Consumo de carne (>86 g/dia)		Valor de p
	N	%	N	%	
Religião					
Católica	92	21,70%	331	78,30%	0,000
Evangélico	20	14,90%	114	85,10%	
Adventista	5	27,80%	13	72,20%	
Matriz africana	3	20,00%	12	80,00%	
Agnóstico	20	31,20%	40	68,80%	
Ateu	28	35,90%	50	64,10%	
Outras	32	38,60%	51	61,40%	

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2023.

Já na Tabela 2, evidencia-se a correlação entre as variáveis motivacionais do comportamento e sua adesão e manutenção às dietas com menor consumo de carne.

Tabela 2 – Motivações dos universitários para uma dieta com menor consumo de carne

Variável	Qtd. de Carne	Manter	Tornar	Ambie	Animal	Indústria	Saúde	Emagr	Família	Amigos
Qtd. de carne										
Se manter	-0.20*									
Se tornar	-0.20*	0.80*								
Pró-ambiental	-0.10*	0.29*	0.27*							
Causa animal	-0.19*	0.38*	0.39*	0,30*						
Contra grandes indústrias	-0.14*	0.34*	0.37*	0,30*	0.55*					
Saúde	-0.05	0.13*	0.17*	0,13*	0.18*	0.16*				
Emagrecer	-0.02	0.03	0.03	0,03	0.03	0.08**	0.34*			
Família	-0.06	0.10**	0.07	0,04	0.11**	0.16*	0.19*	0.37*		
Amigos	-0.01	0.13*	0.15*	0,06	0.15*	0.22*	0.12*	0.35*	0.62*	
Gosto	-0.13*	0.30*	0.28*	0,13*	0.28*	0.27*	0.22*	0.18*	0.23*	0.22*

* $p < 0,001$ ** $p < 0,05$

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2023.

Por outro lado, além de motivações, o comportamento também é influenciado por dificuldades ou fatores que reduzem a probabilidade de o sujeito reduzir ou eliminar o consumo da carne. Dessa forma, na Tabela 3 apresenta-se a correlação entre os fatores que dificultam essa adesão e manutenção.

Tabela 3 – Dificuldades dos universitários para uma dieta com menor consumo de carne

Variável	Qtd. de Carne	Manter	Tornar	Fora	Encontrar	Preparo	Preconceito
Qtd. de carne							
Se manter	-0.20*						
Se tornar	-0.20*	0.80*					
Alim. fora de casa	-0.11*	0.34*	0.36*				
Encontrar alimentos	-0.03	0.15*	0.17*	0.36*			
Preparo	-0.09**	0.34*	0.38*	0.35*	0.46*		
Preconceito	0.00	0.12*	0.16*	0.19*	0.22*	0.21*	
Autocontrole	-0.21*	0.65*	0.65*	0.30*	0.10*	0.33*	0.16*

* $p < 0,001$ ** $p < 0,05$

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2023.

Na Tabela 4, apresenta-se a regressão logística e os comportamentos que se mantiveram associados ao consumo de carne.

Table 4 – Modelo de regressão logística que evidencia as principais variáveis sociodemográficas e de comportamento associadas com o consumo de carne por universitários.

Variável	Exp (B)	Intervalo de confiança (95%)	Exp (B)	p
Quem discorda que seguiria para boicotar a indústria da carne	2.33	01.02	5.32	44
Menor frequência de comportamentos pró-ambientais	1.59	01.04	2.44	32
Autocontrole para evitar o consumo de carne	13.21	5.27	33.13	0.000
- Muita dificuldade	10.07	3.94	25.97	0.000
- Dificuldade	12.01	4.66	30.94	0.000
- Moderada"				
Sexo masculino	3.88	2.41	6.24	0
Religião evangélica	3.32	1.54	7.16	2
Grandes áreas - Humanas e Letras	2.40	1.36	4.25	3
Renda menor que um salário mínimo	0.52	0.30	0.89	0.016
Renda entre um e três salários mínimos	0.60	0.39	0.93	0.024
Raça negra	0.44	0.21	0.90	24

Fonte: Elaborada pelas autoras, 2023.

5 DISCUSSÃO

Em relação ao consumo de carnes, a de gado e a de frango foram as mais consumidas. O estudo realizado por Schneider, Duro e Assunção (2014), na cidade de Pelotas-RS, cita a carne de frango como a mais consumida. As autoras sugerem que o aumento no consumo de frango pode ser explicado pela crescente

produção de aves no país, levando à diminuição do custo desse alimento e tornando-o mais acessível para o consumo. Trindade *et al.* (2016) também realizaram um estudo entre os universitários para identificar o consumo de proteína animal, em restaurantes comerciais de autosserviço, e foi encontrado que as carnes mais consumidas também foram a de gado e frango, sendo que o consumo diário de proteína ultrapassava o limite de 0,8-1,2 g/Kg do consumo diário para pessoas maiores de 18 anos.

O Guia Alimentar para a População Brasileira (2014) destaca que as carnes vermelhas são excelentes fontes de nutrientes, mas também estão relacionadas com o aumento de risco para doenças cardiovasculares, quando consumidas em excesso. Somando-se a isso, as dietas reduzidas em carnes ligam diretamente a saúde humana à sustentabilidade e que, entre os tipos de carne, o consumo de carnes brancas, a exemplo de peixes e aves, seria mais saudável e sustentável se comparado ao de carnes vermelhas. Já a World Cancer Research Fund (2007) traz uma recomendação de consumo de alimentos de origem animal relativa às carnes processadas e vermelhas, que não ultrapasse os 500 g/semanais por pessoa. Diante dessas recomendações, verifica-se que a amostra estudada destoa, em grande medida, no seu consumo de carnes, apontando para o exagero do consumo desses alimentos (média de 185 g por dia, totalizando 1,295 kg/semana só de carne vermelha). O estudo realizado por Carvalho *et al.* (2013) corrobora essa pesquisa, mostrando dados relativos ao alto consumo de carnes vermelhas e processadas. Em seu estudo, mais de 80% da população brasileira apresentava um consumo elevado de carne vermelha e processada, principalmente a carne de gado.

Quanto aos comportamentos preditores desse consumo, a regressão logística realizada aponta para oito variáveis significativas. Relativo aos fatores sociodemográficos, os estudantes do sexo masculino tiveram de 2,41 a 6,24 vezes mais chances de terem um consumo maior de carne, se comparados com as estudantes do sexo feminino. Ruby e Heine (2011) associaram o onivorismo à masculinidade e à força, e o vegetarianismo à feminilidade e fraqueza, sugerindo que dietas mais saudáveis teriam uma importância moral, seriam mais atraentes, e dietas ricas em carnes seriam consideradas mais brutas, fortemente ligadas ao masculino. De acordo com Barros *et al.* (2018), que realizaram um estudo com universitários no sul do Brasil, homens tinham 42% menos chances de serem vegetarianos, se comparados com as mulheres. Dessa forma, está bastante evidenciado, na literatura, que as mulheres são mais propensas a aderir a padrões alimentares, como o vegetarianismo, se comparado aos homens (Orlich, 2013; Ponzio *et al.*, 2015).

Outro fator que mostrou associação estatística foi a religião. Os evangélicos têm de 1,54 a 7,16 vezes mais chances de consumirem mais carne que as pessoas que seguem outras religiões. De acordo com Carneiro (2017), as religiões sempre tiveram uma importância histórica na formação de hábitos alimentares. Muitas crenças religiosas trouxeram restrições alimentares para a humanidade, entre elas a proibição do consumo de certas carnes, práticas de jejum e o não consumo de alimentos que continham sangue. Mas estudos mais atuais (Cabral, 2022) mostram que as religiões consideradas mais onívoras são a católica e a evangélica. Há poucos estudos sobre isso na literatura, o que remete à necessidade de aprofundar mais essa relação atual entre consumo de carne e religiões e a interferência de outras variáveis.

Os cursos de ciências humanas e letras se destacaram por terem chances maiores de predizer maior consumo de carne entre universitários. Na pesquisa realizada com alunos da UFPel/RS, dos cursos da área de linguística, letras e artes, havia uma chance 2,59 vezes maior desses estudantes serem vegetarianos, se comparados a cursos de Ciências Sociais Aplicadas e Humanas (Barros *et al.*, 2018). No estudo realizado por Hackbarth *et al.* (2018), na Universidade Federal do Paraná, no ano de 2014/2015, foi realizada avaliação com estudantes universitários e constatou-se que a maioria dos vegetarianos se concentrava nas áreas de Ciências Sociais e Ciências Humanas, divergindo com os dados apresentados nessa pesquisa.

Em relação à renda, observou-se que indivíduos com renda de até três salários mínimos comem menos carne do que os com renda superior. Segundo Vandresen e Hotzel (2022), a população brasileira de

menor renda gastou menos dinheiro com alimentação, mas a proporção de gasto é maior. A população mais rica gastou mais dinheiro com alimentação, numa menor proporção na renda. Informações do censo trazem que famílias de classe alta gastam em média 7,6% em alimentos, e famílias de menor renda gastam 22% (IBGE, 2019). Devido ao aumento nos preços dos alimentos, em 2021, houve uma redução significativa no consumo de diversos alimentos, destaque para a carne de gado e outras carnes, principalmente entre os brasileiros com menor renda. Dessa forma, presume-se que, no Brasil, a renda defina em grande parte o consumo de carne, o que difere de países desenvolvidos, nos quais a renda não tem tanto esse impacto.

Doneda *et al.* (2020), em estudo com vegetarianos em Porto Alegre, relacionam o vegetarianismo com aqueles indivíduos que ganham mais de 2 salários mínimos, apontando que as classes mais altas da sociedade são mais propensas ao vegetarianismo, não por causa do preço dos alimentos, mas, sim, porque possuem mais acesso a informações.

Quanto à cor ou raça, verificou-se que os negros tendem a ser mais aderentes ao menor consumo de carne, tendo aqui, novamente, uma relação com a renda. Segundo o IBGE (2022), a cor é fator relevante na diferenciação do rendimento mensal médio dos trabalhadores no país em 2021. De acordo com o levantamento, os brancos ganham R\$ 3.099,00 em média. Esse valor é 75,7% maior do que o registrado entre os pretos, que é de R\$ 1.764,00. Por outro lado, em estudos em países desenvolvidos, segundo Asher e Cherry (2015), as pessoas de cor são prejudicadas, pois não têm acesso a alimentos saudáveis e com preços acessíveis, tornando o vegetarianismo algo inatingível. De acordo com estudos realizados nos Estados Unidos, por Rosenfeld, Brannon e Tomiyama (2023), observou-se fortes indícios sugerindo a associação do vegetarianismo à raça branca. Porém, salientando que neste estudo explorou-se a redução ou extinção do consumo de carne das dietas, o que se verifica no caso brasileiro é um padrão *plant based* involuntário, ou seja, seguido pela população negra e pobre por não terem condições financeiras de comprar carne e não por outros motivos.

Por fim, encerrando a análise das características sociodemográficas de estudantes universitários, verificou-se que a ideologia política (embora não tenha se mantido no modelo de regressão logística) também tem uma certa relação com o consumo de carne. Aqueles que se dizem mais de direita se mostraram mais aderentes ao consumo de carne do que aqueles ligados à esquerda política. Pesquisas europeias e norte-americanas evidenciam que pessoas que apoiam políticas liberais têm maior chance de incentivar políticas relacionadas a alterações no clima do que os conservadores (Gilg *et al.*, 2005; Hall *et al.*, 2018), e, assim, são mais motivados a ficar sem consumir carne e preferir dietas baseadas em vegetais (Nezlek; Forestell, 2020). De acordo com o estudo realizado por Nezlek e Forestell (2019), os vegetarianos eram mais liberais, em se tratando de políticas, do que os onívoros.

Relativo aos fatores motivacionais que levam os estudantes a aderirem e se manterem em uma dieta com menos carne, salientaram-se os comportamentos pró-ambientais e o boicote às grandes indústrias da carne. Os que relataram ter menor frequência de comportamentos pró-ambientais tiveram de 1,04 a 2,44 mais chances de estarem no grupo dos que consomem mais carne. Em se tratando de comportamentos pró-ambientais, podem-se citar o uso de transporte público, a separação dos resíduos, o não desperdício de alimentos, entre outros. Fox e Ward (2008) argumentam que as motivações têm a ver com a crescente preocupação que a população tem com o impacto causado pelo consumo exagerado de carne ao meio ambiente e fazem uma ligação com o vegetarianismo. Portanto, pessoas mais preocupadas com o meio ambiente e com comportamentos pró-ambientais tendem a seguir uma dieta mais equilibrada e procuram comer menor quantidade de carne vermelha (Fox; Ward, 2008).

Na pesquisa realizada por Doneda *et al.* (2020), constatou-se que a ética e o direito dos animais foram os principais motivos para os indivíduos aderirem ao vegetarianismo (92%), sendo que o meio ambiente ficou em segundo lugar (56%) e a saúde na sequência (35%). Fox e Ward (2008) também relatam que as motivações mais frequentes para a adesão a dietas vegetarianas estão relacionadas ao abate dos animais e com a saúde das pessoas. No entanto, neste estudo, a causa animal teve relação

com o desfecho e correlação com a adesão e manutenção do menor consumo de carne, mas não se manteve significativa no modelo de regressão logística. De acordo com Miki *et al.* (2020), a motivação ética que inclui as questões animais e ambientais é muito evidente entre os indivíduos que se declaram vegetarianos. Seria importante distinguir aqui que, nesse caso, o presente estudo avaliou os que ainda comem carne em alguma quantidade, juntamente com aqueles que não o fazem, e, nesse sentido, nem todos se sentem afetados na mesma medida pelos discursos de ética e de direitos dos animais.

Outra grande motivação significativa nesta pesquisa foi relativa ao boicote à indústria da carne. Os indivíduos que responderam que discordariam em seguir uma dieta com menos consumo de carnes, em função desse motivo, tiveram de 1,02 a 5,32 mais chances de pertencerem ao grupo que consome mais carne. É importante considerar que a maior parte da amostra é do campus de Chapecó e que esse município é um grande produtor e processador de carnes suína e de aves em nível nacional e internacional. A região oeste de Santa Catarina como um todo contribui significativamente para que o Brasil seja um dos maiores exportadores de carne de aves e suínos do mundo (IBGE, 2017). Nesse sentido, parece mais um ativismo às avessas, em que as pessoas querem promover o consumo de carne, valorizando a indústria de carnes existente e não ao contrário, como visto na literatura, em que movimentos politizados utilizam do boicote para reduzir a produção e comercialização de certos produtos.

No que diz respeito às dificuldades em aderir e se manter em um padrão de dietas reduzidas em carnes, salienta-se o autocontrole. Universitários que referiram ter algum grau de dificuldade (moderado, dificuldade ou muita dificuldade) em autocontrolar-se, tiveram maiores chances de consumirem mais carne e correlação significativa com dificuldade em aderir ou manter esse tipo de padrão. De acordo com Cruz (2006), o autocontrole está intimamente ligado à relação de interdependência que cada organismo mantém com as diversas variáveis ambientais existentes. Valendo-se da análise do comportamento de Skinner e da ideia da tríplice contingência, o comportamento ou resposta operante é dada por condições antecedentes e pela consequência da ação (estímulo reforçador ou punitivo). Viu-se, até aqui, que há várias variáveis que estão relacionadas ao maior consumo de carnes pelos universitários – sexo masculino, raça branca, religião evangélica, renda maior que três salários mínimos, ter menor frequência de comportamentos pró-ambientais e defender a indústria da carne – as quais seriam as condições antecedentes. Estas estabeleceriam a ocasião na qual a resposta, ou seja, o maior consumo de carne, teria maior probabilidade de ser emitido e, portanto, reforçado. Nota-se que muitas delas são variáveis relativas à biologia, cultura e ao meio social em que o indivíduo vive e, portanto, mais difíceis de mudar ou controlar.

Somam-se a essas variáveis as que dizem respeito à falta de habilidades culinárias no preparo de alimentos e às dificuldades de se alimentar fora de casa, que mesmo não se mantendo na análise de regressão logística, se mostraram fortemente correlacionadas com a menor probabilidade de diminuir o consumo de carne e de se tornar ou se manter nesse padrão. As pessoas que aderem ao vegetarianismo acabam enfrentando muitas dificuldades, principalmente na vida social e no cotidiano, muitas vezes devido a questões culturais de consumo de carne, implicando diretamente nas escolhas alimentares. No estudo realizado por Doneda *et al.* (2020), os autores citam como principais dificuldades para se manter em uma dieta vegetariana/vegana a falta de opções em supermercados e restaurantes, a falta de tempo para o preparo das refeições e os preços dos alimentos vegetarianos/veganos. Citam também as questões sociais em casa com familiares.

Voltando à análise do comportamento, para além das condições antecedentes, os sujeitos também são influenciados pelas consequências de suas ações. Dessa forma, entraria na análise quais as vantagens e desvantagens que os sujeitos teriam em comer menos carne. Reforços estariam associados à satisfação em comer carne e sua relação com momentos festivos, sua associação com maior composição muscular (entre outros, que não foram investigados aqui) ou, ainda, ao reduzir-se o custo da alimentação. No que tange ao gosto, nesta pesquisa, identificou-se uma correlação significativa entre a aversão ao gosto da carne e a maior adesão e manutenção a dietas com restrição, o que estaria vinculado, portanto,

a uma punição. A punição também poderia se refletir no maior impacto ambiental ou em prejuízos à saúde, ou ainda ao abate de animais, entre outros. Nesta equação, entre reforços ou punições, as pessoas fariam suas escolhas e se definiria o autocontrole.

Cruz (2006) chama atenção para um aspecto essencial a ser notado na discussão sobre autocontrole, que está entre o conflito da imediação do reforço positivo e o atraso na punição. Portanto, ao se produzirem primeiramente consequências reforçadoras positivas imediatas (satisfação de um belo bife ou churrasco) e esses mesmos comportamentos produzirem consequências punitivas atrasadas (doenças cardiovasculares e mudanças climáticas), estas acabam por se tornar estimulações aversivas no futuro. Esses conflitos podem gerar na pessoa a possibilidade de autocontrole. O mesmo autor salienta, no entanto, que o surgimento de uma contingência conflitante não leva necessariamente a pessoa a emitir o comportamento de autocontrole. Muitas vezes, somente estimulações aversivas poderosas são capazes de originar um conflito suficiente para a emissão do comportamento restritivo (Cruz, 2006). Diante dessa análise, o autocontrole não estaria associado à força de vontade, poder interior ou ser emocionalmente forte, mas estaria ligado a essas contingências externas que, em última análise, contribuiriam ou não para certos comportamentos, numa via de mão dupla.

6 CONCLUSÃO

Constatou-se, pela pesquisa, que os comportamentos mais associados a um padrão alimentar com menor consumo de carne estão ligados diretamente a fatores como sexo, religião, curso de graduação, renda, raça, autocontrole, comportamentos pró-ambientais e questões ligadas à indústria da carne. Quanto à adesão e manutenção desse padrão, verificou-se a correlação positiva com maior facilidade no preparo de alimentos e com a alimentação fora de casa, além das motivações ligadas ao meio ambiente, causa animal e indústria da carne. Novamente, o autocontrole responde significativamente na decisão de adesão e manutenção ao menor consumo da carne e não apreciar o seu gosto seria um quesito de punição, o que facilitaria a sua evitação.

As escolhas e os hábitos alimentares, como fatores comportamentais, podem ter uma certa dificuldade na mudança. Dependem do meio em que os indivíduos vivem e suas contingências, sempre em uma dinâmica de relações entre fatores antecedentes e consequências das ações que podem influenciar por seu teor punitivo ou reforçador. Mudar os fatores relativos ao contexto do indivíduo pode levá-lo a repensar seus comportamentos, portanto não há comportamentos imutáveis.

Destaca-se que mudanças nas escolhas alimentares e nas dietas precisam ser adotadas por grandes porções da população e durante períodos prolongados ao se pretender que benefícios ambientais e para a saúde da população sejam alcançados. Nesse sentido, aponta-se para a introdução nas escolas e universidades de discussões acerca do tema, trazendo a educação nutricional e ambiental como pauta. Além disso, políticas públicas e iniciativas de setores privados para mobilizarem maiores informações, incentivos a produtos e produção de alimentos mais sustentáveis, taxações de alimentos que possuam mais impactos ambientais, promoção de formas de produção e distribuição de alimentos mais resilientes, com uso racional de recursos naturais, e menos poluidoras e devastadoras seriam primordiais para pensar sistemas alimentares mais sustentáveis.

Portanto, considerando a diversidade de fatores associados, as intervenções também devem ser diversificadas, passando por mudanças políticas, econômicas, institucionais e culturais. Assim, como desdobramentos desta pesquisa, salienta-se um maior aprofundamento na psicologia ambiental, buscando identificar quais são as estratégias mais eficazes para promover um consumo alimentar mais sustentável, além de saudável. Outra questão bastante relevante é atentar-se para as formas diferenciadas de pecuária, identificando seus diferentes impactos ambientais e sociais, que, a depender, podem ser mais viáveis que a atual produção de soja transgênica, produzida à base de insumos químicos e agrotóxicos, em grandes latifúndios monocultores.

Como limitações deste estudo frisa-se que ele se refere a públicos e regiões específicas do país com delineamento transversal. Por isso, pesquisas e teorizações futuras em diferentes locais e públicos, e com abordagens longitudinais são necessárias. Além disso, investigações qualitativas que aprofundem a discussão sobre os comportamentos e seus antecedentes e consequências poderiam fortalecer as evidências científicas sobre o tema.

REFERÊNCIAS

APPLEBY, P. N.; THOROGOOD, M.; MANN, J. I.; KEY, T. Low body mass index in non-meat eaters: the possible roles of animal fat, dietary fibre and alcohol. *Int J Obes Relat Metab Disord*, v. 22, p. 454-460, 1998.

ASHER, K.; CHERRY, E. Home is where the food is: barriers to vegetarianism and veganism in the domestic sphere. *Journal for Critical Animal Studies*, v. 13, n. 1, 2015.

BARROS, K. S.; BIERHALS, I. O.; ASSUNÇÃO, M. C. F. Vegetarianismo entre ingressantes de uma universidade pública no sul do Brasil, 2018. *Epidemiologia e Serviços de Saúde: Revista do Sistema Único de Saúde do Brasil*, v. 29, n. 4: e2019378, 2020. Available at: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742020000400009>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. 1. Reim pr. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. Available at: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf

CABRAL, C. H. M. **Vegetarianismo na UFPE**: análise da comunidade acadêmica e da estrutura oferecida. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública para o Desenvolvimento do Nordeste) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Recife, 2022.

CARNEIRO, H. S. C. **Comida e sociedade**: uma história da alimentação. Elsevier Brasil. 2007.

CARVALHO, A. M.; CHESTER, L. G. C.; FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L. Excessive meat consumption in Brazil: diet quality and environmental impacts. *Public Health Nutrition*, v. 16, n. 10, p. 1893–99, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1368980012003916>.

CARVALHO, M. C. V. S. Práticas e saberes na alimentação: natural, racional ou social. In: LUZ, M. T.; BARROS, N. F. **Racionalidades médicas e práticas integrativas em saúde**: estudos teóricos e empíricos. Rio de Janeiro: Cepesc, 2012. p. 425-442.

CRUZ, R. N. Uma introdução ao conceito de autocontrole proposto pela análise do comportamento. *Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, v. 8, n. 1, p. 85-94, 2006.

DE BAKKER, E.; DAGEVOS, H. Reducing meat consumption in today's consumer society: questioning the citizen-consumer gap. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, v. 25, n. 6, p. 877–894, 2012.

DONEDA, D.; SOARES, C. H.; ZANINI, M. C. C.; DA SILVA, V. L. Vegetarianismo muito além do prato: ética, saúde, estilos de vida e processos de identificação em diálogo. *Revista Ingesta*, v. 2, n. 1, p.176–99, 2020. Available at: <https://doi.org/10.11606/issn.2596-3147.v2i1p176-199>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Sustainable Diets and Biodiversity**: directions and solutions for policy, research and action. Edited by BURLINGAME, B.; DERNINI, S. (ed.). Rome, Italy: Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013.

FOX, N.; WARD, K. Health, Ethics and environment: a qualitative study of vegetarian motivations. *Appetite*, v. 50, n. 2–3, p. 422–29, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.007>.

GARZILLO, J. M. F.; MACHADO, P. P.; LOUZADA, M. L. C.; LEVY, R. B.; MONTEIRO, C. A. **Pegadas dos alimentos e das preparações culinárias consumidos no Brasil**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 2019.

GLATZLE, A. Questioning key conclusions of FAO publications 'Livestock's Long Shadow' (2006), appearing again in 'Tackling Climate Change Through Livestock' (2013). **Pastoralism**, v. 4, n. 1, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1186/2041-7136-4-1>

GILG, A.; BARR, S.; FORD, N. Green consumption or sustainable lifestyles? Identifying the sustainable consumer. **Futures**, v. 37, n. 6, p. 481–504, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2004.10.016>.

HACKBARTH, L.; VILELA, R. M.; KATZ, M.; ZOLNIR, A. C. K.; FERREIRA, M. L. C. Vegetarians at the University's restaurants: are they doing well? **Rev. Braspen J**, v. 33, n. 2, p. 127-140, 2018.

HALL, A. C.; BUTTERWORTH, J.; WINSOR, J.; KRAMER, J.; NYE-LENGERMAN, K.; TIMMONS, J. Building an evidence-based, holistic approach to advancing integrated employment. Research and Practice for Persons with Severe Disabilities. **The Journal of TASH**, v. 43, n. 3, p. 207–18, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1177/1540796918787503>.

HARGREAVES, S. M.; ROSENFELD, D. L.; MOREIRA, A. V. B.; ZANDONADI, R. P. Plant-based and vegetarian diets: an overview and definition of these dietary patterns. **European Journal of Nutrition**, v. 62, n. 3, p. 1109–21, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00394-023-03086-z>.

HEMLER, E. C.; FRANK, B. H. U. Plant-based diets for personal, population, and planetary health. **Advances in Nutrition**, 10 (Suppl_4): S275–83, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1093/advances/nmy117>.

HOFFMAN, S. R.; STALLINGS, S. F.; BESSINGER, R. C.; BROOKS, G. T. Differences between health and ethical vegetarians. Strength of conviction, nutrition knowledge, dietary restriction, and duration of adherence. **Appetite**, v. 65, p.139144, 2013. Available at: <https://10.1016/j.appet.2013.02.009>.

HOPWOOD, C. J.; ROSENFELD, D.; CHEN, S.; BLEIDORN, W. An investigation of plant-based dietary motives among vegetarians and omnivores. *Collabra*. **Psychology**, v. 7, n. 1, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1525/collabra.19010>.

HÖTZEL, M. J.; VANDRESEN, B. Brazilians' attitudes to meat consumption and production: present and future challenges to the sustainability of the meat industry. **Meat Science**, 192 (108893): 108893. 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108893>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Características étnico-raciais da população: classificações e identidades. 2017. **Censo Agropecuário 2017 – Resultados Definitivos**. 2022. Available at: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Avaliação nutricional da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil (2017- 2018)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b. Available at: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101704.pdf>.

JANDA, S.; TROCCHIA, P. J. Vegetarianism. Toward a greater understanding. **Psychology and Marketing**, v. 18, n. 12, p. 1205–1240, 2001. Available at: <https://doi.org/10.1002/mar.1050>.

KALOF, L.; DIETZ, T.; STERN, P. C.; GUAGNANO, G. A. Social psychological and structural influences on vegetarian beliefs. **Rural Sociology**, v. 64, n. 3, p. 500–511, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1999.tb00364.x>

KRIZANOVA, J.; ROSENFELD, D. L.; TOMIYAMA, A. J.; GUARDIOLA, J. Pro-environmental behavior predicts adherence to plant-based diets. **Appetite**, v. 163 (105243): 105243. 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105243>.

LINDEMAN, M.; SIRELIUS, M. Food choice ideologies: the modern manifestations of normative and humanist views of the world. *Appetite*, v. 37, n. 3, p. 175–184. Available at: <https://doi.org/10.1006/appe.2001.0437>.

LITRE, G.; TOURRAND, J.; MORALES, H.; ARBELETCHÉ, P. Ganaderos Familiares Gauchos: ¿una opción hacia la producción sustentable? *Asian Journal of Latin American Studies*, v. 20, p. 105-147, 2007.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 11, p. 4251–62, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017>.

MIKI, A. J.; LIVINGSTON, K. A.; KARLSEN, M. C.; FOLTA, S. C.; MCKEOWN, N. M. Using evidence mapping to examine motivations for following plant-based diets. *Current Developments in Nutrition*, v. 4, n. 3, nzaa013, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa013>.

MOREIRA, M. B.; MEDEIROS, C. A. *Princípios básicos de análise do comportamento*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

NEUFINGERL, N.; EILANDER, A. Nutrient Intake and Status in Adults Consuming Plant-Based Diets Compared to Meat-Eaters: a systematic review. *Nutrients*, v. 14, n. 1, p. 29, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu14010029>

NEZLEK, J. B.; FORESTELL, C. A. Vegetarianism as a social identity. *Current Opinion in Food Science*, v. 33, p. 45–51, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.005>.

NEZLEK, J. B.; FORESTELL, C. A. Where the rubber meets the road: relationships between vegetarianism and socio-political attitudes and voting behavior. *Ecology of Food and Nutrition*, v. 58, n. 6, p. 548–59, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1080/03670244.2019.1641801>.

ORLICH, M. J.; SINGH, P. N.; SABATÉ, J.; JACELDO-SIEGL, K.; FAN, J.; KNUTSEN, S.; BEESON, W. L.; FRASER, G. E. Vegetarian dietary patterns and mortality in adventist health study 2. *JAMA Internal Medicine*, v. 173, n. 13, p. 1230–38, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.6473>.

PAINEL INTERNACIONAL de Especialistas em Sistemas Alimentares Sustentáveis – IPES FOOD. *Proteínas e política: mitos e fatos sobre carne, peixe, “proteínas alternativas” e sustentabilidade*, 2022. Available at: <https://ipes-food.org/wp-content/uploads/2024/03/ProteinasEPoliticaPT.pdf>.

PONZIO, E.; MAZZARINI, G.; GASPERI, G.; BOTTONI, M. C.; VALLORANI, S. The vegetarian habit in Italy: prevalence and characteristics of consumers. *Ecology of Food and Nutrition*, v. 54, n. 4, p. 370–79, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1080/03670244.2014.1001981>.

ROSENFELD, D. L.; BURROW, A. L. Vegetarian on purpose: understanding the motivations of plant-based dieters. *Appetite*, v. 116, p. 456–63, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.039>.

ROSENFELD, D. L.; TOMIYAMA, J. A. Gender differences in meat consumption and openness to vegetarianism. *Appetite*, v. 166, (105475), 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105475>.

ROSENFELD, D. L.; BRANNON, T.; TOMIYAMA, J. A. Racialized perceptions of vegetarianism: stereotypical associations that undermine inclusion in eating behaviors. *Pers Soc Psychol Bull*, v. 49, n. 11, p. 1601-1614. 2023. Available at: <https://10.1177/01461672221099392>.

ROTHGERBER, H. A comparison of attitudes toward meat and animals among strict and semi-vegetarians. *Appetite*, v. 72, p. 98–105, 2014. Available at: <https://10.1016/j.appet.2013.10.002>.

RUBY, M. B.; HEINE, S. J. Meat, morals, and masculinity. *Appetite*, v. 56, n. 2, p. 447–50, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.01.018>.

SALONEN, A. O.; HELNE, T. T. Vegetarian diets: a way towards a sustainable society. **Journal of Sustainable Development**, v. 5, n. 10, 2012. Available at: <https://10.5539/jsd.v5n6p10>.

SCHENK, P.; RÖSSEL, J.; SCHOLZ, M. Motivations and constraints of meat avoidance. **Sustainability**, v. 10(11), n. 3858, p. 1-19, 2018.

SCHNEIDER, B. C.; DURO, S. M. S.; ASSUNÇÃO, M. C. F. Meat consumption by adults in southern Brazil: a population-based study. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 8, p. 3583–92, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1590/1413-81232014198.11702013>.

SKINNER, B. F. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1982.

SWINBURN, B. A. *et al.* The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: the lancet commission report. **Lancet**, v. 393, n. 10173, p. 791–846, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)32822-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)32822-8).

TONSTAD, S. *et al.* Vegetarian diets and incidence of diabetes in the Adventist Health Study-2. **Nutr Metab Cardiovasc Dis**. v. 23, p. 292-299, 2013. Available at: <https://10.1016/j.numecd.2011.07.004>.

TRICHES, R. M. Dietas saudáveis e sustentáveis no âmbito do sistema alimentar no século XXI. **Saúde em Debate**, v. 44, n. 126, p. 881–94, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1590/0103-1104202012622>.

TRINDADE, J. K.; DE LIMA, M. G.; SPINELLI, M. G. N.; MATIAS, A. G. Consumo de alimentos fontes de proteína animal por estudantes universitários em restaurantes comerciais de autosserviço. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 2, p. 481–90, 2016. Available at: <https://doi.org/10.5892/ruvrd.v14i2.2648>.

VANDRESEN, B.; HOTZEL, M. J. Brazilians' attitudes to meat consumption and production: present and future challenges to the sustainability of the meat industry. **Meat Science**, v. 192, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108893>.

WATKINS, L.; AITKEN, R.; MATHER, D. Conscientious consumers: a relationship between moral foundations, political orientation and sustainable consumption. **Journal of Cleaner Production**, v. 134, p. 137–146, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.009>

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: the EAT – Lancet Commission on Healthy Diets from Sustainable Food Systems. **Lancet**, 393, n. 10170, p. 447–92, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31788-4).

WORLD CANCER RESEARCH FUND. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. **Choice**, v. 45, n. 9, p. 45-5024, 2008. Available at: <https://doi.org/10.5860/choice.45-5024>.

Environmental footprints and eco-efficiency of food used in a hospital in Uruguay

*Pegadas ambientais e ecoeficiência dos alimentos
utilizados em um hospital do Uruguai*

Virgílio J. Strasburg¹

Sonia Dergazarián²

Junior Miranda Scheuer³

Ali Saadoun⁴

¹ PhD in Environmental Quality, Professor, Faculty of Medicine, Department of Nutrition, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil
E-mail: virgilio_nut@ufrgs.br

² Director of the Nutrition Department, Hospital of Clinics Dr. Manuel Quintela, Montevideo, Uruguay
E-mail: sdergaz@gmail.com

³ PhD in Agricultural Sciences, Professor, Department of Social Sciences, Faculty of Agronomy, Universidad de la República (Udelar), Montevideo, Uruguay
E-mail: jscheuer@fagro.edu.uy

⁴ PhD in Physiology and Pathophysiology of Human Nutrition, Full Professor, Faculty of Sciences, Faculty of Agronomy, Universidad de la República (Udelar), Montevideo, Uruguay
E-mail: asaadoun.edu@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55736

Received: 07/10/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

The foods used to provide meals for communities cause different environmental impacts. This article aimed to identify the environmental impacts of environmental footprints and greenhouse gases (GHG) and calculate eco-efficiency (EE) according to the foods used by a food service at the Hospital de Clínicas (HC) in Montevideo. The foods purchased by the HC in 2021 and the first half of 2022 were evaluated. Of the list of 90 foods, 38 of them were responsible for more than 95% of the amount used. In the evaluation of the variables, eight foods of animal origin represented 33.3% of the total in kg and 52.3% of the economic value, and from 74% to 89.7% in terms of the footprints evaluated. The amount used and the place of origin of some foods directly influenced the GHG results found.

Keywords: Hospital food. Greenhouse gases. Environmental footprints. Nutrition.

RESUMO

Os alimentos utilizados no fornecimento de refeições para coletividades provocam diferentes impactos ambientais. Esse artigo teve como objetivo identificar os impactos das pegadas ambientais e dos gases de efeito estufa (GEE) e calcular a ecoeficiência (EE) segundo os alimentos utilizados por um serviço de alimentação do Hospital de Clínicas (HC) em Montevideú. Foram avaliados os alimentos comprados pelo HC em 2021 e no primeiro semestre de 2022. Da lista de 90 alimentos, 38 foram responsáveis por mais de 95% da quantidade utilizada. Na avaliação das variáveis, oito alimentos de origem animal representaram 33,3% do total em kg e 52,3% do valor econômico, e de 74% a 89,7% em relação às pegadas avaliadas. A quantidade utilizada e o lugar de origem de alguns alimentos influenciaram diretamente nos resultados encontrados de GEE

Palavras-chave: Alimentação Hospitalar. Gases de efeito estufa. Pegadas ambientais. Nutrição.

1 INTRODUCTION

Access to food is an essential right for survival and must be guaranteed to all people, according to the Universal Declaration of Human Rights of the United Nations (ONU, 1948). To guarantee and make available the most diverse types of food to the population, the process of marketing products is carried out, which plays an important role in global food security and resource sustainability (MacDonald et al., 2015).

The globalisation of the food market has made a change in the geography of food systems. In turn, agricultural trade ends up changing the distribution of land and water use between regions (Porkka et al., 2013). It is estimated that about one-fifth of the world's agricultural land and water use is dedicated to producing agricultural products consumed by other countries (Hoekstra; Mekonnen, 2012; Kastner et al., 2014). For food production, agriculture and livestock are estimated to be responsible for using about 70% of the world's total freshwater and 26% of global greenhouse gases (GHG) emissions (Ritchie; Roser, 2020).

The production and distribution of food will supply consumers for domestic use, and providers of community food services at commercial and institutional levels. The provision of meals to a community is usually carried out in spaces called Food and Nutrition Unit (FNU) (UAN in Portuguese). An FNU is an establishment that prepares and distributes meals to communities in the most diverse modalities, including hospital services (Abreu; Spinelli, 2016).

Hospital food is distributed by sectors called Nutrition and Dietetics Services (NDS). The offer of food for hospitalised patients can include different services, considering the main options such as breakfast, lunch, snack, dinner, and, eventually, suppers.

The responsibilities of an NDS are preparing and providing nutrient-balanced meals according to the patient's profile (Oliveira et al., 2017). Food planning must be done for this profile while considering several factors, such as pathology, clinical condition, age, and sex, among many others, respecting individual particularities (Araújo; Macedo, 2020). Providing meals in a hospital context is an important function for the recovery and maintenance of patients' nutritional and health status (Simzari et al., 2017).

Consuming nutritious food requires a comprehensive view of sustainable food production and intake. The definition of the sustainability concept is related to strategies that seek to improve society's quality of life in the long term, as well as the maintenance of environmental resources in quantity and quality (Feil; Schreiber, 2017).

Due to the large number of meals prepared, FNU plays a crucial role in ensuring healthy and sustainable food. Thus, it is considered relevant to effectively analyse the quality of the food purchased, as well as

the origin of raw materials, to consider the aspects of sustainable nutrition (Strasburg *et al.*, 2021). In addition to environmental, economic, and social aspects (triple bottom line), the concept of sustainable nutrition includes the pillars of health and culture (von Koerber *et al.*, 2017).

Many items are identified in the preparation of meals for the community, such as physical facilities, equipment, people, and, above all, the acquisition of raw materials (food) and, consequently, the generation of waste (Busato; Ferigollo, 2018; Harmon; Gerald, 2017; Mota *et al.*, 2017; Strasburg; Jahno, 2017a). We also have other environmental impacts related to the production of food and meals, which can be measured through indicators such as environmental footprints. These footprints are described, and the following footprints are used in research on the subject: water (WF), carbon (CF), and ecological (EF). Each of these footprints has a distinct definition and particularities regarding its measurement.

Hoekstra and Huang created the Water Footprint (WF) concept in 2002 to assess humanity's water consumption (Yu *et al.*, 2010). WF is used as an indicator to quantify the use of freshwater (in litres) directly and indirectly during the production process of a given good (Hoekstra *et al.*, 2009).

First, to understand the Carbon Footprint (CF), it is necessary to address the emission of greenhouse gases. According to the Kyoto Protocol, six GHGs are used (Carbon Trust, 2022) to verify emissions, which are accounted for in the form of carbon dioxide equivalents (CO₂e) (Caiado *et al.*, 2017). Therefore, CF is an estimate of the total amount of GHG emitted from the perspective of a product's life cycle and its contribution to climate change (Röös, 2013).

In turn, the Ecological Footprint (EF) is a tool that was created to assess the impact of human activity on the environment. More precisely, EF seeks to measure the biologically productive area of land and water required to produce all resources and absorb the waste of an individual, population, or activity (Hatjiathanassiadou *et al.*, 2023). For the analysis of the EF, the lands are considered according to the following purposes: a) crops, b) grazing products, c) forest products, d) seafood, e) built land, and f) carbon footprint (Wackernagel *et al.*, 2019).

Another way to measure environmental impacts is through Eco-Efficiency (EE). EE is a tool that allows for assessing the relationship between aspects (value) of products or services concerning the environmental impacts of a process (Carvalho *et al.*, 2017). The concept of EE was defined by the World Business Council for Sustainable Development and it advocates for the most efficient use of materials and energy, combining economic and environmental performance to reduce environmental impacts, using raw materials and energy more rationally and improving the relationship between organisations and stakeholders (WBCSD, 2000).

Uruguay is a South American country located in the extreme south of the continent and has a strong primary production characteristic (Alberto, 2019). The Uruguayan population is estimated at about 3.5 million people, of which nearly 50% live in Montevideo, the country's capital (Dados Mundias, 2022; INE, 2011). In this capital is the *Hospital de Clínicas* (HC), which serves the adult population in general and is a reference in highly complex procedures. The HC serves people, regardless of their social status, through Uruguay's national health system (HCMQ, 2022).

Considering that nutritional and health aspects are considered in the hospital environment when providing meals, this study broadens these horizons and aims to measure the environmental impacts of the food used by the Nutrition and Dietetics Service at Hospital de Clínicas (HC) in Montevideo, by assessing environmental footprints and eco-efficiency.

2 METHODOLOGY

This study was carried out at the Nutrition and Dietetics Service of the HC of Montevideo, Uruguay, and the institution provided the information. This is a retrospective study, considering the year 2021 and the first half of 2022, with a quantitative focus and using secondary data. The criteria for selecting the location was for convenience for investigation, in addition to its reference to free access to the health system by the population.

2.1 INCLUSION CRITERIA

To carry out the research, all foods the HC used in preparing meals offered to patients orally were considered. Therefore, dietary supplements used by enteral route were not included. The foods were classified according to their origin: animal or vegetable.

Regarding the raw materials used, the consumption amount of each food was verified in absolute values in kilograms (kg) per quarter. To select the items investigated for the calculations, this study considered the ABC curve criterion. Thus, the foods were grouped until they reached over 90% of the quantity purchased according to the period investigated. These foods make up the "AB" portion of the ABC curve. After the foods were identified and quantified, they were distributed into groups according to their characteristics.

The concept and use of the ABC curve method emerged in the 19th century with the Italian Vilfredo Pareto. In the ABC curve criterion classification, the items are separated by greater importance or impact in relation to those used in smaller quantities (Yan *et al.*, 2013). Other studies in the collective feeding sector have previously used this criterion (Ribeiro *et al.*, 2021; Strasburg; Jahno, 2017b; Strasburg *et al.*, 2021). The Results section will present information on the totals of the items and the specification of the foods investigated.

2.2 VARIABLES INVESTIGATED

To carry out this research, the following variables were considered:

- A. Quantity of inputs used is expressed in kilograms (kg): the net products were converted according to their volume to the equivalent in kg; for example, 1 litre of milk = 1 kg of milk.
- B. Caloric value, variable represented in kilocalories (kcal): for industrialised products, this study verified the information on the nutritional labelling of the items used and that available in the HC stock. For products considered in natura, reference data from the "Brazilian Food Composition Table (TACO)" (Nepa, 2011) was used;
- C. Financial value: the amounts paid by HC for products in Uruguayan pesos (UY\$), which is the country's national currency, were considered;
- D. Residues of the Edible Parts Index (Repi) of food, a variable expressed in kg: for this, each food's percentage of use (edible part) is considered. The database for performing the calculations was the MenuControl website (2022);
- E. Water footprint (WF), as a unit of measurement, the litre (L): the study by Mekonnen and Hoekstra (2012) was used as a reference for products of animal origin, and also by Pahlow *et al.* (2015) in the evaluation of fish; for foods of plant origin, the database was the study by Mekonnen and Hoekstra *et al.* (2011);

- F. Carbon Footprint (CF), a variable that is measured in carbon dioxide equivalent (CO₂e): the basis for consultation was the Healabel website (2022a);
- G. Ecological Footprint (EF) and global hectares (gha) are used as the unit of measurement; the reference value information was obtained from the Healabel website (2022b);
- H. Greenhouse Gases (GHGs): to calculate the emission, it was necessary to verify the distance in kilometres (km) of the investigated food, considering the place of origin (production or packaging) of Montevideo. The website "Distance between cities" (Wepoke, 2022) was used for this. For GHG emissions and convenience in the transportation of products, this study considered a truck-type vehicle with a diesel engine (diesel), which emits 0.53912 kgCO₂e per km travelled, according to the Department of Energy & Climate Change (DECC, 2020) website.

2.3 ECO-EFFICIENCY (EE) CALCULATIONS

The formula for calculating EE was developed by the World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000):

$$EE = \frac{\text{value of the product or service}}{\text{Environmental influence}}$$

The EE calculations aim to more accurately assess the environmental aspects (product value) and impacts (influence) of the inputs used in this research. The following items were considered as variables for the "value of product or service": a) quantity of inputs used (kg), b) caloric value (kcal), and c) economic value (UY\$). For the environmental influence, the following items were used: "e" (WF), "f" (CF), "g" (EF) and "h" (GHG).

Twelve different calculations were carried out, which are presented in Chart 1. For each aspect, one of the environmental impacts was considered.

Chart 1 – List of Eco-efficiency calculations of inputs used at the Hospital de Clínicas, Montevideo.

Aspect	Impact	EE Formulas
Kg	WF	kg
		(WF/nº ap)
		Kcal
Kcal	CF	(WF/nº ap)
UY \$		UY \$
		(WF/nº ap)
Kg	CF	Kg
		(CF/nº ap)
		Kcal
Kcal	WF	(CF/nº ap)
UY \$		UY \$
		(CF/nº ap)

Aspect	Impact	EE Formulas
kg	EF	kg (EF/nº ap)
kcal		Kcal (EF/nº ap)
UY \$		UY \$ (EF/nº ap)
kg	GHG	kg GHG
kcal		kcal GHG
UY \$		UY \$
		GHG

*Nº ap = Number of appointments.
Source: The authors.*

Finally, a consolidated equation was created considering all the variables and expressed in the following formula:

$$EE = \frac{\text{value of the product or service}}{\text{Environmental influence}} = \frac{(\text{kcal} \times \text{UY \$}) / \text{kg}}{(\text{WF} + \text{CF} + \text{EF} + \text{REPI} + \text{GHG})}$$

2.4 DATA ANALYSIS

The results of the data were transcribed into Microsoft Excel© 2010 to calculate absolute frequencies, percentages, means, and standard deviation. For statistical analysis, Friedman's test was used, which is a non-parametric test used to compare linked sample data. The software used was R Project © version 4.1 (2021), with a significance of 5%.

2.5 ETHICAL ISSUES

There was no direct intervention with human beings, thus renouncing the use of the Informed Consent Form. The project is part of a postdoctoral research project and was approved by the committee of the Faculty of Sciences of the University of the Republic (Udelar) in February 2022.

3 RESULTS

In the period investigated, the HC served 317,380 meals that were distributed semiannually, as follows: a) 2021/1= 94,684; b) 2021/2= 114,235; 2022/1= 108,461. These values consider all types of food, and hospitalised patients are given at least four meals a day: breakfast, lunch, afternoon snack, and dinner. Regarding the inputs used, Table 1 presents the distribution according to the AB curve criterion. Chart 2 presents the specifications of the food groups.

Table 1 – General evaluation of using the AB curve for admissions of the Hospital de Clínicas, Montevideo.

Year	2021			2022 (first semester)			
	Foods	items	kg	%	items	Kg	%
General		90	429.336	100	83	224.373	100
AB curve		38	409.277	95,33	38	216.027	96
Animal – AB curve		8	135.656	31,6	8	72.012	32
Vegetable – AB curve		30	273.621	63,73	30	144.014	64
C curve		52	20.059	4,67	52	8.347	4

Source: The authors.

Chart 2 – List of foods from each group used at the Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Food Groups	Items
Meats and eggs	bovine: rump and shoulder; fish; chicken breast; eggs
Dairy products	milk: whole and skimmed; grated cheese
Sugar, oil, sweets	sunflower oil; tomato pulp; sugar; quince and pumpkin jams
Cereals, flours, breads	parboiled rice; flours: wheat and corn; pasta noodles; cookies; bread and bread without salt
Fruits	banana, peach, tangerine, apple, orange; pear
Processed vegetables	sweet potato; potato; carrot; pumpkin
Natural vegetables	chard; onion; lettuce; bell pepper; leek; beet; tomato; zucchini

Source: The authors.

As it is a public hospital, supplies are obtained through bidding by suppliers. This study found that all HC suppliers were from Montevideo. However, the origin of the raw materials, which can be identified by the product's packaging, had different origins. Fresh fruits and vegetables were the only food group for which it was impossible to verify such information.

From the meat and eggs group, beef was identified. It originated in different Brazilian cities, as well as in Paraguay, and it competes with local meat at lower prices. In turn, fresh fish, chicken, and eggs are produced by Uruguayan companies. The same applies to the whole range of dairy products, including those that are not considered for inclusion in the “AB” extract criteria of the ABC curve.

The origin of items in the sugars, oils, and sweets groups, as well as cereals, flours, and breads, was identified in Uruguay. However, in fact, it is impossible to know if all the inputs used in the products' production really come from the country.

Regarding processed and fresh fruits and vegetables, the origin of Uruguayan cities can be seen in the packaging of some products. However, it is noteworthy that the fruit most used by the HC, bananas, was imported from Brazil. Likewise, there is no way to carry out a traceability process to identify the eventual origin of fruits and vegetables from Argentina or another region.

Although they are not included in the classification criteria for the “AB” extract of the ABC curve, the origin of other foods is worth being registered. Frozen vegetables like peas, corn, and beans came from Turkey. Instant coffee in sachets came from Peru. Industrialised shredded tuna, on the other hand, originated from Ecuador. Peach candy in syrup was produced in Vietnam, and vegetables such as lentils originated from Canada.

Regarding the variables of this study, Table 2 verifies the consolidated results in absolute values and percentages of the environmental aspects and impacts of the food groups.

Table 2 – Absolute values and percentages of the variables according to the food groups used at the Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Food Groups	Amount	kcal	UY \$	REPI	"WF –L"	CF – CO2e	"EF -ga"	GHG
	Kg	total	total	Total	total	total	total	km
Meats and eggs	79.770,72	177.302,53	19.777	6.25	926.692,12	1.691	14.094,54	6.370
Dairy products	128.680	87.595	5.033	0.00	141.025,00	273	1.330	213.492
animal origin total	208.450	264.898	24.811	6.25	1.067.717,12	1.963	15.425	6.583.464
Total % Animal	33	36	52	11,25	73,99	88	90	81
% Animal total	27.578	106.886	1.937	0.00	77.890,58	91	322	472.269
Sugar, oil, sweets	82.964	251.199	6.802,43	0.00	153.900,01	86	475	168.204
Cereals, flours, breads	116.099	43.467	3.945	31.06	89.165	27	437	742.368
Fruits	122.527	66.634	7.993,69	0,00	35.407,40	40	390	64.695
Processed vegetables	68.467	8.335	1.992,50	18.24	18.959,84	22	139	129.390
Natural vegetables	417.635	476.521	22.670,28	49.31	375.323,28	265.78	1.763	1.576.926

Food Groups	Amount	kcal	UY \$	REPI	"WF -L"	CF - CO2e	"EF -ga"	GHG
	Kg	total	total	Total	total	total	total	km
vegetable origin total	66,71	64,27	48	88,75	26	11,92	10	19
% Vegetable total	66,71	64,27	48	88,75	26,01	12	10,26	19
GENERAL TOTAL	626.085,86	741.419,24	47.481	55.56	1.443.040,40	2229.21	17.188,15	8.160.390

Source: The authors.

Below are the results of the statistical tests used to evaluate the consumption of the food groups for each of the quarters (Table 3).

Table 3 – Friedman test: Quantity in kg and water footprint of the food groups used at the Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Food Groups	n.	Median	Df	p-value (kg)	p-value (WF)
Meats and eggs	5,00	14,3	5	0,0141	0,0141
Dairy products	3	10	5	0,0739	0,0739
Sugar, oil, sweets	5	9,23	5	0,1000	0,1000
Cereals, flours, breads	7	15,7	5	0,0079	0,0079
Fruits	6	2,12	5	0,8320	0,8320
Processed vegetables	4	11	5	0,0514	0,0514
Natural vegetables	8	7,71	5	0,1730	0,1150

Source and highlight in bold: The authors.

In evaluating the variables amount of consumption and water footprint, the same two food groups showed significant differences, $p \leq 0.05$, when the comparative evaluation was carried out by quarter. Thus, the alternative hypothesis (H1) is accepted that in these groups, the median kg consumed and the WF in the comparison between inputs and the quarter are significantly different from the foods of the other groups.

The Kruskal-Wallis test was also applied to evaluate GHG emissions according to food groups, with chi-square = 5.1101, $gl = 1$, and p -value = 0.02379. In terms of their origin, animal, and vegetable, there were significant differences among the food groups, ($p \leq 0.05$) when comparing GHG emissions with the type of food and its origin. The following tables show the information related to Eco-efficiency calculations according to the associations between variables of aspects and impacts (Tables 4 and 5).

Table 4 – General evaluation of Eco-efficiency considering the water and carbon footprints of the food groups used in the Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Food Groups	"Kg (WF/nº ap)"	"Kcal (WF/nº ap)"	"UY \$ (WF/nº ap)"	"Kg (CF/nº ap)"	"Kcal (CF/nº ap)"	"UY \$ (CF/nº ap)"
Meats and eggs	27,32	60723,81	6773,52	14973,06	33279901,18	3712252,97
Dairy products	289,60	197135,19	11327,51	149846,12	102003725,46	5861199,30
Animal origin total	61,96	78741,14	7375,02	33695,16	42819643,44	4010554,10
Sugar, oil, sweets	112,37	435528,19	7890,71	96519,68	374091877,79	6777630,91
Cereals, flours, breads	171,09	518035,25	14028,29	305672,52	925514306,32	25062744,28
Fruits	413,25	154720,03	14042,55	1365859,23	511378347,48	46413222,35
Processed vegetables	1098,29	597282,15	71652,76	966237,65	525467054,71	63037483,97
Natural vegetables	1146,12	139521,50	33353,59	999604,85	121686046,69	29089897,44
Vegetable origin total	353,16	402954,94	19170,39	498704,18	569020777,51	27070890,30
GENERAL TOTAL	137,70	163066,56	10442,90	89137,73	105558089,66	6760015,41

Nº ap = Number of appointments. Source: The authors.

Table 5 – General Eco-efficiency assessment considering the ecological footprint and GHG impacts of the food groups used at the Hospital de Clínicas, Montevideo/UY

Food Groups	"Kg (EF/nº ap)"	"Kcal (EF/nº ap)"	"UY \$ (EF/nº ap)"	"Kg GHG"	"Kcal GHG"	"UY \$ GHG"
Meats and eggs	1796,27	3992488,24	445347,67	12,523	27834,115	3104,795
Dairy products	30699,33	20897743,86	1200797,73	602,739	410298,308	23576,003
Animal origin total	4289,05	5450499,85	510502,25	31,663	40236,844	3768,645
Sugar, oil, sweets	27155,81	105250754,46	1906886,54	58,394	226324,825	4100,453
Cereals, flours, breads	55426,37	167819795,98	4544526,87	493,235	1493416,160	40441,414
Fruits	84371,18	31588608,19	2867014,42	156,390	58552,342	5314,271
Processed vegetables	99707,66	54223814,07	6504942,18	1893,927	1029970,223	123560,042
Natural vegetables	156166,65	19010814,48	4544667,68	529,157	64416,466	15399,205
Vegetable origin total	75172,23	85771408,14	4080533,56	264,841	302183,758	14376,247
GENERAL TOTAL	11560,71	13690344,76	876739,45	76,723	90855,859	5818,474

Nº ap = Number of appointments. Source: The authors.

Table 6 and Figure 1 present the consolidated assessment, which calculated all aspects related to environmental impacts

Table 6 – Consolidated eco-efficiency by semester according to the food groups used at the Hospital de Clínicas, Montevideo/UY..

Food Group	2021/1	2021/2	2022/1	Total
Meats and eggs	55,9219	54,9955	30,9572	46,6407
Dairy products	24,4203	23,6409	24,0219	24,0224
Total Animal Origin	32,4009	32,4363	22,7080	29,0562
Sugar, oil, sweets	96,1654	94,7737	96,5099	95,8516
Cereals, flours, breads	133,8678	133,6015	132,6168	133,343
Fruits	16,2548	16,7103	16,4346	16,4739
Processed vegetables	121,0566	120,3319	122,5190	121,302
Natural vegetables	13,1203	12,1157	12,7875	12,6733
Total Vegetable Origin	67,6662	69,1699	68,6998	68,5388
GENERAL TOTAL	39,6694	40,5503	35,3239	38,4457

EE = aspects (kcal x UY\$ / kg)

Impacts (WF + CF + EF + REPI + GHG)

Source: The authors

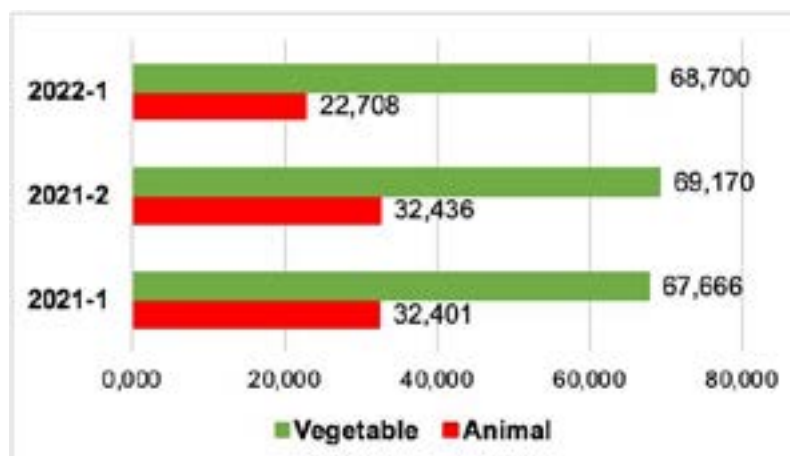


Figure 1 – Consolidated assessment of EE per semester according to the origin of the food used at the Hospital de Clínicas, Montevideo.

Source: The Authors.

4 DISCUSSION

The standardisation of menus and foods used is usually associated with the population's consumption habits, conferring it a cultural identity (Uruguay, 2019). Foods used in meal preparation have specific uses. As for the degree of food processing, almost all of them can be classified as fresh or minimally processed, according to the Food Guide for the Uruguayan population (Uruguay, 2019).

Regarding the results presented in Table 2, the REPI values were directly related to products of plant origin, especially those received in natura. A study that evaluated the use of plant inputs in a Brazilian hospital found that it would be necessary to purchase 25.6% more vegetables if they were

not purchased in the processed modality (Melo; Strasburg, 2020). At Montevideo's HC, processed vegetables contribute to a lower use of water, disinfectants, and workers involved.

As for the other aspects and impacts, the table shows that the two groups of foods of animal origin represented 33.3% of the total in kg and 52.3% of the economic value. However, concerning the environmental impacts of footprints, the values varied between 74% and 89.7%, depending on each footprint evaluated. This group was also responsible for 80.7% of total GHG emissions, mainly due to the origin of inputs.

This fact is especially due to the hospital's use of beef, which was the most used item in the meat group and also presents the highest values for two environmental impacts: WF and GHG emissions. The WF of beef is nearly 15,000 litres per kg of product (Mekonnen; Hoekstra, 2012), and the GHG emission value is also due to the product being imported from Brazil and Paraguay.

The results of the HC show a similarity between the values of environmental footprints. Other studies corroborate results similar to those found for HP in this study, with values ranging from 64.2% to 77.9% (Hatjiathanassiadou *et al.*, 2019; Strasburg; Jahno, 2015; Strasburg *et al.*, 2021).

From a general perspective of environmental impacts, studies indicate that there is a direct relationship between the amount of excessive consumption of animal products with the relevant environmental impacts on land use and biodiversity loss, water use, carbon footprint, energy demand, and GHG emissions (Aleksandrowicz *et al.*, 2016; Bengtsson *et al.*, 2019). In turn, Hölker *et al.* (2019) point out the need for having a considerable reduction in the consumption of foods of animal origin, listing reasons involving animal welfare, human health, and environmental issues.

On the other hand, the negative effects must also be considered in terms of the form of plant production, especially with the use of pesticides. Its adverse effects interfere with soil, water, plant metabolism, the reduction of pollinating insects, and human health (e.g., cancer, allergies, and asthma) (Pathak *et al.*, 2022). Mahmood *et al.* (2016) also point out that the excessive use of pesticides can lead to the destruction of biodiversity, threatening several plants and animals' species. Therefore, it is a concern for environmental sustainability and global stability.

Concerning the five groups of products of plant origin, this study identified a predominance of the inputs investigated as coming from the country itself. Thus, the environmental impacts were lower in relation to GHG issues. Purchasing and using locally produced food give advantages such as reduced supply distances, hence, lower GHG emissions. Besides, it offers more opportunities to improve the living conditions of rural workers, promoting the local economy (Nogueira *et al.*, 2020).

The use of the quantity (kg) of some products is more evident with the seasonality of these articles in relation to the quarters, as well as the impact of the WF, which was statistically evident when applying the Friedman test in Table 3.

The EE calculations presented in Tables 4 and 5 allow a more detailed comparative evaluation of the elements analysed. The results corroborate the findings consolidated in Table 2 and can serve as an evaluative tool for decision-making regarding the relationship between variables according to food groups. Generally, the proportion of EE of animal products tends to be worse than that of plant products.

This resource can be used to search for alternatives regarding the use of certain foods and the quantity used, making it possible to plan new menus to reduce the environmental impacts of the hospital food service. The first study focused on collective food, evaluating the EE of raw materials in university restaurants, and the best results found were directly related to the types of food and the amount used in each location (Strasburg; Jahno, 2017b).

A study with school menus highlighted the importance of evaluating the energy value of the meals offered and their environmental impacts (Volanti *et al.*, 2022). In this sense, EE responds fully. Other research on hospital food services has used EE to verify environmental impacts such as GHG emissions in enteral diets, complementary foods, and breakfast items in pediatric units (Ribeiro *et al.*, 2020; Strasburg *et al.*, 2022).

Uruguay is a country that has a solid agricultural base in food production and is primarily known for the quality of its animal products, such as meat and dairy products, which are mostly exported (Alberto, 2019; Saadoun; Cabrera, 2013).

The general results of this research made it possible to observe a strong influence of environmental impacts due to the use of products from other countries. Globalisation has separated the relationship between countries regarding the choice and consumption of *commodities* for those who import, and the amounts received for those who export (Jia, 2021). Food is considered an essential item and has undergone a globalisation production process, having moved about 1,392 billion dollars in 2019 (FAO, 2020).

In the case of Uruguay, its territorial extension is one of the smallest in Latin America. Its geographical location in the extreme south of the continent also makes it impossible to have suitable climatic conditions for some products. A study by Alberto (2019) indicated that 32% of the total calories produced in the country went to animal feed. Additionally, the production of fruits and vegetables would only be enough to supply 50% of the population, considering the appropriate consumption recommendations.

Agricultural and livestock production faces new challenges, with the demand to safely and nutritiously feed a world population that continues to grow on the planet (Balogh; Jámbor, 2020). In addition to generating jobs and income, agriculture ensures the sustainability of natural resources and biodiversity, especially regarding climate change (FAO, 2018). This occurs because changes in weather patterns, provoked mainly due to rising temperatures and decreasing or increasing rainfall, have affected the agricultural sector. This way, adaptive and climate-resilient crops associated with new technologies become an alternative to regular food production (Machili, 2020).

Dalin and Rodríguez-Iturbe (2016) point out in their systematic review of the environmental impacts on water and soil use, pollution, and GHG emissions in the global food trade. Some authors claim that the planet will suffer serious consequences if there are no major changes in food production systems in terms of GHG emissions, agricultural land use, and freshwater by 2050 (Steffen *et al.*, 2015; Willett *et al.*, 2019).

This study considered the limitations of the databases that were used to evaluate the values of some variables obtained from tables in the scientific literature, such as environmental footprints (WF, CF, and EF) and caloric values. The data from these records serve as a reference for a food, expressing a trend and not an exact value. This is because each type of food has characteristics and specificities related to the research schedule, in addition to the interference of a geographical context such as location, soil type, and climate (Carmo *et al.*, 2007). As the article emphasised environmental footprints, it was impossible to investigate other issues that negatively impact the environment, such as the use of pesticides in the production of plant products.

However, the contributions of this study apply to contexts of other food services, especially in the hospital environment, and which can be applied, enabling collaborative research with other countries and continents. We also highlight other possibilities for investigating the environmental footprints of enteral nutrition and supplementation products used in hospitals that have been evaluated in other studies (Strasburg *et al.* 2024a; Strasburg *et al.*, 2024b).

5 CONCLUSIONS

This study presented an investigation of the environmental impacts of the food used by the Hospital de Clínicas between 2021 and the first half of 2022. Thus, it highlights the representativeness of the ABC curve method for the survey of inputs used. It was possible to identify the impact of animal products in terms of economic value and also the negative impacts of water, carbon, ecological footprint, and GHG generation due to the place of origin of these foods, especially beef. Plant-based products came, for the most part, from Uruguay, implying lower impacts when compared to imported ones.

Despite having surplus agricultural production, Uruguay exports much of its food due to a commercial expansion strategy beyond the domestic market and, obviously, the characteristics of globalised economies. However, some foods are imported due to production deficiencies or commercial conditions, which affect the environmental and GHGs footprint results, corroborated with eco-efficiency calculations.

Concerning collective food services, especially hospitals, the various types of environmental impacts due to the amount and types of food used in the preparation of menus, in addition to attention to nutritional aspects, can also be considered to collaborate with the sustainability of the planet. Other studies of this nature in food services are suggested, in general, to collaborate with research on this topic.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the authorities of the Hospital de Clínicas, Dr. Manuel Quintela, and the Faculty of Sciences of the University of the Republic (UdelaR) for their support in conducting the study.

REFERENCES

- ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N. A unidade de alimentação e nutrição. (2016) En: ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N.; PINTO, A. M. S. **Gestão de unidades de alimentação e nutrição: um modo de fazer**. 5. ed. Metha, 2016.
- ALBERTO, G. P. Uruguay: país productor de alimentos para un sistema alimentario disfuncional. **Agrociencia Uruguay**, v. 23, n. 1; p. 1-9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.31285/AGRO.23.1.8>
- ALEKSANDROWICZ, L.; GREEN, R.; JOY, E. J. M.; SMITH, P.; HAINES, A. The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: a systematic review. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11; e0165797, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>
- ANDERSON, K. Globalization's effects on world agricultural trade, 1960–2050, **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 365, p. 3007-3021, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1098/RSTB.2010.0131>
- BALOGH, J. M.; JÁMBOR, A. The environmental impacts of agricultural trade: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 1152, 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12031152>
- BENGTSSON, J. *et al.* Grasslands – more important for ecosystem services than you might think. **Ecosphere**, v. 10, e02582; 2019. Available at: <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>
- BUSATO, M. A.; FERIGOLLO, M. C. Desperdício de alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição: uma revisão integrativa da literatura. **HOLOS**, v. 1, p. 91–102, 2018. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.4081>

CAIADO, R. G. G.; DIAS, R. F.; MATTOS, L. V.; QUELHAS, O. L. G.; LEAL FILHO, W. Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency: a systematic literature review. **J. Clean. Prod.**, v. 165, p. 890-904, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.166>

CARBON TRUST. **Carbon footprinting guide**. 2022. Available at: <https://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/carbon-footprinting/>. Access at: 4 set. 2022.

CARVALHO, H.; GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S. G.; CRUZ-MACHADO, V. Modelling green and lean supply chains: an eco-efficiency perspective. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 75–87, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.025>

DADOS MUNDIAIS. **Uruguai**. 2022. Available at: <https://www.dadosmundiais.com/america/uruguai/index.php>. Access at: 12 ago. 2022.

DALIN, C.; RODRÍGUEZ-ITURBE, I. Environmental impacts of food trade via resource use and greenhouse gas emissions. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 3, 035012, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/035012>

DE ARAÚJO, I. S.; DE MACEDO M. A. **Manual de Dietas Hospitalares HU-UNIVASF**. 2020. Available at: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000018/000018ef.pdf>. Access at: 17 out. 2022.

DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE. **Greenhouse gas reporting – conversion factors**. 2020. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020>. Access at: 8 out. 2022.

DO CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 83-96, 2007. Available at: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006>

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 667-681, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1590/1679-395157473>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The State of Agricultural Commodity Markets**. Agricultural Trade, Climate Change and Food Security. FAO: Rome, Italy. 94p., 2018. Available at: <http://www.fao.org/3/i9542EN/i9542en.pdf>. Access at: 17 set. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Food Outlook**: biannual report on global food markets. FAO: Rome, Italy. 169p. 2020. Available at: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9509en/>. Access at: 19 set. 2022.

HARMON, A. H.; GERALD, B. L. Position of the American Dietetic Association: food and nutrition professionals can implement practices to conserve natural resources and support ecological sustainability. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 107, p. 1033–43, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.04.018>

HATJIATHANASSIADOU, M.; DE SOUZA, S. R. G.; NOGUEIRA, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; STRASBURG, V. J.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J. Environmental impacts of university restaurant menus: a case study in Brazil. **Sustainability**, v. 11, n. 5157, 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11195157>

HATJIATHANASSIADOU, M.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J. Nutrition and its footprints: using environmental indicators to assess the nexus between sustainability and food. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1078997>.

HCMQ. Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela. **El Hospital**. 2022. Available at: <https://www.hc.edu.uy/index.php/el-hospital>. Access at: 14 ago. 2022.

HEALABEL. **Carbon Footprint**. Available at: <https://www.healabel.com/carbon-footprints-of-food-list/>. Access at: 15 jun. 2022.

HEALABEL. **Ecological Footprint**. Available at: <https://www.healabel.com/?s=Benefits+%2B+Side+Effects+>. Access at: 15 jun. 2022.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONEN, M. M. **Water Footprint Manual**: state of the art. Water Footprint Network. Ensched, The Netherlands, 2009. Available at: <https://waterfootprint.org/media/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf>. Access at: 5 ago. 2022.

HOEKSTRA, A. Y.; MEKONEN, M. M. The water footprint of humanity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, p. 3232-3237, 2012.

HÖLKER, S.; VON MEYER-HÖFER, M.; SPILLER, A. Animal Ethics and Eating Animals: consumer segmentation based on domain-specific value. **Sustainability**, v. 11, n. 3907, 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11143907>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Demografía y estadísticas sociales. Censos 2011. Available at: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/censos-2011>. Access at: 18 abr. 2022.

JIA, S. Local food campaign in a globalization context: a systematic review. **Sustainability**, v. 13, n. 13, p. 7487, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13137487>

KASTNER, T.; ERB, K. H.; HABERL, H. Rapid growth in agricultural trade: effects on global area efficiency and the role of management. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 3; 034015, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034015>

MACDONALD, G. K.; BRAUMAN, K. A.; SUN, S.; CARLSON, K. M.; CASSIDY, E. S. Rethinking agricultural trade relationships in an era of globalization. **BioScience**, v. 65, n. 3, p. 275–289, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1093/biosci/biu225>

MACHILI, B. J. As mudanças climáticas na Província do Niassa e seu impacto para a agricultura. **HOLOS**, v. 7, p. 1–15, 2020. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.10281>

MAHMOOD, I.; IMADI, S. R.; SHAZADI, K.; GUL, A.; HAKEEM, K. R. Effects of Pesticides on Environment. En: HAKEEM, K.; AKHTAR, M.; ABDULLAH, S. (ed.). **Plant, Soil and Microbes**. Springer, Cham, 2016. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13

MEKONEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop Products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, p. 1577–1600, 2011. Available at: <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

MEKONEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. A. Global assessment of the water footprint of farm animal products. **Ecosystems**, v. 15, n. 3, p. 401–415, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>

MELO, V. T. P.; STRASBURG, V. J. Geração de resíduos na aquisição de vegetais in natura e minimamente processados por serviço de nutrição e dietética de um hospital público. **Braz. J. Food Technol.**, v. 23, e2019069, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06919>

MENUCONTROL. **Tabela de percentual de aproveitamento de alimentos e fator de correção**. Available at: <https://www.menucontrol.com.br/tabela-de-percentual-de-aproveitamento-de-alimentos-e-fator-de-correcao/>. Access at: 17 out. 2022.

MOTA, Ê. B. F.; BEZERRA, I. W. L.; SEABRA, L. M. J.; SILVA, G. C. B.; ROLIM, P. M. Metodologia de avaliação de cardápio sustentável para serviços de alimentação. **HOLOS**, v. 4, p. 381–394, 2017. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2017.5428>

NOGUEIRA, J. P.; HATJIATHANASSIADOU, M.; DE SOUZA, S. R. G.; STRASBURG, V. J.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J. Sustainable perspective in public educational institutions restaurants: from foodstuffs purchase to meal offer. **Sustainability**, v. 12, n. 4340, 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12114340>.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, SP. 2011. Available at: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>. Access at: 2 nov. 2022.

OLIVEIRA, D. A.; OLIVEIRA, J. L.; PEREIRA, K. N. Análise dos principais fatores de desperdício em uma Unidade de Alimentação e Nutrição - UAN. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 1, n. 1, p. 234-39, 2017. Available at: <file:///C:/Users/123/Downloads/1371-Texto%20do%20artigo-3562-1-10-20171220.pdf>. Access: 2 set. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1948. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Access: 11 nov. 2024.

PAHLOW, M.; VAN OEL, P. R.; MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Increasing pressure on fresh water resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. **Sci. Total Environ.**, v. 536, p. 847–857, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.124>

PATHAK, V. M. *et al.* Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: a comprehensive review. **Front Microbiol.**, v. 17, n. 13, 962619, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>

PORKKA, M.; KUMMU, M.; SIEBERT, S.; VARIS, O. From food insufficiency towards trade dependency: a historical analysis of global food availability. **PloS one**, v. 8, n. 12; e82714, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082714>

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R. Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. 2021. Available at: <https://www.R-project.org/>. Access at: 8 jun. 2023.

RIBEIRO, K. R. R.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J.; STRASBURG, V. J. Evaluation of the ecoefficiency of greenhouse gases generation in the provision of complementary meals in a public hospital. **Research, Society and Development**, v. 10, e10110413995, 2021. Available at: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13995>.

RITCHIE, H.; ROSER, M. **Our World in Data Environmental Impacts of Food Production**. 2020. Available at: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>. Access at: 8 jun. 2023.

RÖÖS, E. **Analysing the Carbon Footprint of Food**. Insights for Consumer Communication. Swedish University of Agricultural Sciences. 2013. Available at: https://pub.epsilon.slu.se/10757/1/roos_e_130821.pdf. Access at: 7 set. 2022.

SAADOUN, A.; CABRERA, M. C. Calidad nutricional de la carne bovina producida en Uruguay. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, n. 2, p. 119-130, 2013.

SIMZARI, K. *et al.* Food intake, plate waste and its association with malnutrition in hospitalized patients. **Nutr. Hosp.**, v. 34, n. 5, p. 1376-1381, 2017. Available at: <https://doi.org/10.20960/nh.1102>

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. **Rev. Ambient. Água**, v. 10, p. 903–914, 2015. Available at: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1664>

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Paradigmas das práticas de gestão ambiental no segmento de produção de refeições no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 3–12, 2017a. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017155538>.

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Application of eco-efficiency in the assessment of raw materials consumed by university restaurants in Brazil: a case study. **J. Clean. Prod.**, v. 161, p. 178-187, 2017b. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.089>

STRASBURG, V. J.; FONTOURA, L. S.; BENNEDETTI, L. V.; CAMARGO, E. P. L.; SOUSA, B. J.; SEABRA, L. M. J. Environmental impacts of the water footprint and waste generation from inputs used in the meals of workers in a Brazilian public hospital. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1–16, 2021. Available at: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13129>

STRASBURG, V. J.; BASSANESI, F. V.; SILVEIRA, A. C. J. L. Avaliação da ecoeficiência de refeição fornecida por unidade de internação pediátrica de um hospital público do sul do Brasil: um estudo de caso. **Interfaces Científicas**, v. 9, n. 1, p. 273-289, 2022. Available at: <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2022v9n1p273-289>

STRASBURG, V.J., DA SILVA, L.Y., EBERHARDT, D. *et al.* Eco-efficiency and demand of enteral diets used in patients of a Brazilian public hospital before and during the COVID-19 pandemic. **Environ Dev Sustain**, 2024 (a). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04259-w>

STRASBURG V. J.; DERGAZARIÁN, S.; NACARATTO, S.; SUÁREZ, C. Impactos ambientales de los patrones del menú de un hospital universitario en Uruguay. Rev. **Contexto & Saúde**, v. 24, n. 48, e14133. 2024(b); <http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2024.48.14133>

URUGUAY. Ministerio de Salud Pública. **Guía alimentaria para la población uruguaya**. 2019. Montevideo, Uruguay. Available at: <https://www.gub.uy/ministerio-desarrollosocial/comunicacion/publicaciones/guia-alimentaria-para-la-poblacion-uruguaya>. Access at: 18 ago. 2022.

VOLANTI, M.; ARFELLI, F.; NERI, E.; SALIANI, A.; PASSARINI, F.; VASSURA, I.; CRISTALLO, G. Environmental impact of meals: how big is the carbon footprint in the school canteens? **Foods**, v. 11, n. 193, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods11020193>

VON KOERBER, K.; BADER, N.; LEITZMANN, C. Wholesome Nutrition: an example for a sustainable diet. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 76, n. 1, p. 34-41, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0029665116000616>.

WACKERNAGEL, M.; LIN, D.; HANSCOM, L.; GALLI, A.; IHA, K. Ecological footprint. In: FATH, B. (Ed), **Encyclopedia of Ecology**, 2. ed., p. 270–282. Oxford: Elsevier, 2019.

WEPOKE. **Distância entre cidades**. Available at: <http://www.distanciasentrecidades.com/>. Access at: 23 set. 2022.

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: The EAT – Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **Lancet**, v. 393, p. 447–492, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Eco-efficiency**: creating more value with less impact. Geneva: WBCSD. 32 p., 2020.

YAN, D.; AHMAD, S. Z.; YANG, D. Matthew effect, ABC analysis and project management of scale-free information systems. **J. Syst. Softw**, v. 86, n. 2, p. 247-254, 2013. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2012.08.013>.

YU, Y.; HUBACEK, K.; FENG, K.; GUAN, D. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecol. Econ**, v. 69, p. 1140-1147, 2010. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.12.008>.

Huellas ambientales y ecoeficiencia de los alimentos utilizados en un hospital de Uruguay

Environmental footprints and eco-efficiency of food used in a hospital in Uruguay

Virgílio J. Strasburg ¹

Sonia Dergazarián ²

Junior Miranda Scheuer ³

Ali Saadoun ⁴

¹ Doctor en Calidad Ambiental, Profesor, Facultad de Medicina, Departamento de Nutrición, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil
E-mail: virgilio_nut@ufrgs.br

² Directora, Departamento de Nutrición del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela, Montevideo, Uruguay
E-mail: sdergaz@gmail.com

³ Doctor en Ciencias Agrarias, Profesor Titular, Departamento de Ciencias Sociales, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (Udelar), Montevideo, Uruguay
E-mail: jscheuer@fagro.edu.uy

⁴ Doctor en Fisiología y Fisiopatología de la Nutrición Humana, Profesor Titular, Facultad de Ciencias y de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República (Udelar), Montevideo, Uruguay
E-mail: asaadoun.edu@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55736

Received: 07/10/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMEN

Los alimentos utilizados en el suministro de comidas para colectividades provocan diferentes impactos ambientales. Ese artículo tuvo como objetivo identificar los impactos ambientales de las huellas ambientales y de los gases de efecto invernadero (GEI), y calcular la ecoeficiencia (EE) según los alimentos utilizados por un servicio de alimentación del Hospital de Clínicas (HC) en Montevideo. Se evaluaron los alimentos comprados por el HC en 2021 y en el primer semestre de 2022. De la lista de 90 alimentos, 38 de ellos fueron responsables de más del 95% de la cantidad utilizada. En la evaluación de las variables, ocho alimentos de origen animal representaron el 33,3% del total en kg y el 52,3% del

valor económico, y de del 74% al 89,7% en cuanto a las huellas evaluadas. La cantidad utilizada y el lugar de origen de algunos alimentos influyeron directamente en los resultados encontrados de GEI.

Palabras clave: Alimentación hospitalaria. Gases de efecto invernadero. Huellas ambientales. Nutrición.

ABSTRACT

The foods used to provide meals for communities cause different environmental impacts. This article aimed to identify the environmental impacts of environmental footprints and greenhouse gases (GHG) and calculate eco-efficiency (EE) according to the foods used by a food service at the Hospital de Clínicas (HC) in Montevideo. The foods purchased by the HC in 2021 and the first half of 2022 were evaluated. Of the list of 90 foods, 38 of them were responsible for more than 95% of the amount used. In the evaluation of the variables, eight foods of animal origin represented 33.3% of the total in kg and 52.3% of the economic value, and from 74% to 89.7% in terms of the footprints evaluated. The amount used and the place of origin of some foods directly influenced the GHG results found.

Keywords: Hospital food. Greenhouse gases. Environmental footprints. Nutrition.

1 INTRODUCCIÓN

La alimentación es un derecho esencial para la supervivencia y debe garantizarse a todas las personas, de acuerdo con la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas (ONU, 1948). Para la garantía y acceso a los más diversos tipos de alimentos para la población, se lleva a cabo el proceso de comercialización del producto, el cual desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria mundial y la sostenibilidad de los recursos (MacDonald *et al.*, 2015).

La globalización del mercado de alimentos trajo como consecuencia un cambio en la geografía de los sistemas alimentarios y, a su vez, el comercio agrícola termina cambiando la distribución del uso de la tierra y el agua entre las regiones (Porkka *et al.*, 2013). Se ha estimado que alrededor de una quinta parte del uso mundial de tierras de cultivo y agua para la agricultura se dedica a la producción de productos básicos agrícolas consumidos por otros países (Hoekstra; Mekonnen, 2012; Kastner *et al.*, 2014). Para la producción de alimentos, se estima que la agricultura y la ganadería son responsables por la utilización aproximada de 70 % del agua dulce total del mundo, y del 26 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) (Ritchie; Roser, 2020).

La producción y distribución de alimentos abastecerá a los consumidores para uso doméstico y, a nivel comercial e institucional, a los proveedores de servicios alimentarios colectivos. El suministro de comidas para una colectividad se suele realizar en espacios que se denominan Unidad de Alimentación y Nutrición (UAN). Una UAN es un establecimiento que produce y distribuye comidas a las comunidades en las más diversas modalidades, incluidos los servicios hospitalarios (Abreu; Spinelli, 2016).

La distribución de las comidas hospitalarias es realizada por sectores que se denominan Servicios de Nutrición y Dietética (SND). La provisión de alimentos para pacientes hospitalizados puede incluir un número diferente de servicios, considerando entre las principales opciones el desayuno, el almuerzo, la merienda, la cena y, eventualmente, colaciones nocturnas.

Las atribuciones de un SND son la elaboración y provisión de comidas balanceadas en nutrientes, según el perfil de los pacientes (Oliveira *et al.*, 2017). Para este perfil, la planificación de la dieta debe hacerse considerando varios factores como patología, condición clínica, edad, género, entre muchos otros, respetando las particularidades individuales (Araújo; Macedo, 2020). La provisión de comidas en el contexto hospitalario representa una función importante para la recuperación y mantenimiento del estado nutricional y de salud de los pacientes (Simzari *et al.*, 2017).

El consumo de alimentos nutritivos requiere una visión integral hacia la producción e ingestión de alimentos sostenibles. La definición del concepto de sustentabilidad se dirige hacia estrategias que buscan mejorar la calidad de vida de la sociedad a largo plazo, y el mantenimiento de los recursos ambientales en cantidad y calidad (Feil; Schreiber, 2017).

La UAN, por la gran cantidad de comidas que produce, juega un rol fundamental para garantizar una alimentación saludable y sostenible. Así, se considera relevante analizar efectivamente la calidad de los alimentos comprados, bien como el origen de las materias primas, para contemplar los aspectos de nutrición sostenible (Strasburg *et al.*, 2021). El concepto de nutrición sostenible incluye, además de los aspectos ambientales, económicos y sociales (*triple bottom line*), los pilares de la salud y la cultura (von Koerber *et al.*, 2017).

En la producción de comidas para la colectividad se señalan muchos rubros, como las instalaciones físicas, los equipos, las personas y, sobre todo, la adquisición de materias primas (alimentos) y, consecuentemente, la generación de residuos (Busato; Ferigollo, 2018; Harmon; Gerald, 2017; Mota *et al.*, 2017; Strasburg; Jahno, 2017a). También tenemos otros impactos ambientales que están relacionados con la producción de alimentos y comidas, y que se pueden medir utilizando indicadores como de las huellas ambientales (HA). Se describen como HA y se utilizan en investigaciones sobre el tema las huellas: hídrica (HH), de carbono (HC) y ecológica (HE). Cada una de estas huellas tiene una definición distinta y particularidades en la manera de hacer sus mensuraciones.

El concepto Huella Hídrica (HH) fue creado en 2002 por Hoekstra y Huang como una forma de evaluar el consumo de agua por parte de la humanidad (Yu *et al.*, 2010). HH se utiliza como indicador para cuantificar el uso de agua dulce (en litros) utilizada directa e indirectamente durante el proceso de producción de un bien determinado (Hoekstra *et al.*, 2009).

Para entender la Huella de Carbono (HC), primero es necesario hablar de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). De acuerdo con el Protocolo de Kyoto, se utilizan seis GEI (Carbon Trust, 2022) para verificar las emisiones, que se contabilizan en forma de equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e) (Caiado *et al.*, 2017). Por lo tanto, la HC es una estimación de la cantidad total de GEI emitidos desde la perspectiva del ciclo de vida de un producto y su contribución al cambio climático (Röös, 2013).

A su vez, la Huella Ecológica (HE) es una herramienta que se creó con el propósito de evaluar el impacto de la actividad humana en el medio ambiente. Más precisamente, HE busca medir el área biológicamente productiva de tierra y agua necesaria para producir todos los recursos y absorber los desechos de un individuo, población o actividad (Hatjiathanassiadou *et al.*, 2023). Para el análisis de HE, las tierras se consideran de acuerdo con los siguientes propósitos: a) cultivos; b) productos de pastoreo; c) productos forestales; d) frutos del mar; e) suelo edificado; y f) huella de carbono (Wackernagel *et al.*, 2019).

Otra forma de medir los impactos ambientales es a través de la Ecoeficiencia (EE). EE es una herramienta que permite evaluar la relación entre aspectos (valor) de productos o servicios en relación con los impactos ambientales de un proceso (Carvalho *et al.*, 2017). El concepto de EE fue definido por el *World Business Council for Sustainable Development* y en el que se defiende el uso más eficiente de los materiales y la energía, combinando el desempeño económico y ambiental, con el fin de reducir los impactos ambientales, utilizando las materias primas y la energía de manera más racional y mejorando la relación entre las organizaciones y las partes interesadas (WBCSD, 2000).

Uruguay es un país sudamericano ubicado en el extremo sur del continente y tiene una fuerte característica de producción primaria (Alberto, 2019). La población uruguaya se estima en aproximadamente 3,5 millones de personas, de las cuales aproximadamente el 50 % vive en la capital del país, Montevideo (Dados Mundiais, 2022; INE, 2011). En esta capital se encuentra ubicado el Hospital de Clínicas (HC), con el propósito de brindar atención a la población adulta en general, y que es

referencia en procedimientos de alta complejidad. El HC atiende a personas sin importar su condición social, a través del sistema nacional de salud de Uruguay (HCMQ, 2022).

Teniendo en cuenta que, en el ambiente hospitalario, los aspectos nutricionales y de salud son considerados en el suministro de comidas, este estudio amplía esos horizontes, y tiene como objetivo medir los impactos ambientales de los alimentos utilizados por el servicio de nutrición y dietética del Hospital de Clínicas (HC) de Montevideo, a través de la evaluación de las huellas ambientales y de la ecoeficiencia.

2 METODOLOGÍA

Este estudio se realizó en el Servicio de Nutrición y Dietética del HC de la ciudad de Montevideo, Uruguay, y la información fue proporcionada desde la institución. Se trata de un estudio retrospectivo, considerando el año 2021 y el primer semestre de 2022, con enfoque cuantitativo y utilizando datos secundarios. El criterio de selección del sitio se basó en la conveniencia para la investigación, además de su referencia al acceso gratuito al sistema de salud por la población.

2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para llevar a cabo la investigación, se consideró todos los alimentos utilizados por parte del HC para la elaboración de las comidas ofrecidas a los pacientes por la vía oral. Por lo tanto, no se incluyeron los suplementos dietéticos utilizados por vía enteral. Los alimentos se clasifican según su origen: animal o vegetal.

En cuanto a las materias primas utilizadas, se verificó la cantidad total de consumo de cada alimento en valores absolutos en kilogramos (kg) por trimestre. La selección de los ítems investigados para los cálculos de este estudio consideró el criterio de la curva ABC. Así, los alimentos se agruparon hasta llegar a más del 90% de la cantidad comprada, según el período investigado. Estos alimentos componen el extracto "AB" de la curva ABC. Luego de identificar y cuantificar los alimentos, se distribuyeron en grupos de acuerdo con sus características.

El concepto y uso del método de la curva ABC surgió en el siglo XIX con el italiano Vilfredo Pareto. En la clasificación por el criterio de curva ABC, se separan los ítems por mayor importancia o impacto en relación con los que se utilizan en menor cantidad (Yan *et al.*, 2013). Este criterio ya ha sido utilizado anteriormente en otros estudios del sector de la alimentación para la colectividad (Ribeiro *et al.*, 2021; Strasburg; Jahno, 2017b; Strasburg *et al.*, 2021). La información sobre los totales de los ítems y la especificación de los alimentos investigados se presentan en la sección Resultados.

2.2 VARIABLES INVESTIGADAS

Para llevar a cabo esta investigación, se consideraron las variables que se describen a continuación:

- A. Cantidad de insumos utilizados, expresado en kilogramos (kg): los productos líquidos se convirtieron según su volumen al equivalente en kg; Ej: 1 litro de leche = 1 kg de leche.
- B. Valor calórico, variable representada en kilocaloría (kcal): para los productos industrializados, se verificó la información del etiquetado nutricional de los artículos utilizados y disponibles en el stock del HC. Para los productos considerados naturales, se utilizaron datos de referencia de la *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)* (Nepa, 2011);

- C. Valor financiero: se consideraron los montos pagados por HC por productos en pesos uruguayos (UY \$), que es la moneda nacional del país;
- D. Residuos del Índice de Partes Comestibles (RIPC) de los alimentos, variable expresa en kg: para ello, se considera el porcentaje de aprovechamiento (parte comestible) de cada alimento. La base de datos para realizar los cálculos fue el sitio web de MenuControl (2022);
- E. e) Huella Hídrica (HH), como unidad de medida el litro (L): se utilizó como referencia para productos de origen animal el estudio de Mekonnen y Hoekstra (2012), y también de Pahlow *et al*, (2015) en la evaluación de pescado; para los alimentos de origen vegetal, la base de datos fue el estudio de Mekonnen y Hoekstra (2011);
- F. f) Huella de Carbono (HC), variable que se mide en dióxido de carbono equivalente (CO2e): la base de datos de consulta fue el sitio web de Healabel (2022a);
- G. g) Huella Ecológica (HE), se utiliza hectáreas globales (ga) como unidad de medida; la información del valor de referencia se obtuvo del sitio web de Healabel (2022b);
- H. h) Gases de Efecto Invernadero (GEI): para el cálculo de la emisión de GEI fue necesario verificar la distancia en kilómetros (km) desde el alimento investigado, considerando el lugar de origen (producción o envasado) hasta la ciudad de Montevideo. Para ello, se utilizó el sitio web “Distancia entre ciudades” (Wepoke, 2022). Para las emisiones de GEI, para la comodidad del transporte de los productos, se consideró un vehículo de tipo camión con motor a gasoil (diesel), que emite 0,53912 kgCO2e por km recorrido, según el sitio web Department of Energy & Climate Change (DECC, 2020).

2.3 CÁLCULOS DE ECOEFICIENCIA (EE)

La fórmula para calcular EE fue desarrollada por el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2000):

$$EE = \frac{\text{valor del producto o servicio}}{\text{influencia ambiental}}$$

Los cálculos de EE están destinados a hacer una evaluación más precisa de los aspectos ambientales (valor del producto) y los impactos (influencia) de los insumos que se utilizaron en esta investigación.

Se consideraron como variables para el “valor del producto o servicio” los ítems a) cantidad de insumos utilizados (kg), b) valor calórico (kcal), y c) valor económico (UY \$). Para la influencia ambiental se utilizaron los siguientes ítems: “e” (HH), “f” (HC), “g” (HE) y “h” (GEI).

Se realizaron 12 cálculos diferentes, que se muestran en el Cuadro 1, donde, para cada aspecto, se consideró uno de los impactos ambientales.

Cuadro 1 – Relación de cálculos de Ecoeficiencia de los insumos utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY..

Aspect	Impact	EE Formulas
Kg	HH	kg (HH/nº at)
Kcal		kcal (HH/nº at)
UY \$		UY \$ (HH/nº at)
Kg	HC	kg (HC/nº at)
Kcal		kcal (HC/nº at)
UY \$		UY \$ (HC/nº at)
kg	HE	kg (HE/nº at)
kcal		kcal (HE/nº at)
UY \$		UY \$ (HE/nº at)
kg	GEI	kg GEI
kcal		kcal GEI
UY \$		UY \$ GEI

Nº at = cantidad de servicios.
Fuente: Los autores.

Finalmente, se elaboró una ecuación consolidada considerando todas las variables y expresada en la siguiente fórmula:

$$EE = \frac{\text{valor del producto o servicio}}{\text{influencia ambiental}} = \frac{(\text{kcal} \times \text{UY \$}) / \text{kg}}{(\text{HH} + \text{HC} + \text{HE} + \text{RIPC} + \text{GEI})}$$

2.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los resultados de los datos encontrados se transcribieron al *software Microsoft Excel*® 2010 donde se calcularon las frecuencias absolutas, porcentajes, medias y desviación estándar. Para el análisis estadístico, se utilizó la prueba de Friedman, que es una prueba no paramétrica utilizada para comparar datos muestrales que se encuentran vinculados. El *software* utilizado fue el R Project © versión 4.1 (2021), con una significancia del 5%.

2.5 CUESTIONES ÉTICAS

No hubo ningún tipo de intervención directa con seres humanos, renunciando así al uso de un Formulario de Consentimiento Libre e Informado. El proyecto es parte de una investigación posdoctoral y fue aprobado por el comité de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Udelar) en febrero de 2022.

3 RESULTADOS

En el período investigado, el HC sirvió 317.380 comidas, distribuidas semestralmente de la siguiente manera: a) 2021/1 = 94.684; b) 2021/2 = 114.235; 2022/1 = 108.461. Estos valores consideran todos los tipos de comida, y los pacientes hospitalizados reciben al menos cuatro comidas al día: desayuno, almuerzo, merienda y cena. En cuanto a los insumos utilizados, en la Tabla 1 se observa la distribución según el criterio de la curva ABC, y en el Cuadro 2 se muestra las especificaciones de los grupos de alimentos.

Tabla 1 – Evaluación general del uso de la curva ABC para las entradas en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Año	2021			2022 (primer semestre)			
	Alimentos	items	kg	%	items	Kg	%
General		90	429.336	100	83	224.373	100
Curva AB		38	409.277	95,33	38	216.027	96
Animal - curva AB		8	135.656	31,6	8	72.012	32
Vegetal - curva AB		30	273.621	63,73	30	144.014	64
Curva C		52	20.059	4,67	52	8.347	4

Fuente: Los autores.

Cuadro 2 – Lista de alimentos de cada grupo utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Grupo de alimentos	Items
Carnes y huevos	bovina: nalga y paleta; pescado; suprema de pollo; huevos
Productos lácteos	leche: entera y descremada; queso rallado
Aceites, salsa, azúcar y dulces	aceite de girasol; pulpa de tomate; azúcar; dulces de membrillo y de zapallo
Cereales, harinas, panes	arroz parboiled; harinas: de trigo y maíz; fideos pasta; galletas; pan y pan sin sal
Frutas	banana, durazno, mandarina, manzana, naranja; pera
Vegetales procesados	boniato; papa; zanahoria; zapallo
Vegetales naturales	acelga; cebolla; lechuga; morrón; puerro; remolacha; tomate; zapallito

Fuente: Los autores.

Al tratarse de un hospital público, el abastecimiento de insumos se da a través de un proceso de licitación de proveedores. Se verificó que todos los proveedores de HC fueran de la ciudad de Montevideo. Sin embargo, el origen de las materias primas, que puede ser identificado por el etiquetado del producto, mostró diferentes procedencias. El único grupo de alimentos en el que no fue posible verificar esta información fueron las verduras frescas.

Del grupo de carnes y huevos, se identificó el uso de carne vacuna, que tuvo su origen en diferentes ciudades brasileñas y también de Paraguay, que compiten con la carne local ante precios más bajos. A su vez, el pescado fresco, el pollo y los huevos son producidos por empresas en Uruguay. Lo mismo se

aplica a la gama completa de productos lácteos, incluidos aquellos que no se tienen en cuenta para la inclusión en los criterios de extracto “AB” de la curva ABC.

Para los ítems de los grupos de azúcares, aceites y dulces, así como cereales, harinas y panes, se identificó el origen en Uruguay. Sin embargo, en realidad no hay forma de saber si todos los insumos utilizados en la elaboración de los productos provienen realmente del país.

En cuanto al grupo de frutas y hortalizas procesadas y frescas, se pudo apreciar en los empaques de algunos productos el origen de las ciudades uruguayas. Sin embargo, llama la atención que la fruta más utilizada por el HC, la banana, tuvo su importación de Brasil. Asimismo, tampoco hay formas de realizar un proceso de trazabilidad para identificar el eventual origen de frutas y hortalizas desde Argentina u otra región.

A pesar de no estar incluidos en los criterios de la clasificación para el extracto “AB” de la curva ABC, otros alimentos merecen un registro de origen. Las verduras congeladas como las arvejas, el choclo y las chauchas procedían de Turquía. El café soluble en sobres era de Perú. El atún desmenuzado industrializado, por otro lado, es originario de Ecuador. El dulce de durazno en almíbar se fabricaba en Vietnam, y las legumbres como las lentejas se originaban en Canadá.

En cuanto a las variables de este estudio, en la Tabla 2 se verifican los resultados consolidados en valores absolutos y porcentajes de los aspectos e impactos ambientales de los grupos de alimentos.

Tabla 2 – Valores absolutos y porcentajes de las variables según los grupos de alimentos utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY..

<i>Grupo de Alimentos</i>	<i>Ctde.</i> Kg	kcal total	UY \$ total	RIPC total	HH – total	HC – CO ₂ e total	HE - ga total	GEI km
Carnes y huevos	79.770,72	177.302,53	19.777	6.25	926.692,12	1.691	14.094,54	6.370
Productos Lácteos	128.680	87.595	5.033	0.00	141.025,00	273	1.330	213.492
Total origen animal	208.450	264.898	24.811	6.25	1.067.717,12	1.963	15.425	6.583.464
Total % Animal	33	36	52	11,25	73,99	88	90	81
Azúcar, aceite, dulces	27.578	106.886	1.937	0.00	77.890,58	91	322	472.269
Cereales, harinas, panes	82.964	251.199	6.802,43	0.00	153.900,01	86	475	168.204

Grupo de Alimentos	Ctde.	kcal	UY \$	RIPC	HH –	HC – CO ₂ e	HE - ga	GEI
	Kg	total	total	total	total	total	total	km
Frutas	116.099	43.467	3.945	31.06	89.165	27	437	742.368
Vegetales procesados	122.527	66.634	7.993,69	0,00	35.407,40	40	390	64.695
Vegetales naturales	68.467	8.335	1.992,50	18.24	18.959,84	22	139	129.390
Total origen vegetal	417.635	476.521	22.670,28	49.31	375.323,28	265.78	1.763	1.576.926
vegetable origen total	66,71	64,27	48	88,75	26	11,92	10	19
Total % Vegetal	66,71	64,27	48	88,75	26,01	12	10,26	19
GENERAL TOTAL	626.085,86	741.419,24	47.481	55.56	1.443.040,40	2229.21	17.188,15	8.160.390

Fuente: Los autores.

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación de las pruebas estadísticas donde se evaluó el consumo de los grupos de alimentos para cada uno de los trimestres (Tabla 3).

Tabla 3 – Test de Friedman: Cantidad en kg y huella hídrica de los grupos de alimentos utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Grupo de Alimentos	n.	Mediana	Df	Valor-p (kg)	Valor-p (HH)
Carnes y huevos	5,00	14,3	5	0,0141	0,0141
Productos lácteos	3	10	5	0,0739	0,0739
Azúcar, aceite, dulces	5	9,23	5	0,1000	0,1000
Cereales, harinas, panes	7	15,7	5	0,0079	0,0079
Frutas	6	2,12	5	0,8320	0,8320
Vegetales procesados	4	11	5	0,0514	0,0514
Vegetales naturales	8	7,71	5	0,1730	0,1150

Fuente y resaltado en negrita: Los autores.

En la evaluación de las variables cantidad de consumo y huella hídrica, los mismos dos grupos de alimentos mostraron diferencias significativas, $p \leq 0,05$, cuando la evaluación comparativa se realizó por trimestre. Así, se acepta la hipótesis alternativa (H1) de que en estos grupos las medianas de los kg consumidos y la HH al comparar entre los artículos y el trimestre son significativamente diferentes a los alimentos de los demás grupos analizados.

También se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para evaluar la emisión de GEI según grupos de alimentos, con chi-cuadrado = 5,1101, $df = 1$ y p -valor = 0,02379. Los grupos de alimentos en cuanto a su origen, animal y vegetal, mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) al comparar la emisión de GEI con el tipo de alimento y su origen. A continuación, se presenta la información relacionada con los cálculos de Ecoeficiencia según las asociaciones entre variables de los aspectos e impactos (Tabla 4 y 5).

Tabla 4 – Evaluación general de Ecoeficiencia considerando las huellas hídricas y de carbono de los grupos de alimentos utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY

Grupo de Alimentos	kg (HH/nº at)	kcal (HH/nº at)	UY \$ (HH/nº at)	kg (HC/nº at)	kcal (HC/nº at)	UY \$ (HC/nº at)
Carnes y huevos	27,32	60723,81	6773,52	14973,06	33279901,18	3712252,97
Productos lácteos	289,60	197135,19	11327,51	149846,12	102003725,46	5861199,30
Total Origen Animal	61,96	78741,14	7375,02	33695,16	42819643,44	4010554,10
Azúcar, aceite, dulces	112,37	435528,19	7890,71	96519,68	374091877,79	6777630,91
Cereales, harinas, panes	171,09	518035,25	14028,29	305672,52	925514306,32	25062744,28
Frutas	413,25	154720,03	14042,55	1365859,23	511378347,48	46413222,35
Vegetales procesados	1098,29	597282,15	71652,76	966237,65	525467054,71	63037483,97
Vegetales naturales	1146,12	139521,50	33353,59	999604,85	121686046,69	29089897,44
Total Origen Vegetal	353,16	402954,94	19170,39	498704,18	569020777,51	27070890,30
TOTAL GENERAL	137,70	163066,56	10442,90	89137,73	105558089,66	6760015,41

Nº at = cantidad de servicios; Fuente: Los autores.

Tabla 5 – Evaluación general de Ecoeficiencia considerando la huella ecológica y los impactos GEI de los grupos de alimentos utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY.

Grupo de Alimentos	kg (HE/nº at)	kcal (HE/nº at)	UY \$ (HE/nº at)	kg GEI	kcal GEI	UY \$ GEI
Carnes y huevos	1796,27	3992488,24	445347,67	12,523	27834,115	3104,795
Productos Lácteos	30699,33	20897743,86	1200797,73	602,739	410298,308	23576,003
Total Origen Animal	4289,05	5450499,85	510502,25	31,663	40236,844	3768,645
Azúcar, aceite, dulces	27155,81	105250754,46	1906886,54	58,394	226324,825	4100,453

Grupo de Alimentos	kg (HE/nº at)	kcal (HE/nº at)	UY \$ (HE/nº at)	kg GEI	kcal GEI	UY \$ GEI
Cereales, harinas, panes	55426,37	167819795,98	4544526,87	493,235	1493416,160	40441,414
Frutas	84371,18	31588608,19	2867014,42	156,390	58552,342	5314,271
Vegetales procesados	99707,66	54223814,07	6504942,18	1893,927	1029970,223	123560,042
Vegetales naturales	156166,65	19010814,48	4544667,68	529,157	64416,466	15399,205
Total Origen Vegetal	75172,23	85771408,14	4080533,56	264,841	302183,758	14376,247
TOTAL GENERAL	11560,71	13690344,76	876739,45	76,723	90855,859	5818,474

Nº at = cantidad de servicios. Fuente: Los autores.

La evaluación consolidada donde se realizó el cálculo de todos los aspectos en relación con los impactos ambientales, se representa en la Tabla 6 y en el Figura 1.

Tabla 6 – Ecoeficiencia consolidada por semestre según los grupos de alimentos utilizados en el Hospital de Clínicas, Montevideo/UY...

Grupo de Alimentos	2021/1	2021/2	2022/1	Total
Carnes y huevos	55,9219	54,9955	30,9572	46,6407
Productos lácteos	24,4203	23,6409	24,0219	24,0224
Total Origen Animal	32,4009	32,4363	22,7080	29,0562
Azúcar, aceite, dulces	96,1654	94,7737	96,5099	95,8516
Cereales, harinas, panes	133,8678	133,6015	132,6168	133,343
Frutas	16,2548	16,7103	16,4346	16,4739
Vegetales procesados	121,0566	120,3319	122,5190	121,302
Vegetales naturales	13,1203	12,1157	12,7875	12,6733
Total Origen Vegetal	67,6662	69,1699	68,6998	68,5388
TOTAL GENERAL	39,6694	40,5503	35,3239	38,4457

aspectos (kcal x UY\$) / kg
 impactos (HH + HC + HE + RIPC + GEI)

Fuente: Los autores.

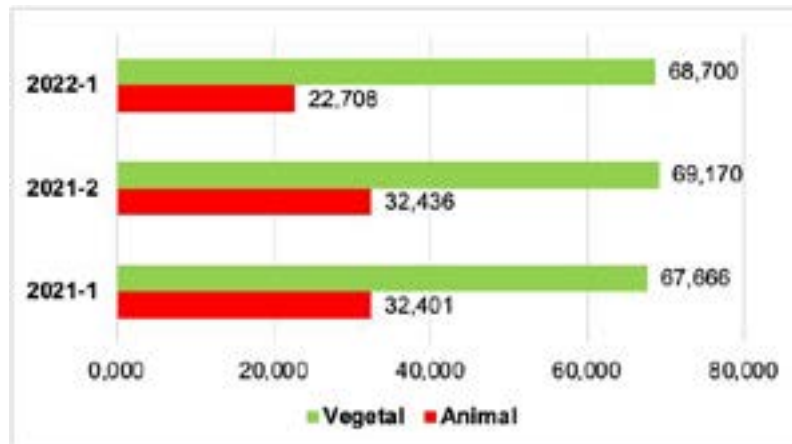


Figura 1 – Evaluación consolidada de la EE por semestre según el origen de los alimentos utilizados en Hospital de Clínicas, Montevideo/UY

Fuente: Los autores.

4 DISCUSIÓN

La estandarización de menús y de los alimentos utilizados suele estar asociada a los hábitos de consumo de la población, confiriendo una identidad cultural (Uruguay, 2019). Los alimentos utilizados en la preparación de comidas tienen usos particulares. En cuanto al grado de procesamiento de los alimentos, casi todos ellos pueden catalogarse como naturales o mínimamente procesados, según la Guía de Alimentos para la población uruguaya (Uruguay, 2019).

En referencia a los resultados presentados en la Tabla 2, los valores de RIPC estuvieron directamente relacionados con los productos de origen vegetal, especialmente los recibidos frescos. En un estudio que evaluó el uso de insumos vegetales en un hospital brasileño, se constató que sería necesario adquirir un 25,6% más de vegetales si no se compraran en la modalidad procesada (Melo; Strasburg, 2020). En la HC de Montevideo, el uso de vegetales procesados contribuye a un menor uso de agua, de sanitizantes y de trabajadores involucrados.

En relación con los demás aspectos e impactos, se puede observar en la tabla que los dos grupos de alimentos de origen animal representaron el 33,3% del total en kg y el 52,3% del valor económico. Sin embargo, en cuanto a los impactos ambientales de las huellas, los valores oscilaron entre 74% y 89,7%, según cada huella evaluada. Este grupo también fue responsable por 80,7% del total de la emisión de GEI, sobre todo por el origen de los insumos.

Este hecho se debe especialmente al uso de carne bovina por parte del hospital que, en el grupo de carnes, fue el ítem más utilizado, presentando valores más altos para los impactos ambientales de la HH y emisiones de GEI. La HH de la carne vacuna es de aproximadamente 15 mil litros por kg de producto (Mekonnen; Hoekstra, 2012), y en el valor de emisión de GEI también por cuenta de la importación del producto desde Brasil y Paraguay.

Los resultados del HC muestran una similitud entre los valores de las huellas ambientales. Otros estudios corroboran resultados similares a los encontrados por HH en esta investigación, con valores que van del 64,2% al 77,9% (Batista; Dias, 2024; Hatjiathanassiadou *et al.*; Strasburg; Jahno, 2015; Strasburg *et al.*, 2021).

En una perspectiva general de los impactos ambientales, los estudios señalan que existe una relación directa entre la cantidad de consumo excesivo de productos de origen animal, con los impactos ambientales

relevantes al uso del suelo y pérdida de biodiversidad, uso del agua, huella de carbono, demanda de energía y emisión de GEI (Aleksandrowicz *et al.*, 2016; Bengtsson *et al.*, 2019). A su vez, Hölker *et al.* (2019) señalan la necesidad de una reducción considerable en el consumo de alimentos de origen animal, enumerando razones que involucran el bienestar animal, la salud humana y cuestiones ambientales.

Por otro lado, se considera los efectos negativos también en cuanto a la forma de producción vegetal, especialmente con el uso de pesticidas. Sus efectos adversos interfieren con el suelo, el agua, el metabolismo de las plantas, la reducción de insectos polinizadores y en la salud humana (por ejemplo, cáncer, alergias y asma) (Pathak *et al.*, 2022). Mahmood *et al.* (2016) también señalan que el uso excesivo de pesticidas puede conducir a la destrucción de la biodiversidad, amenazando a varias especies de plantas y animales y es, por tanto, una preocupación para la sostenibilidad ambiental y la estabilidad global.

En cuanto a los cinco grupos de productos de origen vegetal, se identificó el predominio de los artículos investigados como provenientes del propio país. Así, los impactos ambientales fueron menores con relación a cuestión del GEI. Comprar y usar alimentos producidos localmente trae ventajas como la reducción de distancias para el suministro y, por lo tanto, menos emisiones de GEI. Además de estos, ofrece más oportunidades para mejorar las condiciones de vida de los trabajadores rurales, fomentando la economía local (Nogueira *et al.*, 2020).

El uso de la cantidad (kg) de algunos productos fue más evidente con la estacionalidad de estos artículos con relación a los trimestres, así como el impacto de los HH, lo que se evidenció estadísticamente al aplicar el test de Friedman en la Tabla 3. La presentación de los cálculos de EE en las Tablas 4 y 5 permite una evaluación comparativa más detallada de los elementos analizados. Los resultados de los cálculos de EE corroboran los hallazgos consolidados en la Tabla 2, y pueden servir como herramienta evaluativa para la toma de decisiones respecto a la relación entre variables según grupos de alimentos. En general, la proporción de EE de los productos animales tiende a ser peor que la de los productos vegetales.

El uso de este recurso puede servir para buscar alternativas en cuanto al uso de ciertos alimentos y la cantidad utilizada, permitiendo la posibilidad de planificar nuevos menús con el objetivo de reducir los impactos ambientales del servicio de alimentación del hospital. En el primer estudio dirigido a la alimentación colectiva, donde se evaluó la EE de materias primas en restaurantes universitarios, los mejores resultados encontrados estuvieron directamente relacionados con los tipos de alimentos y la cantidad utilizada en cada local (Strasburg; Jahno, 2017b).

En un estudio con menús escolares, se destacó la importancia de realizar evaluaciones entre el valor energético de las comidas ofrecidas y los impactos ambientales (Volanti *et al.*, 2022). Y en este sentido, EE responde plenamente. Otras investigaciones sobre los servicios de alimentación hospitalaria han utilizado EE para verificar los impactos ambientales como las emisiones de GEI en dietas enterales y alimentos complementarios, y también en los elementos del desayuno en una unidad de pediatría (Ribeiro *et al.*, 2020; Strasburg *et al.*, 2022).

Uruguay es un país con una base agrícola muy fuerte en la producción de alimentos y especialmente conocido por la calidad de sus productos de origen animal, como la carne y los lácteos, mayormente exportados (Alberto, 2019; Saadoun; Cabrera, 2013).

Los resultados generales de esta investigación nos permitieron observar una fuerte influencia de los impactos ambientales, eso debido al uso de productos de otros países. La globalización ha separado la relación entre países en cuanto a la elección y consumo de *commodities* para quienes importan, y los valores recibidos para quienes exportan (Jia, 2021). Los alimentos son considerados un rubro básico y han pasado por un proceso productivo de globalización, moviendo aproximadamente 1.392 mil millones de dólares en 2019 (FAO, 2020).

En el caso de Uruguay, su extensión territorial es una de las más menores de América Latina. Su ubicación geográfica en el extremo sur del continente imposibilita también disponer de condiciones climáticas adecuadas para algunos productos. Un estudio de Alberto (2019) señaló que, del total de calorías producidas en el país, el 32% se destinó a la alimentación animal. La producción de frutas y verduras sólo alcanzaría para proveer un 50% de la población, considerando recomendaciones de consumo adecuadas.

La producción agrícola y ganadera enfrenta nuevos desafíos, con la demanda de alimentar de manera segura y nutritiva a una población mundial que aún crece en el planeta (Balogh; Jámbor, 2020). Además de generar empleos e ingresos, la agricultura juega un papel para garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales y la biodiversidad, especialmente en términos de cambio climático (FAO, 2018). Eso porque, los cambios en los patrones climáticos, debido principalmente al aumento de las temperaturas y a la disminución o aumento de las precipitaciones, han afectado al sector agrícola. De esta manera, cultivos adaptativos y resilientes al cambio climático, asociados a nuevas tecnologías, se convierten en una alternativa para la producción regular de alimentos (Machili, 2020).

Dalin y Rodríguez-Iturbe (2016) señalan en su revisión sistemática, sobre los impactos ambientales en el uso del agua y la tierra, la contaminación y las emisiones de GEI en el comercio mundial de alimentos. Algunos autores afirman que, si no se producen cambios importantes en los sistemas de producción de alimentos en términos de emisiones de GEI, uso de tierras agrícolas y agua dulce hasta el año 2050, el planeta sufrirá graves consecuencias (Steffen *et al.*, 2015; Willett *et al.*, 2019).

Para esta investigación, se consideraron como limitantes las bases de datos utilizadas para evaluar los valores de algunas variables, obtenidas de tablas de la literatura científica, tales como las huellas ambientales (HH, HC y HE) y los valores calóricos. Los datos de estos registros sirven como referencia para un alimento, expresando una tendencia, no un valor exacto. Esto se debe a que cada tipo de alimento tiene características y especificidades relacionadas con la línea de tiempo de la investigación, además de la interferencia de un contexto geográfico como ubicación, tipo de suelo y clima (Carmo *et al.*, 2007). Como el énfasis del artículo estuvo en las huellas ambientales, no fue posible investigar otras cuestiones que impactan negativamente el medio ambiente, como el uso de pesticidas en la producción de productos de origen vegetal.

Sin embargo, este estudio ofrece contribuciones que pueden aplicarse a diferentes contextos de servicios de alimentación, especialmente en el ámbito hospitalario. Estas contribuciones facilitan la posibilidad de realizar investigaciones colaborativas con otros países y continentes. Además, se identifican oportunidades para investigar las huellas ambientales de los productos de suplementación y nutrición enteral que se utilizan en los hospitales, que han sido evaluados en estudios recientes (Strasburg *et al.* 2024a; Strasburg *et al.*, 2024b).

5 CONCLUSIONES

En este estudio, se presentó una investigación sobre los impactos ambientales de los alimentos utilizados por el Hospital de Clínicas, entre el 2021 y el primer semestre de 2022. De esa forma, destacamos la representatividad del método de la curva ABC para el levantamiento de los insumos utilizados. Se logró identificar el impacto de los productos de origen animal en términos de valor económico, y también los impactos negativos de agua, carbono, huella ecológica y generación de GEI, eso debido al lugar de origen de estos alimentos, especialmente la carne vacuna. Los productos de origen vegetal procedían, en su mayoría, de Uruguay, implicando en menores impactos al comparar a los importados.

A pesar de ser un país con una producción agropecuaria excedente, gran parte de los alimentos producidos se exportan ante la estrategia de expansión comercial más allá del mercado interno y, obviamente, ante las características de las economías globalizadas. Mientras tanto, algunos alimentos

son importados debido a deficiencias productivas, o por una condición mercantil, lo que incidió en los resultados, cuanto a las huellas ambientales y GEI, corroborado con los cálculos de ecoeficiencia.

Dentro de los servicios de alimentación colectiva, en particular los hospitalarios, además de la atención con los aspectos nutricionales, también se pueden considerar los diversos tipos de impactos ambientales por la cantidad y tipos de alimentos utilizados en la elaboración de los menús, con el fin de colaborar con la sostenibilidad del planeta. Sugerimos otros estudios de esta naturaleza en los servicios de alimentación, en general para colaborar con las investigaciones sobre este tema.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades del Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela, y de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Udelar), por su apoyo para la realización del estudio.

REFERENCIAS

ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N. A unidade de alimentação e nutrição. (2016) En: ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N.; PINTO, A. M. S. **Gestão de unidades de alimentação e nutrição**: um modo de fazer. 5. ed. Metha, 2016.

ALBERTO, G. P. Uruguay: país productor de alimentos para un sistema alimentario disfuncional. **Agrociencia Uruguay**, v. 23, n. 1; p. 1-9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.31285/AGRO.23.1.8>

ALEKSANDROWICZ, L.; GREEN, R.; JOY, E. J. M.; SMITH, P.; HAINES, A. The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: a systematic review. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11; e0165797, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>

ANDERSON, K. Globalization's effects on world agricultural trade, 1960–2050, **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 365, p. 3007-3021, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1098/RSTB.2010.0131>

BALOGH, J. M.; JÁMBOR, A. The environmental impacts of agricultural trade: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 1152, 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12031152>

BENGTSSON, J. *et al.* Grasslands – more important for ecosystem services than you might think. **Ecosphere**, v. 10, e02582; 2019. Available at: <https://doi.org/10.1002/ecs2.2582>

BUSATO, M. A.; FERIGOLLO, M. C. Desperdício de alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição: uma revisão integrativa da literatura. **HOLOS**, v. 1, p. 91–102, 2018. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2018.4081>

CAIADO, R. G. G.; DIAS, R. F.; MATTOS, L. V.; QUELHAS, O. L. G.; LEAL FILHO, W. Towards sustainable development through the perspective of eco-efficiency: a systematic literature review. **J. Clean. Prod.**, v. 165, p. 890-904, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.166>

CARBON TRUST. **Carbon footprinting guide**. 2022. Available at: <https://www.carbontrust.com/resources/guides/carbon-footprinting-and-reporting/carbon-footprinting/>. Access at: 4 set. 2022.

CARVALHO, H.; GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S. G.; CRUZ-MACHADO, V. Modelling green and lean supply chains: an eco-efficiency perspective. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 120, p. 75–87, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.09.025>

DADOS MUNDIAIS. **Uruguai**. 2022. Available at: <https://www.dadosmundiais.com/america/uruguai/index.php>. Access at: 12 ago. 2022.

DALIN, C.; RODRÍGUEZ-ITURBE, I. Environmental impacts of food trade via resource use and greenhouse gas emissions. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 3, 035012, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/3/035012>

DE ARAÚJO, I. S.; DE MACEDO M. A. **Manual de Dietas Hospitalares HU-UNIVASF**. 2020. Available at: <http://www.univasf.edu.br/~tcc/000018/000018ef.pdf>. Access at: 17 out. 2022.

DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE. **Greenhouse gas reporting – conversion factors**. 2020. Available at: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2020>. Access at: 8 out. 2022.

DO CARMO, R. L.; OJIMA, A. L. R. O.; OJIMA, R.; NASCIMENTO, T. T. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente & Sociedade**, v. 10, n. 2, p. 83-96, 2007. Available at: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200006>

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 667-681, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1590/1679-395157473>

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The State of Agricultural Commodity Markets**. Agricultural Trade, Climate Change and Food Security. FAO: Rome, Italy. 94p., 2018. Available at: <http://www.fao.org/3/I9542EN/i9542en.pdf>. Access at: 17 set. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Food Outlook**: biannual report on global food markets. FAO: Rome, Italy. 169p. 2020. Available at: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9509en/>. Access at: 19 set. 2022.

HARMON, A. H.; GERALD, B. L. Position of the American Dietetic Association: food and nutrition professionals can implement practices to conserve natural resources and support ecological sustainability. **J. Am. Diet. Assoc.**, v. 107, p. 1033–43, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2007.04.018>

HATJIATHANASSIADOU, M.; DE SOUZA, S. R. G.; NOGUEIRA, J. P.; OLIVEIRA, L. M.; STRASBURG, V. J.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J. Environmental impacts of university restaurant menus: a case study in Brazil. **Sustainability**, v. 11, n. 5157, 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11195157>

HATJIATHANASSIADOU, M.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J. Nutrition and its footprints: using environmental indicators to assess the nexus between sustainability and food. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1078997>.

HCMQ. Hospital de Clínicas Dr. Manuel Quintela. **El Hospital**. 2022. Available at: <https://www.hc.edu.uy/index.php/el-hospital>. Access at: 14 ago. 2022.

HEALABEL. **Carbon Footprint**. Available at: <https://www.healabel.com/carbon-footprints-of-food-list/>. Access at: 15 jun. 2022.

HEALABEL. **Ecological Footprint**. Available at: <https://www.healabel.com/?s=Benefits+%2B+Side+Effects+>. Access at: 15 jun. 2022.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONEN, M. M. **Water Footprint Manual**: state of the art. Water Footprint Network. Ensched, The Netherlands, 2009. Available at: <https://waterfootprint.org/media/downloads/WaterFootprintManual2009.pdf>. Access at: 5 ago. 2022.

HOEKSTRA, A. Y.; MEKONEN, M. M. The water footprint of humanity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, p. 3232-3237, 2012.

HÖLKER, S.; VON MEYER-HÖFER, M.; SPILLER, A. Animal Ethics and Eating Animals: consumer segmentation based on domain-specific value. **Sustainability**, v. 11, n. 3907, 2019. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11143907>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Demografia y estadísticas sociales. Censos 2011. Available at: <https://www.ine.gub.uy/web/guest/censos-2011>. Access at: 18 abr. 2022.

JIA, S. Local food campaign in a globalization context: a systematic review. **Sustainability**, v. 13, n. 13, p. 7487, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13137487>

KASTNER, T.; ERB, K. H.; HABERL, H. Rapid growth in agricultural trade: effects on global area efficiency and the role of management. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 3; 034015, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/3/034015>

MACDONALD, G. K.; BRAUMAN, K. A.; SUN, S.; CARLSON, K. M.; CASSIDY, E. S. Rethinking agricultural trade relationships in an era of globalization. **BioScience**, v. 65, n. 3, p. 275–289, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1093/biosci/biu225>

MACHILI, B. J. As mudanças climáticas na Província do Niassa e seu impacto para a agricultura. **HOLOS**, v. 7, p. 1–15, 2020. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.10281>

MAHMOOD, I.; IMADI, S. R.; SHAZADI, K.; GUL, A.; HAKEEM, K. R. Effects of Pesticides on Environment. En: HAKEEM, K.; AKHTAR, M.; ABDULLAH, S. (ed.). **Plant, Soil and Microbes**. Springer, Cham, 2016. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-319-27455-3_13

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop Products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, p. 1577–1600, 2011. Available at: <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. A. Global assessment of the water footprint of farm animal products. **Ecosystems**, v. 15, n. 3, p. 401–415, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>

MELO, V. T. P.; STRASBURG, V. J. Geração de resíduos na aquisição de vegetais in natura e minimamente processados por serviço de nutrição e dietética de um hospital público. **Braz. J. Food Technol.**, v. 23, e2019069, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06919>

MENUCONTROL. **Tabela de percentual de aproveitamento de alimentos e fator de correção**. Available at: <https://www.menucontrol.com.br/tabela-de-percentual-de-aproveitamento-de-alimentos-e-fator-de-correcao/>. Access at: 17 out. 2022.

MOTA, Ê. B. F.; BEZERRA, I. W. L.; SEABRA, L. M. J.; SILVA, G. C. B.; ROLIM, P. M. Metodologia de avaliação de cardápio sustentável para serviços de alimentação. **HOLOS**, v. 4, p. 381–394, 2017. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2017.5428>

NOGUEIRA, J. P.; HATJIATHANASSIADOU, M.; DE SOUZA, S. R. G.; STRASBURG, V. J.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J. Sustainable perspective in public educational institutions restaurants: from foodstuffs purchase to meal offer. **Sustainability**, v. 12, n. 4340, 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12114340>.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Campinas, SP. 2011. Available at: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>. Access at: 2 nov. 2022.

OLIVEIRA, D. A.; OLIVEIRA, J. L.; PEREIRA, K. N. Análise dos principais fatores de desperdício em uma Unidade de Alimentação e Nutrição - UAN. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 1, n. 1, p. 234-39, 2017. Available at: <file:///C:/Users/123/Downloads/1371-Texto%20do%20artigo-3562-1-10-20171220.pdf>. Access: 2 set. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1948. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Access: 11 nov. 2024.

PAHLOW, M.; VAN OEL, P. R.; MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Increasing pressure on fresh water resources due to terrestrial feed ingredients for aquaculture production. **Sci. Total Environ.**, v. 536, p. 847–857, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.124>

PATHAK, V. M. *et al.* Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: a comprehensive review. **Front Microbiol.**, v. 17, n. 13, 962619, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>

PORKKA, M.; KUMMU, M.; SIEBERT, S.; VARIS, O. From food insufficiency towards trade dependency: a historical analysis of global food availability. **PloS one**, v. 8, n. 12; e82714, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082714>

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R. Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. 2021. Available at: <https://www.R-project.org/>. Access at: 8 jun. 2023.

RIBEIRO, K. R. R.; ROLIM, P. M.; SEABRA, L. M. J.; STRASBURG, V. J. Evaluation of the ecoefficiency of greenhouse gases generation in the provision of complementary meals in a public hospital. **Research, Society and Development**, v. 10, e10110413995, 2021. Available at: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13995>.

RITCHIE, H.; ROSER, M. **Our World in Data Environmental Impacts of Food Production**. 2020. Available at: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>. Access at: 8 jun. 2023.

RÖÖS, E. **Analysing the Carbon Footprint of Food**. Insights for Consumer Communication. Swedish University of Agricultural Sciences. 2013. Available at: https://pub.epsilon.slu.se/10757/1/roos_e_130821.pdf. Access at: 7 set. 2022.

SAADOUN, A.; CABRERA, M. C. Calidad nutricional de la carne bovina producida en Uruguay. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, n. 2, p. 119-130, 2013.

SIMZARI, K. *et al.* Food intake, plate waste and its association with malnutrition in hospitalized patients. **Nutr. Hosp.**, v. 34, n. 5, p. 1376-1381, 2017. Available at: <https://doi.org/10.20960/nh.1102>

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. **Rev. Ambient. Água**, v. 10, p. 903–914, 2015. Available at: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1664>

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Paradigmas das práticas de gestão ambiental no segmento de produção de refeições no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 3–12, 2017a. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017155538>.

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Application of eco-efficiency in the assessment of raw materials consumed by university restaurants in Brazil: a case study. **J. Clean. Prod.**, v. 161, p. 178-187, 2017b. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.089>

STRASBURG, V. J.; FONTOURA, L. S.; BENNEDETTI, L. V.; CAMARGO, E. P. L.; SOUSA, B. J.; SEABRA, L. M. J. Environmental impacts of the water footprint and waste generation from inputs used in the meals of workers in a Brazilian public hospital. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1–16, 2021. Available at: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13129>

STRASBURG, V. J.; BASSANESI, F. V.; SILVEIRA, A. C. J. L. Avaliação da ecoeficiência de refeição fornecida por unidade de internação pediátrica de um hospital público do sul do Brasil: um estudo de caso. **Interfaces Científicas**, v. 9, n. 1, p. 273-289, 2022. Available at: <https://doi.org/10.17564/2316-3798.2022v9n1p273-289>

STRASBURG, V.J., DA SILVA, L.Y., EBERHARDT, D. *et al.* Eco-efficiency and demand of enteral diets used in patients of a Brazilian public hospital before and during the COVID-19 pandemic. **Environ Dev Sustain**, 2024 (a). <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04259-w>

STRASBURG V. J.; DERGAZARIÁN, S.; NACARATTO, S.; SUÁREZ, C. Impactos ambientales de los patrones del menú de un hospital universitario en Uruguay. Rev. **Contexto & Saúde**, v. 24, n. 48, e14133. 2024(b); <http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2024.48.14133>

URUGUAY. Ministerio de Salud Pública. **Guía alimentaria para la población uruguaya**. 2019. Montevideo, Uruguay. Available at: <https://www.gub.uy/ministerio-desarrollosocial/comunicacion/publicaciones/guia-alimentaria-para-la-poblacion-uruguaya>. Access at: 18 ago. 2022.

VOLANTI, M.; ARFELLI, F.; NERI, E.; SALIANI, A.; PASSARINI, F.; VASSURA, I.; CRISTALLO, G. Environmental impact of meals: how big is the carbon footprint in the school canteens? **Foods**, v. 11, n. 193, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods11020193>

VON KOERBER, K.; BADER, N.; LEITZMANN, C. Wholesome Nutrition: an example for a sustainable diet. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 76, n. 1, p. 34-41, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0029665116000616>.

WACKERNAGEL, M.; LIN, D.; HANSCOM, L.; GALLI, A.; IHA, K. Ecological footprint. In: FATH, B. (Ed), **Encyclopedia of Ecology**, 2. ed., p. 270–282. Oxford: Elsevier, 2019.

WEPOKE. **Distância entre cidades**. Available at: <http://www.distanciasentrecidades.com/>. Access at: 23 set. 2022.

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: The EAT – Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **Lancet**, v. 393, p. 447–492, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Eco-efficiency: creating more value with less impact**. Geneva: WBCSD. 32 p., 2020.

YAN, D.; AHMAD, S. Z.; YANG, D. Matthew effect, ABC analysis and project management of scale-free information systems. **J. Syst. Softw**, v. 86, n. 2, p. 247-254, 2013. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2012.08.013>.

YU, Y.; HUBACEK, K.; FENG, K.; GUAN, D. Assessing regional and global water footprints for the UK. **Ecol. Econ**, v. 69, p. 1140-1147, 2010. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.12.008>.

Food and sustainability: meat consumption and vegetarianism in Brazil and the United Kingdom

Alimentação e sustentabilidade: consumo de carne e vegetarianismo no Brasil e no Reino Unido

Emily Wolstenholme ¹

Tiago Ribeiro Duarte ²

Thaís Rozas Teixeira ³

Lorraine Whitmarsh ⁴

Wouter Poortinga ⁵

¹ PhD in Psychology, Postdoctoral Research Associate, Cardiff University, School of Geography and planning, Cardiff University, Cardiff, Wales, United Kingdom
E-mail: wolstenholmee1@cardiff.ac.uk

² PhD in Sociology, Assistant Professor of Sociology, Institute of Social Sciences, University of Brasília, Brasília, DF, Brazil
E-mail: tiagord@unb.br

³ Masters in Sociology, University of Brasília, Brasília, DF, Brazil
E-mail: thaisrozas@gmail.com

⁴ PhD in Psychology, Professor, Department of Psychology, University of Bath, Bath, United Kingdom
E-mail: lw2253@bath.ac.uk

⁵ PhD in Environmental Sciences, Professor, Welsh School of Architecture, Cardiff University, Cardiff, Wales, United Kingdom
E-mail: poortingaw@cardiff.ac.uk

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55739

Received: 07/10/2024
Accepted: 27/11/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

There is a growing literature on meat consumption and reduced meat diets, given the negative impacts of meat on the environment. However, much of the literature has focussed on global North countries, limiting cross-cultural generalisability and overlooking the role of cultural differences in motivating food choices. The present paper provides a cross-cultural comparison of the motivations for meat

consumption and vegetarianism in Brazil and the United Kingdom. This was done by conducting a total of 63 semi-structured interviews with meat-eaters, vegetarians, and vegans in Brazil (n = 41) and the UK (n = 22). The data was analysed thematically and the findings were compared across the participant samples. The findings showed that meat consumption was similarly motivated and justified in each country through the 4 N's of justification for meat consumption. However, participants' experiences of reducing meat consumption varied between the two countries, influenced by distinct motivations, aversions, and constraints. In the UK, price served as a motivation for choosing meatless meals, whereas in Brazil it acted as a constraint to reducing meat consumption. Additionally, in the UK, disgust was identified as a significant aversion particularly towards eating parts of meat that visibly resembled the animal of origin — a sentiment not observed in the Brazilian sample. Lastly, while environmental concerns were not a primary reason for adopting a plant-based diet in either country, they often became a significant motivator for maintaining it after dietary change.

Keywords: Meat consumption. Vegetarianism. Sustainability. Cross-cultural comparison. 4 n's of meat consumption. Thematic analysis.

RESUMO

Há uma literatura crescente sobre o consumo de carne devido aos seus impactos negativos no meio ambiente. Entretanto, grande parte da literatura enfoca países do Norte Global, limitando a generalização intercultural e negligenciando o papel das diferenças culturais na motivação das escolhas alimentares. Este artigo apresenta uma comparação intercultural das motivações para o consumo de carne e o vegetarianismo no Brasil e no Reino Unido por meio da realização de um total de 63 entrevistas semiestruturadas com onívoros, vegetarianos e veganos no Brasil (n = 41) e no Reino Unido (n = 22). Os dados foram analisados tematicamente e os resultados comparados. Os resultados mostraram que o consumo de carne foi motivado de forma semelhante nos dois países por meio dos "4 Ns do consumo de carne". No entanto, houve diferenças nas experiências dos participantes quanto à redução do consumo de carne, relacionadas a motivações, aversões e barreiras. No Reino Unido, o baixo custo foi uma motivação para a opção por refeições sem carne, ao passo que, no Brasil, o alto custo atribuído a refeições vegetarianas atuou como uma barreira para a redução no consumo desse alimento. Além disso, no Reino Unido o nojo atuou como uma aversão, em particular com relação a pedaços de carne que remetem ao animal de origem, o que não foi observado na amostra brasileira. Por fim, mesmo que em nenhum dos dois países questões ambientais tenham motivado de maneira significativa a adoção de dietas baseadas em plantas, ainda assim elas atuaram como uma motivação para a manutenção de dietas sem carne.

Palavras-chave: Consumo de carne. Vegetarianismo. Sustentabilidade. Comparação intercultural. 4 n's do consumo de carne. Análise temática

1 INTRODUCTION

Methane, nitrous oxide, and carbon dioxide are released at every stage of livestock production for meat and dairy, making it a major driver of greenhouse gas emissions (XU *et al.*, 2021). Despite this, most people in high-income countries eat high amounts of meat that exceed nutritional needs (Sans; Combris, 2015; Steenson; Buttriss, 2021). Meat consumption in lower-income countries is also increasing (Parlasca; Qaim, 2022; Tilman; Clark, 2014). This has led to a growing consensus that reducing excessive meat consumption will be necessary to meet climate change targets, whilst also benefiting people's health (Bajzelj *et al.*, 2014; Feigin *et al.*, 2023; Hedeneus; Wirsernius; Johansson, 2014; Minas; Tipping, 2024; Ritchie; Reay; Higgins, 2018; Steenson; Buttriss, 2021; Tilman; Clark, 2014). On the other hand, awareness of the environmental impacts of meat and dairy is low in many countries (Van Bussel *et al.*, 2022; Wellesley *et al.*, 2015). It is therefore not clear to what extent awareness of the negative environmental impacts of meat might shape dietary choices.

Many people eat meat despite experiencing a moral discomfort with the thought of harming animals, a contradiction called the 'meat paradox', (Bastian; Loughnan, 2017; Loughnan; Haslam; Bastian, 2010). Consistent with cognitive dissonance theory (Festinger, 1957), meat-eaters use a variety of strategies to reduce these feelings of discomfort including denying that animals used suffer or warrant moral concern (Bastian *et al.*, 2012; Bratanova; Loughnan; Bastian, 2011; Loughnan; Haslam; Bastian, 2010). Another strategy is rationalisation (Piazza *et al.*, 2015). Joy (2010) argued that there are three categories of justifications for meat consumption referred to as the 'Three N's of Justification', which enable meat-eaters to continue eating meat without feeling guilty. The first is the belief that eating meat is natural. It is viewed as something which we are evolved to eat and which we naturally crave. The second is the view that eating meat is normal, that it is what most people do and might expect us to do ourselves. The third is the view that eating meat is necessary for our health and survival. In a series of empirical studies, Piazza *et al.* (2015) found that these justifications in addition to a fourth justification, that meat is nice, captured the majority of justifications people offer for eating meat, supporting four N's of justification. These beliefs are thought to be widespread and reinforced by family, media, religion, as well as different private and public organisations (Joy, 2010; Piazza *et al.*, 2015). The authors offer these rationalisations as an explanation for how so many people are able to eat meat despite finding it to be a morally troublesome behaviour.

However, a minority of individuals actively exclude meat from their diet, for example through vegetarian or vegan diets (Ipsos, 2018). Common motivations for reducing meat consumption include concern for animals, health, and the environment, disgust, and religious beliefs (Ruby, 2012). Motivations tend to be investigated at a micro-level and some authors have focussed on differentiating those motivated by their health, and those motivated by other ethical values including concern for the environment or animal welfare (Fox; Ward, 2008; Hoffman *et al.*, 2013; Ruby, 2012).

On the other hand, Rosenfeld and Burrow (2017) investigate motivations for not eating meat at a broader level through motivations, aversions, and constraints. According to these authors, vegetarian motivations are goal-orientated, shape voluntary food choices and have the ability to influence one's self-concept. Such motivations may involve those noted above by Ruby (2012), including concern for animals, the environment and health. Aversions relate to disgust towards meat and other sensory processes or taste preferences away from meat. Aversions might range from disliking the taste of meat (Backer; Hudders, 2014), to feelings of repulsion (Hamilton, 2006). Constraints are defined as environmental barriers preventing an individual from making food choices freely. In these situations, individuals are not able to draw upon intrinsic motivations as their ability to make food choices is limited. Examples of constraints include the influence of others, lack of choice, and financial barriers (Hoffman *et al.*, 2013). Focussing on motivations, aversions, and constraints, more broadly enables a conceptualisation of different motivations for not eating meat, that will be more robust against transitions towards reduced meat diets in different contexts and over time (Rosenfeld; Burrow, 2017).

Much of the literature on meat consumption and on vegetarianism has focussed on global North countries, limiting cross-cultural generalisability (Hartmann; Siegrist, 2017; Kwansy; Dobernig; Riefler, 2022). Nevertheless, cultural differences play an important role in food choices and transitions towards reduced meat diets will likely differ across different countries (Aiking; De Boer, 2020; De Boer; Aiking, 2017; Hocquette, 2023). For example, while meat consumption is highest among high-income countries, changes in consumption have been slow, stagnating and even decreasing over the last 50 years, with increases in per capita meat consumption being the most marked in countries that have undergone a strong economic transition (FAO, 2023; Gómez-Luciano *et al.*, 2019). However, income alone does not explain variation in consumption (Bekker; Tobj; Fischer, 2017). Bekker and colleagues (2017) highlight the importance of food culture in explaining consumption patterns, where food culture relates to food practices that are shared among individuals with the same cultural identity and value systems (Ishige, 2019; Nguyen; Platow, 2021; Schwartz, 2008). Food culture relates to influences on food beyond individual factors, including surrounding environments, food socialisation and cultural policies (Mingay

et al., 2021). This includes beliefs and values around food, which may be formed through inherited knowledge, learning and experience, throughout one's life (ibid).

The current paper aims to add to past literature exploring motivations for meat consumption and vegetarianism by providing a cross-cultural comparison, focussing on different participant groups in the United Kingdom (UK) and Brazil. Brazil and the UK are among the largest meat-consuming populations, as well as being among the largest emitters of livestock-driven greenhouse gases (Bailey; Froggatt; Wellesley, 2014; FAO, 2023). Though the demand for meat consumption has increased in both countries over the last 50 years, increases in meat production have been sluggish in the UK compared to Brazil (FAO, 2023). While differences in consumption may be explained by differences in income at the country level (FAO, 2019), we are interested in understanding drivers of meat consumption and vegetarianism in these countries considering individual experiences as they are embedded in social and cultural practices. Given the significant negative impact of livestock production on the environment and in contributing to climate change, we are also interested in establishing to what extent participants are aware of the environmental impacts of meat and how such awareness might influence participants' diets. Following this, the present paper provides a qualitative exploration of the motivations for meat consumption and vegetarianism in the UK and Brazil. In doing so, we aim to answer the following research questions: (1) What are the motivations for meat consumption? (2) What are the motivations for reducing meat consumption? (3) Are participants aware of the environmental impacts of meat and how does this influence participant's diets?

2 METHODS

This study began as two separate projects carried out in different countries. In 2019, Tiago Duarte visited Emily Wolstenholme's University to give a presentation about the data collected in Brazil. The authors found that they were conducting similar research with data that was comparable to an exploratory study. The authors asked similar questions about motivations behind food choices related to meat and about knowledge of the link between livestock farming and climate change in their research, using slightly different interview guides. At that point, data in Brazil had only been produced on vegetarians, so a new stage of data collection with meat eaters began in this country to make a full comparison possible. Wolstenholme then provided Duarte with the interview guide deployed in the UK and it was used in Brazil with slight alterations to adapt to its cultural context.

In the UK, the study was advertised in different places, including a UK University online system whereby members of the public can apply to take part in paid research, a local gym, social media pages for vegans in the local area and 'Veganuary' (see uk.veganuary.com), in addition to contacting a member of 'People and Planet' (see peopleandplanet.org) and using a snowballing approach. Participants were offered an incentive of £10 for taking part. In the UK sample, 22 participants took part in the study, being 8 meat-eaters, 2 vegetarians and 12 vegans. 18 Participants were female and 4 were male, with ages ranging from 19 to 48 years old.

In Brazil, participants were initially invited to take part in the study through Thaís Teixeira's informal networks, which was followed by a snowball approach. An online Facebook group for vegetarian and vegan people from Brazil was also used to contact interviewees. All participants were undergraduate students from a University in Brazil and received no financial incentive. Altogether, 42 persons took part in the study, being 12 meat-eaters, 17 vegetarians and 12 vegans. 31 participants were female and 11 male, with ages ranging from 18 to 28 years old.

In both countries, researchers aimed to have heterogeneous samples to capture the diversity of motivations behind food choices related to meat and whether environmental concerns influenced those motivations. Only university students were interviewed in Brazil, however, participants were from a range of courses, with different political positions and economic backgrounds. As a result, both

samples represent diverse views and motivations, making them useful for an exploratory comparison between countries.

In both countries, data collection was carried out through semi-structured interviews. In the UK, the interviews were conducted over the telephone for convenience in 2017. In Brazil, all interviews were carried out in person. A first round of interviews with vegetarians was conducted between late 2017 and 2018 and a second round was conducted in late 2019 with meat-eaters. The interviews were scheduled for one hour and the duration of each interview ranged from 20 minutes to two hours. The interview was structured around question segments relating to: participant demographics, motivations for eating different foods, dietary identity, motivations for avoiding meat and other animal products, awareness of the environmental impacts of eating meat, motives driving meat consumption, and willingness to reduce meat (meat-eaters only).

All interviews were recorded and transcribed by the research team, allowing for familiarisation with the data prior to analysis. Initial analytic ideas and patterns in the data were noted down during the interview process and during transcription. Data collection ceased when a point of saturation was reached. Data was analysed using thematic analysis (Braun; Clark, 2006, 2022; Terry *et al.*, 2017). Once the analysis was completed in each country, preliminary reports of the findings were produced and reviewed in relation to each other, enabling a comparison of key similarities and differences in the data. These findings are reported below. All names have been replaced with pseudonyms for participant anonymity.

3 RESULTS

3.1 MOTIVATIONS FOR MEAT CONSUMPTION

The motivations for meat consumption were similar in the UK and Brazil. Motivations supported the 4 N's of justification, with the exception of the view that meat consumption is 'natural' which did not emerge in our samples.

Participants in both countries enjoyed eating meat because it tasted nice. Some participants mentioned that meat added variety and substance to meals. Meals were therefore viewed as lacking taste if they did not include meat.

Beth, UK (meat-eater): I enjoy eating it [meat], I find it easy to make meals that include it, I know it's good for you, and it's easy to get more variety out of same things, I can buy a piece of chicken or a piece of fish and I can do loads of different things with it ... yeah just enjoy the taste really.

Nathália, Brazil (meat-eater): A lot of vegans and vegetarians have tried to convert me. And I feel guilty whenever I read about. But I have tried to change my habits, but I really miss it. [...] The taste. It seems like I'm eating nothing.

However, not all participants enjoyed eating meat. In both Brazil and the UK, there were some who disliked eating meat but consumed it for the purpose of maintaining a healthy diet. Meat was viewed by meat-eating participants as being healthy and containing essential nutrients, such as protein and vitamin B12. As a result, some participants were concerned that their diet would lack essential nutrients if they did not consume meat, motivating them to continue eating it. In other words, eating meat was regarded as *necessary*.

Marisa, Brazil (meat-eater): I eat beef because of proteins, because they're important. I have iron deficiency actually. [...] Cause, like, I don't find it tasty. I really eat it because of the nutrients.

Becky, UK (meat-eater): I guess it gives you like a bit more energy because it's got protein in it. I feel like it's quite healthy to eat meat. I think it's quite hard, if you're vegetarian, to get enough protein in your diet.

While meat-eating participants appeared to be motivated by conscious factors such as enjoying the taste of meat and appreciating its nutritional benefits, eating meat was also an automatic process for some. When asked why they ate meat, participants stated that they had been raised eating meat and continued to eat meat without thinking about it. Eating meat was a habit and reducing meat consumption would therefore be difficult, requiring time and conscious effort. This would require participants to change their diets and perceived meal structures, as a meal without meat was viewed as lacking something. In this sense, participants from both countries considered that eating meat was normal.

Sofia, Brazil (meat-eater): [...] I think that the habit of having meat as a protein in the meals is what, mainly, like, it's the main reason why I have meat in meals.

Amy, UK (meat-eater): I've just always eaten meat, I like the taste and yeah, I've just always eaten it, so it is, a habit.

Related to the *normality* of eating meat, social and cultural norms also played an important role in motivating meat consumption in both Brazil and the UK. Some participants recalled that they had found it difficult to reduce their meat consumption when living with other meat-eaters. This was in part due to practical reasons, as participants would have to prepare separate meals for themselves if they lived with other people who ate meat. This was especially difficult for participants who relied on their parents to cook their meals. However, eating vegetarian meals in the presence of other meat-eaters was also viewed as being socially difficult. In both the UK and Brazil, eating meat was viewed as being a standard practice, while those who attempted to reduce or eliminate meat from their diet were viewed as being socially deviant. Some participants recalled that they had tried to limit their consumption of meat at some point in the past, but had received criticism and were pressured to eat meat by their family members. In this way, social norms appeared to act as a barrier towards a reduced meat diet.

Hannah, UK (meat-eater): I was kind of forced to eat meat when I was younger because my dad came from a farm and if you didn't eat meat in the family you were weird.

Marcela, Brazil (meat-eater): I didn't eat meat for nearly two months, but like I didn't have a lot of support at home. My parents thought 'that's wrong, you're spitting on the food we make for you', you know?

3.2 MOTIVATIONS FOR REDUCING MEAT CONSUMPTIONS

An unexpected finding was that several interviewees in Brazil had at some point in their lives considered transitioning to vegetarianism and had even stopped eating meat for some period. Some participants in the UK sample had also been vegetarian or had stopped eating certain types of meat, such as red meat, at some point in their lives. Differences emerged in the motivations for reduced meat consumption among meat-eating participants in Brazil and the UK. In both countries, some meat-eating participants did not feel that meat was always needed to be included in meals and preferred the taste of

vegetarian or vegan dishes. In the UK, many participants often did not eat meat because they did not like the taste and particularly avoided certain types of meat which they found to be disgusting. These participants did not like to be reminded of the animal origin of meat and avoided eating meat on the bone or meat with blood or veins, demonstrating the role of aversion in reducing meat consumption. This theme did not emerge in the interviews with Brazilian participants.

Olivia, UK (meat-eater): I wouldn't eat things on the bone, it just would - makes me feel a bit sick, it's not appetizing to me, to know that it's come from an animal, obviously it has, but I know that but it's just my logic. I just don't find it appetizing if I can see that it's from an animal.

In the UK, some meat-eating participants indicated that they occasionally ate vegetarian meals to save money. In contrast, some Brazilian participants argued that buying plant-based foods and eating out in vegetarian or vegan restaurants was expensive. For example, one participant who financially depended on her mother with a low-income job stated that her family had a difficult financial situation and that this made it difficult to access alternative foods to meat. Thus, price appeared to be a motive for meatless meals in the UK, whilst acting as a constraint towards a reduced consumption of meat in Brazil.

Karen, UK (meat-eater): I think about like meat is expensive and I do enjoy salads with like nuts and things in, so I don't always miss it [meat].

Miriam, Brazil (meat-eater): So, I've stopped eating meat for two years, I was in high school. But, for financial reasons it was difficult, like, having access to other food that could substitute it. I'd go to school and eat only cheese bread, and cereal bars. Then I even had anaemia, so I had to get back to eating meat.

Interviews with vegetarian and vegan participants enabled insights into the drivers behind diets that exclude meat entirely. In both Brazil and the UK, the main motivation found to encourage vegetarian and vegan diets was animal welfare. Vegetarian and vegan participants in both the UK and Brazil conveyed that it is wrong to kill animals for human consumption. Participants did not view animals as a source of food, but instead viewed them as sentient beings. In both countries, participants placed a great emphasis on animal suffering and feelings of empathy and compassion towards animals. Footage showing poor animal welfare conditions and the slaughter of animals contributed to decisions to eliminate meat and/or other animal products from participants' diets. One participant mentioned watching a video about animal slaughter in school and other participants mentioned documentaries showing footage of this kind. For example, the Netflix documentary 'Earthlings' was mentioned by participants in both the UK and Brazil. A few Brazilian respondents also mentioned as a motivator the fact that they had watched animals being slaughtered in front of them, which had a strong impact in leading them to vegetarianism.

Chris, UK (vegetarian): I watched like 'earthlings' in August, and I was like oh my god like, this is the worst thing ever so I was like, I wanna just be a vegan now.

Carol, Brazil (Vegetarian): I think that first of all it was the animals like the suffering that it causes on them, right. We're enslaving animals to satisfy ourselves, so this really got me there, although it took me quite a while to make the decision to stop [eating meat].

Health did not appear to motivate vegetarian or vegan diets initially, however vegetarian and vegan participants in both countries noted the health benefits of not eating meat. Participants associated their diet with a healthy lifestyle and mentioned the negative health impacts of eating meat, including non-communicable diseases associated with meat consumption and concerns around the use of hormones and antibiotics in livestock production. Participants also described various health benefits they had personally experienced since eating a vegetarian or vegan diet, such as weight loss, clearer skin, thicker

hair, and higher energy levels. Becoming meat-free also encouraged some participants to increase the variety of foods in their diets. Health therefore served to reinforce decisions not to eat meat.

Chris, UK (vegetarian): I'd say the health impacts it's had on me has been absolutely fantastic in terms of like, giving me more energy, clearing up my skin, a lot of those things, and also in terms of diet before I became a vegetarian, I was a very sort of like nomadic cook, I was pretty terrible, I was pretty lazy, I didn't really cook much, but now I've become a vegetarian, slowly veganising my diet, I've sort of been branching off into foods that I've never really cooked with before.

Yara, Brazil (vegan): Then I understood veganism as a healthier way of life, it was better for my body, I felt much better than when I ate meat... My reactions got better, my digestion improved. [...] My body functioning has improved, my skin has improved, my stomach has improved, I don't feel heavy after eating, my diet is more nutritious and more varied, I consume everything I need.

3.3 AWARENESS OF THE NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF MEAT AND IMPACT ON DIET

Knowledge of the environmental impacts of livestock production varied substantially within each country. Both samples included those who were completely unaware of how livestock production might impact upon the environment and those who made explicit links between livestock production and environmental issues, including greenhouse gas emissions and climate change. In the UK sample, awareness tended to be particularly low among meat-eating compared to vegetarian/vegan participants. In Brazil, mixed levels of awareness were shown across meat-eating and vegetarian participants.

Becky, UK (meat-eater): I don't know to be honest. I know that eating meat and fish does [impact the environment], but I don't really understand like in what sort of way.

Marcela, Brazil (meat-eater): Well, I have no clue about the greenhouse effect, for instance, how this [meat consumption] affects it.

Interestingly, there were some cases in which meat-eating participants had reduced their meat consumption for environmental reasons. In these cases, participants had specifically reduced their beef consumption, acknowledging the greater environmental impacts of beef compared to other meats, such as chicken. This was the case in the UK and Brazil. On the other hand, other participants did not think that reducing their meat consumption would have much of a positive impact on the environment and were sceptical about the effects of individual change on environmental issues.

Nathália, Brazil (meat-eater): So, like, you... only me not eating [meat], I don't feel that I'm making a difference. It might be that... it's bad when people say that, I know. It looks bad when a vegetarian hear someone saying that, but this is what I feel.

Becky, UK (meat-eater): I guess I would be willing [to eat less meat], I don't know. I know it sounds bad but I think just one person doing it isn't really going to do anything about it.

In the UK, many vegetarian and vegan participants associated meat and dairy consumption with issues such as greenhouse gas emissions, water use, land use, de-forestation, and global food security. There was more variation in awareness among vegetarian participants in Brazil compared to the UK. In both cases, participants tended to become informed about the environmental consequences of meat production only after they had already adopted a vegan or vegetarian diet for another reason, generally relating to animal welfare. In both samples, participants became aware of the environmental

impact of meat and dairy after researching the topic, watching documentaries such as ‘Cowspiracy’, and talking to other vegetarians and/or vegans. This led to an increased awareness and incorporation of pro-environmental beliefs and values, with many participants stating that environmental reasons were an important motivation for continuing to exclude meat from their diet. This increased awareness led to a further reduction in the consumption of animal products for some UK participants. Therefore, environmental motivations appeared to reinforce rather than initiate participant’s decisions to stop eating meat.

Carol, Brazil (vegetarian): So, like, it was animal suffering [which led me to vegetarianism], and afterwards I thought also about nature because we’re destroying nature also because of agriculture, livestock farming, and stuff. That’s something that’s making a difference to keep me committed to [vegetarianism].

Angela, UK (vegetarian): I don't feel like it's moral to kill them [animals], it's kind of different to how badly they're treated as well on top of that, so there's that and, yeah things like ‘Cowspiracy’ like I watched part of it and thought it was terrible but I’m sure you're probably getting lots of people who've said that they've watched that, and I’ve now realised that the environmental impact of eating meat and, and fish as well, that it's just not really sustainable.

4 DISCUSSION

The motivations for eating meat were consistent across both samples and tended to support the four Ns of justification for meat consumption (Joy, 2010; Piazza *et al.*, 2015). Meat-eating participants felt that eating meat was *normal*, a habitual behaviour reinforced by social norms, necessary, providing important nutrients essential to a healthy diet, and *nice*, in terms of taste and providing variety to meals. This builds on past literature which has tended to investigate rationalisations for meat consumption in a single context, by showing that meat consumption can be motivated and justified in similar ways across different countries with different cultural practices. Interestingly, we did not find any evidence that participants rationalised their meat consumption through the justification that it is *natural*. Other justifications may therefore be more prevalent than the perceived naturalness of eating meat (Piazza *et al.*, 2015). Alternatively, the view that it is ‘natural’ to eat meat may be less common as awareness and concerns for the treatment of animals has become more prevalent across the world (O’driscoll; Butler; Arnott, 2023).

A surprising finding was that some meat-eating participants in Brazil had already previously tried to reduce their meat consumption. This was unexpected given that Brazil has been a major contributor to global growth in livestock-derived food demand (Bailey; Froggatt; Wellesley, 2014; Delgado, 2003; Pica-Ciamarra; Otte, 2011) and considering that meat consumption remains high and on an increasing trajectory in Brazil (FAO, 2023; OECD, 2021). This was less surprising in the UK sample, given increasing evidence of stagnating and even reduced meat consumption over the last decade (Benson *et al.*, 2019; Defra, 2023). The finding that many meat-eaters had reduced their meat consumption in the past or at present, reflects trends towards more flexible diets over recent years, including ‘flexitarian’ diets, which involve various ways and degrees of reducing or replacing meat (Dagevos, 2016; Derbyshire, 2017).

The motives for reduced meat consumption among meat-eating participants supported the role of motivations, aversions, and constraints as relevant dietary drivers, with variation shown across the samples. For example, while some participants in the UK stated that eating less meat can help to save money, Brazilian participants indicated that eating healthy vegetarian foods can be expensive, with this acting as a constraint towards their reduced consumption of meat. This demonstrates how micro-level motivations, such as cost, can interact differently across different cultures, as suggested by Rosenfeld and Burrow (2017). Moreover, this specifically demonstrates how income and other economic factors

can limit access to healthy vegetarian food options (Rammohan; Awofeso; Robbitaille, 2012; Wellesley; Happer; Froggatt, 2015), highlighting the importance of affordability in enabling diets that are healthy and sustainable. In support of this, recent literature demonstrating affordability to be one of the top priorities for encouraging an uptake of plant-based products in Brazil, where plant-based meat products tend to be more expensive than meat products (Newton *et al.*, 2024).

Another difference was that disgust emerged as an aversion towards certain types of meat among meat-eating participants in the UK, while this finding did not emerge in the Brazilian sample. Disgust tended to be associated with features representing the animal origin of meat, supporting literature evidencing disgust towards meat to be associated with moral motivations related to animal welfare (Hamilton, 2006). The fact that this finding was not consistent across the samples may reflect differences in the representation of meat in the UK and Brazil, as Western supermarkets tend to present meat that is already processed and does not contain strong cues of animal origins (Benningstad; Kunst, 2020). On the other hand, it is common to display whole animal carcasses at markets and restaurants in South America (Kunst; Haugestad, 2018). This supports past research demonstrating cues of meat's animal origin in promoting disgust and empathy towards the animal in countries where it is less common to see unprocessed meat, leading to reduced willingness to eat meat (Kunst; Haugestad, 2018). Therefore, while participants appeared to eat meat for similar reasons, motivations for and experiences of reducing one's meat consumption appeared to interact differently at an individual and country level.

It is interesting to note that awareness of the environmental impacts of meat also served to motivate reduced meat consumption among some of the meat-eating participants in the UK and Brazilian samples. Here, awareness of the impact of meat production on the environment led to the reduction of beef, an emission-intensive meat, specifically. Despite this, environmental concerns were not a key motivation for the initial adoption of a vegetarian diet among vegetarian and vegan participants. Instead, vegetarian diets in both UK and Brazilian samples tended to be motivated by ethical reasons relating to animal welfare. However, participants' motivations appeared to shift over the trajectory of them adopting a vegetarian diet, with awareness and concern for environmental factors becoming a more prevalent motivation after they had already adopted a vegetarian diet. This suggests that individuals may search for additional information and renegotiate their motivations for reducing their meat consumption over time. This is supported by a qualitative study of vegetarian motivations by Fox and Ward (2008), which similarly found environmental concern to emerge as a motivation for vegetarianism following adoption of a vegetarian diet for alternative reasons. They argue that environmentalism may emerge as part of a consequence of rationalisations for vegetarianism, as individuals seek additional reasons for their decision and are exposed to the views of others. This is also supported by the fact that people often seek out information that conforms to their beliefs, including relating to food (Dickinson; Kakoschke, 2021).

There appears to be increased information and media addressing the impacts of livestock production on the environment as well as on animal welfare, as popular documentaries, 'Cowspiracy' and 'Earthlings', were mentioned by participants in the UK and Brazil. Although information alone may not be sufficient to trigger dietary change, it can play an important role in socialising the idea of reduced meat consumption (Wellesley; Happer; Froggatt, 2015). In the case of the present study, documentaries were a useful tool for raising awareness of the negative environmental impacts of meat, with this awareness serving to reinforce decisions not to eat meat. This can be supported by a recent study which found that watching the Cowspiracy documentary increased participants' awareness of the environmental impacts of meat and improved their attitudes towards eating less of it, as well as increasing intentions to reduce their meat consumption, while no such changes were shown among the control group who watched a documentary on a different topic (Pabian *et al.*, 2020). Mainstream media therefore may have the potential to influence dietary choices and encourage dietary shifts away from meat across different countries and contexts.

While the present study provides useful insights into the motivations for meat consumption and vegetarianism, it is important to note the study limitations. The Brazilian sample was a student

population, while the UK sample was comprised of students and non-students. This means that the comparability between the two samples may be limited, as participants may have different experiences and concerns. This may also explain why awareness of the environmental impacts of meat appeared to be higher among meat-eating participants in Brazil compared to the UK. Moreover, the UK sample had a smaller vegetarian sample, limiting scope to explore the experiences of those following a vegetarian diet which may differ from those following a strictly vegan diet. It is common for qualitative studies to recruit small participant samples as qualitative studies focus on providing rich data on participant experiences rather than generalisation of research findings. However, it is possible that recruiting a larger and more diverse sample, for example by recruiting individuals living in different areas and on different incomes in the UK and Brazil, could have introduced new themes to the data and shed light on other individual experiences.

5 CONCLUSION

In this paper, we explored the similarities and differences between Brazilian and UK samples regarding the reasons for adopting — or not adopting — a plant-based diet. Among meat-eating participants in both countries, the "four Ns" of justification for meat consumption were commonly cited, with the exception that meat was not perceived as natural. Instead, eating meat was primarily viewed as normal, necessary, and nice. Animal welfare emerged as the primary motivation for adopting a plant-based diet in both samples, whereas environmental concerns were not a significant initial driver for vegetarianism. However, after transitioning to a plant-based diet, environmental awareness often became a key factor in sustaining it. In particular, widely known documentaries such as *Cowspiracy* and *Earthlings* played a significant role in informing vegetarian participants about the environmental impacts of meat consumption and reinforcing their commitment to a plant-based diet.

An interesting finding was that a vegetarian diet was perceived as expensive in Brazil, whereas in the UK, it was considered an economical option. Implementing policies in Brazil to make plant-based diets more affordable could help promote their adoption among the population. Another notable difference between the samples was the role of disgust. In the UK, aversion to meat that visibly resembled its animal origins emerged as a factor contributing to reduced meat consumption. In contrast, this was not observed in the Brazilian sample.

To conclude, there are a lack of cross-cultural studies in the literature on meat consumption and vegetarianism. In this paper we took initial steps to fill in this gap, however, there is much to be researched in this area. Researchers and policymakers would benefit from larger-scale qualitative studies that reveal the meaning and motivations for consuming meat and for the adoption of plant-based diets in different cultures. Such studies would be helpful for developing policy strategies to address environmental issues related to livestock production, including climate change, at a cross-national level and, particularly, beyond global North cultures, which dominate a large part of the international literature.

ADDITIONAL INFORMATION

ETHICAL STATEMENT

Ethical approval was received from Cardiff University School of Psychology Research Ethics Committee. The Brazilian research team did not submit their research project to an Ethics Committee as this was not required by their institution. However, we certify that the research adhered to the ethical principles of the American Psychological Association. In both countries, informed consent was attained by asking participants to continue only if they were willing to participate and if they had read and understood the instructions and information provided about the study aims and procedure. Participants were told

that participation was voluntary, that they could stop the interview at any point or refuse to answer any question they did not wish to answer. Upon completion of the study, participants were fully debriefed. The data were anonymized and treated confidentially.

FUNDING

This research was conducted as part of a PhD project co-funded by the Economic and Social Research Council and Cardiff University (UK data collection). Funders were not involved in the study design, collection, analysis and interpretation of data, the writing of the report, or the decision to submit the article for publication.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

EW, TRD, and TRT designed the research, EW and TRT conducted interviews, and EW, TRD and TRT analysed the data. EW conducted research activities in the UK, TRD and TRT conducted research in Brazil. WP and LW provided essential guidance in the research design, offered continuous feedback, and provided critical insights throughout the research process. All authors contributed to the writing and revision of the article. All authors have approved the submitted version.

NOTES

1 | Greenhouse gas emissions from livestock farming vary based on the scale of operations — such as agribusiness versus family farming — and the biome in which they occur. For instance, livestock farming in the Amazon often involves deforestation, while in grassland biomes, it typically does not (Litre *et al.*, 2007). Given that significant changes in dietary habits may take time, production-focused policies should simultaneously promote low-carbon farming practices to help mitigate climate emissions. However, we do not explore this issue further, as it falls beyond the scope of this paper.

REFERENCES

AIKING, H.; De BOER, J. The next protein transition. **Trends in Food Science and Technology**, v. 105, p. 515-522, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.008>

BACKER, C. J. S. de; HUDDERS, L. From Meatless Mondays to Meatless Sundays: motivations for meat reduction among vegetarians and semi-vegetarians who mildly or significantly reduce their meat intake. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 53, n. 6, p. 639–657, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1080/03670244.2014.896797>

BAILEY, R.; FROGGATT, A.; WELLESLEY, L. Livestock—Climate change’s forgotten sector: global public opinion on meat and dairy consumption. **Chatham House Report**. 2014. Available at: <https://www.chathamhouse.org/2014/12/livestock-climate-changes-forgotten-sector-global-public-opinion-meat-and-dairy-consumption>. Access at: 05 oct. 2024.

BAJZELJ, B. *et al.* Importance of food-demand management for climate mitigation. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 10, p. 924–929, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1038/nclimate2353>

BASTIAN, B.; LOUGHNAN, S. Resolving the Meat-Paradox: a motivational account of morally troublesome behavior and its maintenance. **Personality and Social Psychology Review**, v. 21, n. 3, p. 278–299, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1177/1088868316647562>

BASTIAN, B. *et al.* Don’t mind meat? The denial of mind to animals used for human consumption. **Personality and Social Psychology Bulletin**, v. 38, p. 247-256, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1177/0146167211424291>

BEKKER, G. A.; TOBI, H.; FISCHER, A. R. H. Meet meat: an explorative study on meat and cultured meat as seen by Chinese, Ethiopians and Dutch. **Appetite**, v. 114, p. 82-92, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.03.009>

BENNINGSTAD, N. C. G.; KUNST, J. R. Dissociating meat from its animal origins: a systematic literature review. **Appetite**, v. 147, p. 104554, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104554>

BENSON, A. *et al.* **The food and you survey**. Food Standards Agency. 2019. Available at: <https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/food-and-you-wave-5-secondary-analysis-current-food-landscape.pdf>. Access at: 05 oct. 2024.

BRATANOVA, B.; LOUGHNAN, S.; BASTIAN, B. The effect of categorization as food on the perceived moral standing of animals. **Appetite**, v. 57, n. 1, p. 193–196, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.04.020>

BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in Psychology. **Qualitative research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

BRAUN, V.; CLARKE, V. **Thematic Analysis: a practical guide**. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore, Washington DC e Melbourne: SAGE Publishing, 2022.

DAGEVOS, H. Exploring flexitarianism: meat reduction in a meat-centred food culture. In: RAPHAELY, T.; MARINOVA, D. (ed.). **Impact of meat consumption on health and environmental sustainability**. Hershey, PA: IGI global, 2016. p. 233-243.

DE BOER, J.; AIKING, H. Prospects for pro-environmental protein consumption in Europe: cultural, culinary, economic and psychological factors. **Appetite**, v. 121, p. 29-40, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.10.042>

DELGADO, C. L. Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution. **The Journal of nutrition**, v. 133, n. 11, p. 3907S-3910S, 2003. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3907S>

DERBYSHIRE, E. J. Flexitarian Diets and Health: a review of the evidence-based literature. **Frontiers in Nutrition**, v. 3, p. 55, 2017. Available at: <https://doi.org/10.3389/fnut.2016.00055>

DEPARTMENT OF FOOD ENVIRONMENT AND RURAL AFFAIRS. **Family Food FYE 2022**. United Kingdom: DEFRA, 2023. Available at: <https://www.gov.uk/government/statistics/family-food-fye-2022/family-food-fye-2022>. Access at: 05 oct. 2024.

DICKINSON, D. L.; KAKOSCHKE, N. Seeking confirmation? Biased information search and deliberation in the food domain. **Food Quality and Preference**, v. 91, p. 104189, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.FOODQUAL.2021.104189>

FEIGIN, S. V. *et al.* Proposed solutions to anthropogenic climate change: a systematic literature review and a new way forward. **Heliyon**, v. 9, n. 10, p. e20544, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20544>

FESTINGER, L. **A theory of cognitive dissonance**. Stanford, CA: Stanford University Press, 1957.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Census data**, 2019. Dataset. FAOSTAT. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/>. Access at: 05 oct. 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **With major processing by Our World in Data**. 2023. Available at: <https://ourworldindata.org/meat-production>. Access at: 05 oct. 2024.

FOX, N.; WARD, K. Health, ethics and environment: a qualitative study of vegetarian motivations. **Appetite**, v. 50, n. 2–3, p. 422–429, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.09.007>

GÓMEZ-LUCIANO, C. A. *et al.* Consumers' willingness to purchase three alternatives to meat proteins in the United Kingdom, Spain, Brazil and the Dominican Republic. **Food Quality and Preference**, v. 78, p. 103732, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103732>.

HAMILTON, M. Eating death: vegetarians, meat and violence. **Food, Culture & Society**, v. 9, n. 2, p. 155-177, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.02.009>

HARTMANN, C.; SIEGRIT, M. Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: a systematic review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 61, p. 11-25, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>.

HEDENUS, F.; WIRSENIUS, S.; JOHANSSON, D. J. A. The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. **Climatic Change**, v. 124, p. 79–91, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1104-5>

HOCQUETTE, J. F. Consumer perception of livestock production and meat consumption; an overview of the special issue "Perspectives on consumer attitudes to meat consumption". **Meat Science**, v. 200, p. 109163, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2023.109163>

HOFFMAN, S. R. *et al.* Differences between health and ethical vegetarians. Strength of conviction, nutrition knowledge, dietary restriction, and duration of adherence. **Appetite**, v. 65, p. 139-144, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.02.009>

IPSOS. **An exploration into diets around the world**. 2018. Available at: https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2018-09/an_exploration_into_diets_around_the_world.pdf. Access at: 05 oct. 2024.

ISHIGE, N. The history of food culture exchange for long-term periods: Japan as an example. **Enri Ethnological Studies**, v. 100, p. 11-22, 2019. Available at: <https://ndlsearch.ndl.go.jp/books/R100000136-I1390853649752187264>. Access at: 05 oct. 2024.

JOY, M. **Why we love dogs, eat pigs, and wear cows**. An introduction to carnism. San Francisco, CA: Red Wheel/Weiser, 2010.

KEMPER, J. A. Motivations, barriers, and strategies for meat reduction at different family lifecycle stages. **Appetite**, v. 150, p. 104644, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.APPET.2020.104644>

KUNST, J. R.; HAUGESTAD, C. A. P. The effects of dissociation on willingness to eat meat are moderated by exposure to unprocessed meat: a cross-cultural demonstration. **Appetite**, v. 120, p. 356-366, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.09.016>

KWASNY, T.; DOBERNIG, K.; RIEFLER, P. Towards reduced meat consumption: a systematic literature review of intervention effectiveness, 2001–2019. **Appetite**, v. 168, p. 105739, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.APPET.2021.105739>

LITRE, G.; TOURRAND, J.; MORALES, H.; ARBELETCHÉ, P. Ganaderos Familiares Gauchos: ¿Una opción hacia la producción sustentable? **Asian Journal of Latin American Studies**, v. 20, p. 105-147, 2007.

LOUGHNAN, S.; HASLAM, N.; BASTIAN, B. The role of meat consumption in the denial of moral status and mind to meat animals. **Appetite**, v. 55, n. 1, p. 156–159, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2010.05.043>

MINAS, A. M.; TIPPING, C. “**But we’re a meat-eating family**”: engaging environmentally concerned but politically distrustful groups on reducing meat and dairy. *CAST Briefing* 27. 2024. Available at: <https://cast.ac.uk/resources/briefings/>. Access at: 05 oct. 2024.

MINGAY, E. *et al.* Why We Eat the Way We Do: a call to consider food culture in public health initiatives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 22, p. 11967, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/IJERPH182211967>

NEWTON, P. *et al.* Price above all else: an analysis of expert opinion on the priority actions to scale up production and consumption of plant-based meat in Brazil. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 8, p. 1303448, 2024. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1303448>

NGUYEN, A.; PLATOW, M. J. I'll eat meat because that's what we do: the role of national norms and national social identification on meat eating. *Appetite*, v. 164, p. 105287, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105287>.

O'DRISCOLL, K. K. M.; BUTLER, F.; ARNOTT, G. Animal welfare science: rising to the challenges of a changing world. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 10, p. 1151773, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3389/FVETS.2023.1151773/BIBTEX>

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Meat consumption**. Agricultural output, 2021. Dataset. OECD. Available at: <https://doi.org/10.1787/44db9980-en>. Access at: 05 oct. 2024.

PABIAN, S. *et al.* Ninety Minutes to Reduce One’s Intention to Eat Meat: a preliminary experimental investigation on the effect of watching the cowspiracy documentary on intention to reduce meat consumption. *Frontiers in Communication*, v. 5, n. 69, 2020. Available at: <https://doi.org/10.3389/FCOMM.2020.00069>

PARLASCA, M. C.; QAIM, M. Ninety Minutes to Reduce One's Intention to Eat Meat: a preliminary experimental investigation on the effect of watching the cowspiracy documentary on intention to reduce meat consumption. *Front. Commun.*, v. 14, p. 17-48, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-111820-032340>

PIAZZA, J. *et al.* Rationalizing meat consumption. The 4Ns. *Appetite*, v. 91, p. 114–128, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.04.011>

PICA-CIAMARRA, U.; OTTE, J. The ‘Livestock Revolution’: rhetoric and reality. *Outlook on AGRICULTURE*, v. 40, n. 1, p. 7–19, 2011. Available at: <https://doi.org/10.5367/oa.2011.0030>

RAMMOHAN, A.; AWOFOESO, N.; ROBITAILLE, M. C. Addressing Female Iron-Deficiency Anaemia in India: Is Vegetarianism the Major Obstacle? *ISRN Public Health*, p. 765478, 2012. Available at: <https://doi.org/10.5402/2012/765476>

RITCHIE, H.; REAY, D. S.; HIGGINS, P. Potential of Meat Substitutes for Climate Change Mitigation and Improved Human Health in High-Income Markets. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, v. 2, n. 16, p. 1-11, 2018. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00016>

ROSENFELD, D. L.; BURROW, A. Vegetarian on purpose: understanding the motivations of plant-based dieters. *Appetite*, v. 116, p. 456-463, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.05.039>

RUBY, M. B. Vegetarianism. A blossoming field of study. *Appetite*, v. 58, n. 1, p. 141-150, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.09.019>

SANS, P.; COMBRIS, P. World meat consumption patterns: an overview of the last fifty years (1961-2011). *Meat Science*, v. 109, p. 106–111, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012>

SCHWARTZ, S. H. **Cultural Value Orientations**: nature and implications of national differences. Moscow, RU: State University Higher School of Economics Press, 2008.

STEENSON, S.; BUTTRISS, J. L. Healthier and more sustainable diets: What changes are needed in high-income countries? **Nutrition Bulletin**, v. 46, n. 3, p. 279–309, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1111/NBU.12518>

STURGES, J. E.; HANRAHAN, K. J. Comparing telephone and face-to-face qualitative interviewing: a research note. **Qualitative research**, v. 4, n. 1, p. 107–118, 2004. Available at: <https://doi.org/10.1177/1468794104041110>

TERRY, G. *et al.* Thematic Analysis. In: WILLIG, C.; STANTON, W. R. (ed.). **The Sage Handbook of Qualitative Studies in Psychology**. Los Angeles, London, New Delhi and Singapore: Sage, 2017. p. 17–37.

TILMAN, D.; CLARK, M. Global diets link environmental sustainability and human health. **Nature**, v. 515, n. 7528, p. 518–522, 2014. Available at: <https://doi.org/10.1038/nature13959>

UK DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD & RURAL AFFAIRS. **Family food FYE 2022**. 2023. Available at: <https://www.gov.uk/government/statistics/family-food-fye-2022/family-food-fye-2022>. Access at: 05 oct. 2024.

VAN BUSSEL, L. M. *et al.* Consumers' perceptions on food-related sustainability: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 341, p. 130904, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.130904>

WELLESLEY, L.; HAPPER, C.; FROGGATT, A. **Changing Climate, Changing Diets Pathways to Lower Meat Consumption**. Chatham House report. 2015. Available at: <https://www.chathamhouse.org/2015/11/changing-climate-changing-diets-pathways-lower-meat-consumption>. Access at: 05 oct. 2024.

XU, X. *et al.* Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. **Nature Food**, v. 2, n. 9, p. 724–732, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x>

Strategies for managing agrobiodiversity by peasant farmers in the Cerrado-Caatinga ecotone, Southwest Piauí, Brazil

Estratégias de manejo da agrobiodiversidade por agricultores camponeses do ecótono Cerrado-Caatinga, sudoeste do Piauí

Thiago Batista de Sousa ¹

Andréa Leme da Silva ²

Joxleide Mendes da Costa Pires Coutinho ³

¹ PhD Candidate, Agroecology and Territorial Development (PPGADT), Federal University of the São Francisco Valley, Espaço Plural, Juazeiro, BA, Brazil
E-mail: dthiagobatista@gmail.com

² Visiting professor, Graduate Program for the Development and Environment, Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, Brazil
E-mail: andrea.leme@ufrn.br

³ Adjunct Professor, Department of Biological Sciences, Federal University of Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI, Brazil
E-mail: joxleide@ufpi.edu.br

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55679

Received: 30/09/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

The relevance of agroecological strategies for conserving agrobiodiversity in areas with rich biodiversity, such as the Cerrado-Caatinga ecotone, is not well studied. The objective of this study is to understand the uses and management of rural agroecosystems in Southwest Piauí, Brazil, focusing on the relationships between biological and cultural diversity within the context of expanding the agricultural frontiers in Matopiba. The fieldwork data were collected through semi-structured interviews with 18 informants, exploratory walks through the agroecosystems, participant observation, and photographic documentation. The key strategies for managing agrobiodiversity by peasants include safeguarding biological diversity (i.e. native seeds, and agricultural species and varieties), and the multifunctionality of managed spaces (i.e. plant harvesting and animal husbandry in the communal areas of Cerrado and Caatinga). As a result, we identified over 80 species cultivated in small-farms and home gardens within the scope of managed plants, along with high intraspecific diversity. These practices reflect a co-evolutionary relationship between peasant farmers and their environment, where diversity is essential

for the climate resilience of agroecosystems and the food security of communities. The expansion of soybean monoculture represents severe threats through deforestation, loss of communal territories, and the homogenisation of cultivated species, endangering both ecological and biocultural diversity.

Keywords: Peasant farmers. Agroecosystems. Agroecology. Agribusiness. Serra Vermelha. Piauí. Cerrado-Caatinga ecotone.

RESUMO

A relevância das estratégias agroecológicas para a conservação da agrobiodiversidade em áreas com rica biodiversidade, como o ecótono Cerrado-Caatinga, não é bem estudada. O objetivo deste estudo é compreender os usos e a gestão dos agroecossistemas rurais no sudoeste do Piauí, Brasil, com foco nas relações entre diversidade biológica e cultural no contexto da expansão das fronteiras agrícolas em Matopiba. Os dados de campo foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com 18 informantes, caminhadas exploratórias pelos agroecossistemas, observação participante e documentação fotográfica. As principais estratégias para o manejo da agrobiodiversidade pelos camponeses incluem a salvaguarda da diversidade biológica (ou seja, sementes nativas, espécies e variedades agrícolas) e a multifuncionalidade dos espaços manejados (como a coleta de plantas e a criação de animais nas áreas comunais do Cerrado e da Caatinga). Como resultado, foram identificadas mais de 80 espécies cultivadas em pequenas propriedades e quintais no escopo das plantas manejadas, juntamente com alta diversidade intraespecífica. Essas práticas refletem uma relação coevolutiva entre os agricultores camponeses e seu ambiente, em que a diversidade é essencial para a resiliência climática dos agroecossistemas e a segurança alimentar das comunidades. A expansão da monocultura da soja representa ameaças graves por meio do desmatamento, perda de territórios comunais e homogeneização das espécies cultivadas, colocando em risco tanto a diversidade ecológica quanto a biocultural.

Palavras-chave: Agricultores camponeses. Agroecossistemas. Agroecologia. Agronegócio. Serra Vermelha. Piauí. Ecótono Cerrado-Caatinga.

1 INTRODUCTION

Agricultural biodiversity, or agrobiodiversity, is essentially a product of the interrelationship between humans and natural ecosystems, developed by farmers over the last 10,000 to 12,000 years (Santilli, 2014). According to the definition of the Convention on Biological Diversity (CBD), “agrobiodiversity is a broad term that includes all of the components of biodiversity that are relevant to agriculture and food, and all the components which compose agroecosystems: the variability of animals, plants, and microorganisms at the genetic level of species and ecosystem necessary to sustain the key functions of ecosystems, their structures, and processes” (CBD, 2000).

Agrobiodiversity plays a crucial role in nutritional diversification, sustainable production, and food sovereignty (Jones *et al.*, 2021). The Food and Agriculture Organization (FAO) Report (2019) highlights the importance and decline of global agrobiodiversity, as well as the need to transition towards more sustainable and resilient food systems. The excessive dependence on a few species, varieties, and breeds, as well as the disappearance of pollinators and other organisms which support food and agriculture, threatens the sustainability of our food system and impacts human and environmental health.

The primary cause of agricultural biodiversity loss has been the replacement of local and traditional varieties by “modern” high-yielding varieties with narrow genetic diversity (Empeaire, 2020). The shift towards industrial agriculture not only represents a threat to the diversity of cultivated plants, but also to the knowledge, rights, and livelihoods of indigenous and traditional people in the tropics (Santilli, 2009). Furthermore, monocultures and other simplified agricultural production systems are more prone to pest and disease outbreaks, reduced soil quality, and experience more frequent crop losses (Altieri; Nicholls, 2004).

Ove and Spaner (2007) summarise three main strategies for agrobiodiversity conservation: a) *in situ* conservation of genetic diversity through sustainable crop management and maintenance of locally adapted varieties; b) *ex-situ* conservation through storing seeds and genetic material in germplasm banks; and c) implementing agroecological techniques, such as agroforestry, intercropping, and crop rotation, which contribute to biodiversity conservation, improve soil health, and minimise the use of chemical inputs. Although *in situ* conservation has historically been neglected (Brush, 1995), this mechanism provides a valuable complement to *ex-situ* methods by preserving biological and social processes.

Brazil is a centre of agricultural diversity, where *in situ* conservation (by farmers) predominates, contrasting with the *ex-situ* conservation strategies (in germplasm banks) traditionally promoted by the Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Eloy et al., 2018). *In situ* conservation of agrobiodiversity reduces the vulnerability of traditional, biodiversity-rich agricultural systems, in contrast to introducing modern species and varieties (Wood; Lenné, 1997). Santilli (2014) points out the scarcity of agricultural policies dedicated to preserving agricultural biodiversity (one of the few public policies on the topic is the National Policy of Agroecology and Organic Production – Pnapo). In this context, experiences of systematisation and patrimonialisation of agrobiodiversity (Empereaire; Cunha; Tozi, 2017; Empereaire; Eloy; Seixas, 2016), along with seed networks (Bevilaqua et al., 2014; Coomes et al., 2015) provide important solutions to the threats of biodiversity loss, contributing to the conservation of agrobiodiversity, food security, and climate resilience.

The agricultural practices of indigenous and traditional people play a central role in safeguarding a rich diversity of native and cultivated plant species (Carvalho, 2013; Eloy et al., 2020). Santilli emphasises that “the cultural processes, knowledge, practices, and agricultural innovations developed and shared by farmers are a key component of agrobiodiversity” (Santilli, 2009, p. 94). Diniz et al. (2024) emphasise that the transition to more sustainable production models requires new perspectives on the human-nature relationship which value the plural understanding of knowledge present in sociobiodiversity. These new perspectives must take into account biocultural diversity, which consists of the interaction between natural systems and human cultures (Diniz et al., 2024).

This study area becomes highly relevant in the southwest of Piauí due to the consolidation and expansion of the agricultural frontier, most notably soybean cultivation, in the Piauí Cerrado, which constitutes one of the areas of the Matopiba territory (acronym for the states of Maranhão, Tocantins, Piauí, and Bahia), created by Decree 8.447/2015 (Brasil, 2015). Soybean cultivation has been responsible for increasing deforestation in the Cerrado, promoting an indiscriminate use of agrochemicals, and exacerbating the water and climate crises (Eloy et al., 2023; Salmona et al., 2023; Silva et al., 2021), as well as intensifying social and territorial conflicts in the region (Favareto, 2019).

Given this context, the present study focuses on the Cerrado-Caatinga ecotone regions in the southwest of Piauí, historically occupied by indigenous, traditional communities, and peasant farmers. Despite the importance of agrobiodiversity conservation, the agroecological strategies of family-based peasant agriculture and their interface with high biodiversity areas (such as the Cerrado-Caatinga ecotone) are still poorly studied (Souza et al., 2017). Based on an understanding of the relationship between biological and cultural diversity, this article aims to analyse the usage and management forms of peasant agroecosystems in the southwest of Piauí. Specifically, we aim to investigate the strategies employed by peasant farmers to promote agrobiodiversity in the soybean monoculture agricultural frontier and identify potential impacts of agribusiness in the studied area.

2 METHODOLOGY

2.1 STUDY AREA

The study area is located in the municipalities of Redenção do Gurgueia and Curimatá, in the southwest of Piauí (Figure 1). This region is part of the Chapadões da Serra Vermelha, an ecotone area between the Cerrado and Caatinga, characterised by high biological diversity (Castro *et al.*, 2008). Santos Filho and Souza (2018) estimated the existence of approximately 280 plant species and 79 animal species in the ecotone. This region is included in the priority areas for Conservation by the Brazilian Ministry of the Environment (MMA, 2018) due to the “irreplaceability” of its flora.

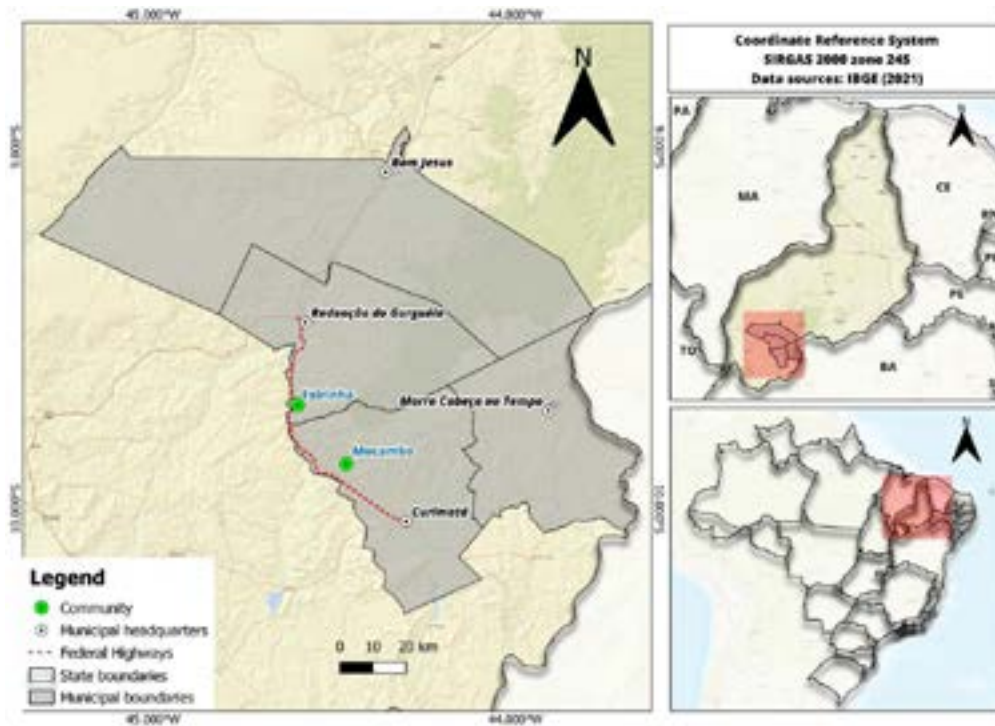


Figure 1 – Location of the studied communities along sections of PI-257.

Source: Prepared by Arthur Wendel (2023).

The Serra Vermelha region consists of “an important area of environmental interest in the northeastern hinterland, possessing one of the greatest biodiversity concentrations in Brazil, with its reddish rock outcrops and various other natural environments” (Batista; Albuquerque, 2019, p. 3). This region has been the target of many disputes due to pressure from expanding the agricultural frontier from Matopiba, and it has now been claimed by the environmental movements as a protected area contiguous to the Serra das Confusões National Park (Valor Econômico, 2023).

The local species are generally adapted to the conditions of water scarcity during the dry season and high temperatures. The “hypoxerophytic Caatinga” is characterised by heterogeneous vegetation, dominated by shrubs, herbaceous plants, and trees with adaptive and resilient capacities to fire and xerophytic conditions (Sousa *et al.*, 2024).

2.2 STUDIED COMMUNITIES

The subjects in this study are referred to as peasant farmers. From the perspective of the agrarian capitalism paradigm, the conceptual notions of family farming focus on the idea of the peasant as synonymous with primitive, a remnant of feudalism, whose tendency is to disappear with the expansion of capitalism. “Thus, the identity dimensions that nourish the categories ‘peasant’ and ‘family farmer’ are denied, removing any reference to the constitution of political subjects,” and their sectoral participation (Wanderley, 2014, p. 31). Therefore, despite profound internal changes, the peasant way of life is maintained through resistance and reinvention (Eloy *et al.*, 2020; Fabrini, 2011).

The study was conducted in two communities located along sections of the PI-257 highway, the main access road to the region (Figure 1). The Feirinha community is situated in the heart of the agricultural frontier, where land appropriation is advanced, driven by the Matopiba project (Favareto, 2019). Most agroecosystems in this area feature plateaus and caatingas, with private land to the east and the Paraim River to the west, which borders the tablelands and floodplains along its course. The Feirinha community is home to 39 families (146 people), the majority of whom are adults. The land is registered under the names of three local families, each owning around 78 hectares.

The Mocambo community is home to eight families, most of whom are adults over 30 years old. This community is located approximately 6 km from the PI-257 highway, and the residents live in Caatinga areas with tablelands, floodplains, and in rare cases plateaus. The families in Mocambo own between 100 and 156 hectares of land, where they grow their main crops on the floodplain lands. Unlike in the Feirinha community, where cattle roam freely on the plateaus from November to May, part of the cattle in Mocambo are kept year-round within the caatingas, close to their household.

Peasant families produce for subsistence and sell the surplus, while also saving seeds for the next planting season. There are variations in the crops depending on the space (farms and home gardens) and the species cultivated. Similar to other studies, peasant farmers in this area adopted traditional agricultural practices such as slash-and-burn systems, including periods of fallow, intercropping, and crop rotations (Eloy *et al.*, 2020; Emperaire, 2020). The productive activities are complemented by the collection of fruits, wood, medicinal plants, and honey, among others (Sousa; Silva, 2022).

2.3 METHODOLOGICAL PROCEDURES

A total of 18 semi-structured interviews were conducted, with 10 in the Feirinha community (representing 10% of the adult population) and 8 in the Mocambo community (n = 18 interviews). The interviews included 10 men and 8 women, aged between 23 and 85 years (average age of 61 years). The interviews took place between October 2022 and April 2023. All interviews were conducted by the first author of this paper, who himself is from a village in the region of the Feirinha community. The snowball sampling method was used in Feirinha to select the interviewees (key informants) (Baldim; Munhoz, 2011), while all families in Mocambo were interviewed.

Prior to conducting the interviews, each participant was presented with an informed consent form (ICF) which detailed the research procedures, content, and expectations. Formal consent was obtained by each interviewee signing the ICF.

The interviews addressed various topics, including the use of cultivated spaces (agroecosystems), cultivation of species (agrobiodiversity), and external influences (agribusiness), among others. Complementing the interviews, transect walks and direct observation of the agroecosystems were conducted to observe the managed spaces, such as farms, home gardens, and others. Data was recorded using a mobile phone recorder, photographic documentation, and field notes.

In addition, a survey was conducted on the plants cultivated and collected by the interviewed peasant farmers in each community based on the interviews and observations. This survey involved documenting the cultivated and managed plants through transect walks in the agroecosystems. The survey included the species' names, general observations, and photographic records with the owner(s) of the agroecosystem. Although no botanical specimens were collected, photographic records facilitated botanical identification of the species by specialists in the field.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 PHYTO-PHYSGNOMIC DIVERSITY OF PEASANT AGROECOSYSTEMS

Agroecology operates on the principle that peasant agroecosystems are modifications of natural ecosystems through human activity (Gliessman, 2002; Hart, 1985; Petersen *et al.*, 2017). These systems are considered open and structurally subordinate to larger-scale systems, engaging in exchanges of matter, energy, and information with external subsystems. Each subsystem's role is interaction and support, contributing to the self-organising dynamics of the entire system (Hart, 1985).

Understanding peasant agroecosystems is inseparable from understanding the way of life of the people involved (Silva, 2021). Family farmers and peasants create and recreate their own knowledge, lifestyles, and agricultural systems, rooted in ancestral knowledge, while constantly reformulating these practices as necessary within the constraints of space, time, and daily realities (Conte; Souza, 2013). In this sense, they are highly skilled at producing “abundant and diverse food in harmony with nature, respecting its cycles, recovering and maintaining what is essential [...]: water, fertile soils, biodiversity, cultural wealth, and the wisdom of peoples and communities” (Monteiro, 2012, p. 68), which sustain these spaces.

We observed that the peasants in the studied communities manage a diverse range of agroecosystems, which include different phyto-physiognomic types in both family and communal production areas (Figure 2).

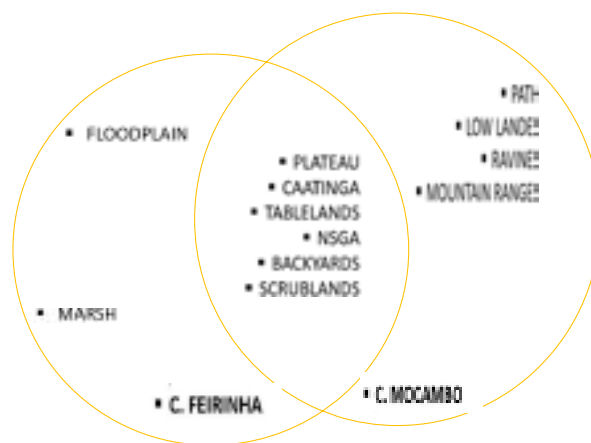


Figure 2 – Overview of the phyto-physiognomic diversity of agroecosystems in the studied communities; (NSGA = Social Management Core of Agroecosystems)

Source: Authors (2024).

The productive areas include wide phyto-physiognomic diversity, with family production spaces such as lowlands and wetlands. It was observed that the ecological diversity of these agroecosystems leads to common usage and management forms among peasants in both of the studied communities. These spaces host annual agricultural species, fruit trees, medicinal plants, and ornamental species (Table 1), along with animal husbandry (chickens, goats, etc.).

From the perspective of the farmers, certain areas are considered “weaker” lands, making them more suitable for crops such as cassava (*Manihot esculenta Crantz*). The plateaus and home gardens are also referred to as “higher lands,” where dryland crops (which rely solely on rainfall) such as beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), corn (*Zea mays* L.), and pastures like *Andropogon* grass (*Andropogon gayanus* Kunth) are introduced.

The lands along the riverbanks (floodplains) are rich in water and have moist soils, and so are ideal for crops adapted to water stress, such as rice grass (*Oryza sativa* L) (Figure 3). The lowlands (also known as wetlands) are low, sandy areas along streams, well-suited for various types of cultivation, including mangaba rice and cassava. Wetlands have similar characteristics to the lowlands but are closer to small ravines where water runs off. These areas are considered more productive in agroecosystems. Peasants traditionally take advantage of the end of the dry season (March to May) due to the land’s capacity to sustain crops and provide better yields, thus ensuring food security throughout the year.



Figure 3 – Examples of flooded systems such as floodplains and lowland areas.

Source: Authors (2024).

The communal areas include caatinga, plateaus, swamps, drylands, and ravines. From the farmers’ perspective, both areas have unique features, often containing endemic species useful for local collection and extraction.

Tree species dominate in the caatinga, creating a denser landscape compared to other areas, where farmers gather fruits such as caatinga passion fruit (*Passiflora cincinnata* Mast.), bat fruit (*Dipteryx lacunifera* Ducke), cambui (*Myrcianasp.*), etc., for consumption. The landscape in the plateaus is more open, with a variety of species, including twisted, low, and shrubby trees typical of the Cerrado. Here, peasants collect fruits such as black puçá (*Mouriri pusa* Gardner), pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes), and olho-de-boi (*Diospyros lasiocalyx* (Mart.) B.Walln.), which are valuable for family consumption. Additionally, both areas present in both communities are used for extractivism and cattle grazing from November to April.

There are noticeable differences regarding other communal use areas between the communities, with peasants taking advantage of the endogenous potential of the agroecosystems as they are offered. For instance, the processing of buriti palm trees (*Mauritia flexuosa* L.f.) and their derivatives, including fruit

consumption during seasonal periods, pulp preservation for year-round use, and commercialisation, is a significant activity performed by peasants in Feirinha, thanks to the presence of swamps. The swamp areas are abundant in water, and so they are also used for growing crops such as rice grass, corn, and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne), among others.

Peasants in the Mocambo community have larger expanses of dryland areas, which are nearly barren and covered with low vegetation. Species such as caroá (*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez) are extracted in these areas for making ropes, and xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C. Weber) Byles & Rowley) is used as cattle feed, but this practice is absent in Feirinha despite some traces of drylands. Ravines were defined by one farmer as “a mouth of forest at the foot of the hills,” and contain shrubby trees. These areas are preferred by farmers for cattle grazing, as they host species that provide fruits for feeding cattle, such as biriba (*Terminalia corrugata* (Ducke) Gere & Boatwr) and maniçoba (*Manihot caerulescens* Pohl). Lastly, the hills are pediplaned areas that are home to specific wild animal species, making them important for local hunting.

It is evident that these landscapes have been shaped over time by land use, management practices, and the preparation of plots for cultivation, and so they form environments where culture and nature are deeply intertwined. They reflect a productive and secure place for people to live in both space and time (Clement *et al.*, 2021).

3.2 INTER AND INTRASPECIFIC DIVERSITY IN THE STUDIED COMMUNITIES

In the context of managed plants, 80 cultivated species were recorded in productive areas, including croplands and homegardens (Table 1). The agrobiodiversity of peasant farmers comprises 21.25% native species from the Cerrado and Caatinga biomes.

Notable examples among the native species include assa peixe (*Vernonanthura brasiliiana* (L.) H. Rob.), used to treat bronchitis and pneumonia, and umbu (*Spondias tuberosa*) fruit, consumed as food in the Caatinga region. Several exotic species are also cultivated in homegardens, such as jamelão (*Syzygium jambolanum*) and pomegranate (*Punica granatum* L.).

As observed in other studies (Sanfilippo *et al.*, 2021; Santana *et al.*, 2023), the greatest richness of cultivated species is concentrated in productive homegardens (Table 1), which are predominantly managed by women, emphasising their central role in safeguarding agrobiodiversity. On the other hand, the diversity of crops grown in croplands, which include maize, beans, squash, melon, and cassava, among others, represents a predominantly male-driven activity.

Table 1 – Cultivated and collected plants in the studied communities.

Popular name	Scientific name	Family	Planting location	Uses
Abacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae Lauraceae	Hg	F
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merril	Bromeliaceae	Hg, Se	F
Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Cucurbitaceae	Hg, Pl, Ll, Fp, Wl	F
Açafrão	<i>Curcuma alismatifolia</i> Gagnep.	Zingiberaceae	Hg, Ll	F, M
Acerola	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	Hg	F, M
Agrião	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	Brassicaceae	Hg	F
Alecrim	<i>Salvia rosmarinoides</i> A.St.-Hil. ex Benth.	Lamiaceae	Hg	M
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Asteraceae	Hg	F

Popular name	Scientific name	Family	Planting location	Uses
Algodão	<i>Gossypium sp</i>	Malvaceae	Hg	M
Amora	<i>Morus nigra L</i>	Moraceae	Hg	F, M
Araçá	<i>Psidium cattleianum Sabine</i>	Myrtaceae	Hg	F
Arroz	<i>Oryza sativa L</i>	Oryzoideae Poaceae	LI; Fp; WI; Se	F, Af, Ad
Assa-peixe	<i>Vernonanthura brasiliiana (L.) H.Rob</i>	Asteraceae	Hg	M
Babosa	<i>Aloe arborescens Mill.</i>	Asparagaceae	Hg	M
Bambu	<i>Bambusa bambos (L.) Voss</i>	Poaceae	Hg	Art
Banana	<i>Musa paradisiaca L. (var. Musa acuminata Colla)</i>	Musaceae	Hg, LI, WI, Fp	F, M, Ad, Af
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas (L.) Lam</i>	Convolvulaceae	Hg, LI, Fp	F
Berinjela	" <i>Solanum mammosum L</i> "	Solanaceae	Hg	F
Boldo	<i>Plectranthus cf. barbatus Andr.</i>	Lamiaceae	Hg	M
Bugarinho	<i>Jasminum sambac. (L.) Aiton</i>	Oleaceae	Hg	OR
Cabaça	<i>Lagenaria siceraria (Molina) Standl</i>	Cucurbitaceae	Hg	Art
Cabeça-de-fraldeia	<i>Melocactus bahiensis (Britton & Rose) Luetzelb.</i>	Cactaceae	Hg	OR
Caju	<i>Anacardium occidentale L.</i>	Anacardiaceae	Hg, PI, LI, Fp, WI	F, M, Ad, Af
Capim forragens	<i>Cymbopogon sp</i>	Poaceae	Hg, PI LI; Fp, WI	M, Af
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum L.</i>	Poaceae	Hg, LI, Fp	A, Af
Canela	<i>Cinnamomum verum J.Presl</i>	Lauraceae	Hg	M
Cebolinha	<i>Allium fistulosum L.</i>	Amaryllidaceae	Hg	F, M
Coco	<i>Cocos nucifera L.</i>	Arecaceae	Hg	F, M
Coentro	<i>Coriandrum sativum L.</i>	Apiaceae	Hg	M
Coité	<i>Crescentia cujete L.</i>	Bignoniaceae	Hg	Art
Coronha	<i>Macropsychanthus violaceus (Mart. ex Benth.) L.P. Queiroz & Snak</i>	Fabaceae	Hg	Spiritual
Erva-doce	<i>Pimpinella anisum L.</i>	Apiaceae	Hg	M
Erva-cidreira	<i>Melissa officinalis L.</i>	Lamiaceae	Hg, LI, Fp	M
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp</i>	Eucalipteae Myrtaceae	Hg	M
Fava	<i>Phaseolus lunatus L.</i>	Fabaceae	LI	F, Ad, \$, Af
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata (L.) Walp.</i>	Fabaceae	Hg, LI, PI, WI, Fp, Se	F, M, Af, \$, IN, Ad
Folha Santa	<i>Kalanchoe pinnata (Lam.) Pers</i>	Crassulaceae	Hg	M
Fumo	<i>Nicotiana tabacum L.</i>	Solanaceae	Hg	F, IN
Gengibre	<i>Zingiber officinale Roscoe</i>	Zingiberaceae	Hg	M
Gergelim	<i>Sesamum indicum L.</i>	Pedaliaceae	Hg, PI, LI, WI, Fp	IN, F, Af, M
Goiaba	<i>Psidium guajava L.</i>	Myrtaceae	Hg, LI, Fp, Se	F, M, Af
Graviola	<i>Annona muricata L.</i>	Annonaceae	Hg	F
Hortelã	<i>Mentha spicata L.</i>	Lamiaceae	Q	M
Inhame	<i>Colocasia esculenta (L.) Schott</i>	Araceae	Hg, LI, PI	F
Jamelão	<i>Syzygium cumini (L.) Skeels</i>	Myrtaceae	Hg	F, M
Laranja	<i>Citrus sinenses (L.) Osbeck</i>	Rutaceae	Hg, LI, Fp, WI	F, M, Ad
Lima	<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae	Hg, LI, Fp, WI	F, M, Ad

Popular name	Scientific name	Family	Planting location	Uses
Limão	<i>Citrus ×limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Hg, LI, PI, WI	F, M
Malva-do-Reino	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Lamiaceae	Hg	F
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Hg, LI, VE	F, M, Af
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	Hg, PI	F, Af
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Q, PI, Fp, LI, Se	F, M, Ad
Maracujá	<i>Passiflora</i> sp	Passifloraceae	Hg	F, M
Maravilha	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	Hg	OR
Mastruz	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants.	Chenopodiaceae Amaranthaceae	Hg	M
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i> L.	Cucurbitaceae	Hg, LI, Fp, PI	F
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	Hg, LI, Fp, PI, VE	F, M, IN, Af, Ad
Mimo do céu	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn	Polygonaceae	Hg	OR
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Cucurbitaceae	Hg, LI, PI, VA	F, IN, Ad, Fa
Melão	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	Hg, LI, PI, Fp	F, IN, Ad, Af, Ad
Meloa	<i>Cucumis melo</i> L. × <i>momordica</i>	Cucurbitaceae	Hg, LI, PI, Fp	F, IN, Ad, Af, Ad
Ninho	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	Hg	IN
Ora-pro-nobis	<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	Cactaceae Juss	Hg	M
Palma	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cactaceae	Hg	Af
Pião	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Euphorbiaceae	Hg	M, Spiritual
Pimenta	<i>Capsicum</i> sp.	Solanaceae	Hg, LI, WI	IN, Ad, A, M
Pimenta de Macaco	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mar	Annonaceae Juss	Q	M
Pinha	<i>Annona squamosa</i> L	Annonaceae Juss	Hg	F
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae Juss.	Hg	F
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Malvaceae Juss	Hg, LI	F
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae Lythraceae	Hg	M
Rosa do deserto	<i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Roem. & Schult.	Apocynaceae Juss	Hg	OR
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Hg	F, Af
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae	Hg	F
Tangerina	<i>Citrus</i> spp.	Rutaceae	Hg	F
Terramicina	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae	Hg	M
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae	Hg, Fp	F
Umbú	<i>Spondias tuberosa</i> L Arruda	Anacardiaceae	Hg	F
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Hg	F
Vinagreiro	<i>Hibiscus Sabdariffa</i> L.	Malvaceae	Hg	F

Legend: **Uses:** F = Food; M = Medicinal; C = Condiment; Ad = Fertilizer; Af = Animal feed; Art = Handcraft; OR = Ornamental; IN = Insecticide. **Planting Locations:** Hg = Home garden; PI = Plateau; LI = Lowland; WI = Wetland; Fp = Floodplain; Se = Swamp edge.

Source: The authors.

At least 24 of the managed plant species were recorded with more than one intraspecific variant, with the most diverse ethnovarieties found among species of fava beans, bananas, rice, beans, and maize (Table 2).

Table 2 – Ethnovarieties of cultivated species in croplands and homegardens

Popular name	Scientific name	Family	Ethnovarieties	N
Capim forragem	<i>Cymbopogon sp</i>	Poaceae	"Capim santo" " <i>Andropogon</i> " "momaça" "Baiuiara" "mandante" "pangola" "Capim estrela"	7
Fava	<i>Phaseolus lunatus L.</i>	Fabaceae	Fava roxa", Fava branca", "Fava pintada", "listadinha", "fava preta" "fava timbó", "fava vermelha"	7
Banana	<i>Musa spp.</i>	Musaceae	"Maçã", "Três Quintaluina", "Cachiola" "Prata", "Baixãonana d'água" "Baixãonana roxa" "marmelo"	7
Milho	<i>Zea mays L.</i>	Poaceae	"Tardão:"Cunha", "MangaBaixão", "Milho Branco" Ligeirinho:"ligeiro", "híbrido", "transgênico", "safrinha"	7
Arroz	<i>Oryza sativa L.</i>	Poaceae	"Capim"; "Maranhão vermelho"; "Maranhão branco"; "Mangaba Baixão"; "Saia velha".	5
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata (L.) Walp.</i>	Fabaceae	Sempre verde", "pitiu", "feijão vinagre" "feijão de corda", "rabo de pe"	5
Melancia	<i>Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai</i>	Cucurbitaceae	"buscapê", "japonesa", "comum", "projeto"	4
Manga	<i>Mangifera indica L.</i>	Anacardiaceae	"Espada" "Sumo" "roxa" "manguita"	4
Mandioca mansa	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Euphorbiaceae	"manteiguinha", "cacau", "serrana", "mão de onça" "pé de pombo",	4
Laranja	<i>Citrus sinenses (L.) Osbeck</i>	Rutaceae	"Laranja gigante", "Laranja comum", "Laranja da terra"	3
Limão	<i>Citrus xlimon (L.) Osbeck</i>	Rutaceae	Limão galego", "Limão comum, "Limão pocã"	3
Gergelim	<i>Sesamum indicum L.</i>	Pedaliaceae	"Gergelim Branco" "Gergelim preto"	2
Goiaba	<i>Psidium guajava L.</i>	Myrtaceae	"Goiaba Branca", "Goiaba vermelha"	2
Lima	<i>Citrus sp.</i>	Rutaceae	"Lima comum", "Lima rosa"	2
Melão	<i>Cucumis melo L.</i>	Cucurbitaceae	"Melão-abóbora", "melão-rei"	2
Mamão	<i>Carica papaya L.</i>	Caricaceae	"Papaia", "mamão- macho"	2
Pitanga	<i>Eugenia uniflora L.</i>	Myrtaceae Juss.	"Pitanga Amarela", "Pitanga Vermelha"	2
Meloa	<i>Cucumis melo L. x momordica</i>	Cucurbitaceae	Amarela", "rajada"	2
Araçá	<i>Psidium cattleianum Sabine</i>	Myrtaceae	Araçá de Vazante, Araçá de Baixão	2
Mandioca brava	<i>Manihot esculenta Crantz</i>	Euphorbiaceae	"Babuzinha" "Baixa preta"	2
Abóbora	<i>Cucurbita moschata Duchesne</i>	Cucurbitaceae	Jerimum", "Casco de Jacaré"	2
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus (L.) Moench</i>	Malvaceae	peludo, liso	2

Source: The authors.

The maintenance of inter and intraspecific agrobiodiversity, particularly in introduced plant species, has significant positive impacts on food and nutritional security (Cleveland *et al.*, 1994; Santilli, 2009), contributing to the relative autonomy of rural communities (Fernandes, 2012). Ove and Spaner (2007) emphasise that this agricultural diversity is essential for ecological resilience, food security, and the sustainability of agroecosystems.

For instance, farmers preserve seeds from “quick” crop varieties of rice, maize, and beans, meaning those maturing within a shorter period (March to April), and heirloom seeds referred to as “late” crops, which require longer cultivation periods (November to March). This diversity contributes to food security (Fernandes, 2012) by mitigating risks in case of crop failures. Additionally, using specific varieties ensures preservation of heirloom crops: “We have the tradition of planting mangaba maize alongside other varieties. They say planting it with black maize prevents crop loss” (Interviewee 6, Mocambo Community, 2023).

Traditional seed management practices play a critical role in maintaining biological diversity and fostering resilient and sustainable agricultural systems. Bevilaqua *et al.* (2014) highlight the role of seed-keeper farmers in preserving local varieties and expanding agrobiodiversity, emphasising the contribution of these practices to environmental resilience and food security in rural communities. Similarly, Coomes *et al.* (2015) argue that seed networks are fundamental for genetic conservation, strengthening food sovereignty, and enabling crops to adapt to climate change.

The adaptation of agroecosystem practices to local ecological diversity is evident in different preferences among communities. For example, interviewees from Feirinha showed greater interest in conserving “capim rice,” better adapted to floodplain regions. In contrast, farmers from Mocambo preferred “mangaba rice,” more suited to lowland soils. Farmers also noted distinctions in the genetic varieties of fava beans, typically grown in lowlands rather than floodplains or upland plateaus. Sandy soils are more suitable for purple and yellow fava varieties, which are less bitter. This cultivation is rare in Feirinha, but common in Mocambo.

Farmers experiment with, maintain, and select intraspecific varieties using strategies that ensure ecological function and adaptation within agroecosystems. For example, one farmer justified selecting sugarcane varieties based on sweetness and drought resistance. However, the lack of resources for processing impacts the conservation of cassava varieties, categorised as “sweet” or “bitter.” The existence of a processing facility in Mocambo supports using the bitter variety “*babuzinha*,” while Feirinha farmers show little interest in such varieties due to the absence of processing means.

Intraspecific diversity also generates new varieties through natural hybridisation, contributing to cultural and ecological resilience. This dynamic is observed in crops such as heirloom maize (e.g., mangaba, yellow, wedge-shaped, black), squash (green or yellow-skinned, neck squash), and fava beans (black, white, red). Farmers highly value seeds and employ diverse agroecological strategies for their conservation. For instance, maize and rice seeds are stored by hanging them, with the husk playing a critical protective role. Rice seeds are often stored above wood stoves, where heat prevents pest infestation, while bean seeds are buried in sand, barrels, or plastic bottles. Additionally, familial and neighbourly networks support seed exchanges and help maintain diversity in case of loss.

Beyond plants, 11 domesticated animal species were recorded, providing food and family supplies or indirectly contributing to agroecosystem maintenance. As Hart (1985) noted, interactions between plant and animal species enhance agrobiodiversity abundance. For example, intensive cattle farming occurs from May to October near floodplains and upland pastures with grasses such as *Andropogon*.

Farmers also emphasise the varietal importance of domestic animals. The “Índio” breed of poultry is valued for its disease resistance, while the “Polar” breed fattens quickly for consumption. Additionally, *granja* chickens are favoured for their higher egg production, supporting both household consumption and surplus.

Maintaining intraspecific varieties generates abundant agrobiodiversity within the reciprocal nature-culture relationship of agroecosystems. As expressed by Zé Pinto in the song *Caminhos Alternativos*: “We cultivate the land, and it cultivates us,” reflecting the co-evolution of land and knowledge (Caporal; Azevedo, 2011). Agroecosystems rely on local practices and knowledge, playing a central role in conserving genetic reservoirs and maintaining their diversity (Emperaire, 2020, p. 19).

3.3 INTERACTIONS BETWEEN BIOLOGICAL AND CULTURAL DIVERSITY

Cultivated plants serve multiple purposes in peasant agroecosystems, including supporting equine and bovine rearing. These animals function as transportation and assist in managing cattle herds, which are not only a long-term savings mechanism for farmers but also contribute essential services to the agroecosystem, such as milk production and manure provision (Silva, 2021). The multifunctional knowledge of species’ use and management plays a vital role in ensuring agrobiodiversity security within these systems (Cajado et al., 2017; Hart, 1985).

Peasant farmers use plants from the plateau and Caatinga biomes for various applications, highlighting their deep knowledge of local biodiversity. For example, they prepare medicinal infusions from species like the bark of *Brosimum gaudichaudii* (bureré) and *Ximenia americana* (ameixa) for human and livestock treatments. The bark of *Albizia niopoides* (angico) is utilised for tanning cattle leather post-slaughter, which is later used to craft saddles for equine activities. Honey extraction not only provides food for family consumption but also yields wax, an essential source of lighting. The bark of *Magonia pubescens* (timbó) from the plateaus is employed as an alternative to chemical fly repellents sold in agricultural supply stores. When combined with *Sapindus saponaria* (soapberry tree), *Mauritia flexuosa* (buriti palm) fibres, and other local plants, these resources are transformed into traditional products such as soap, brooms, oil, and artisanal tools.

In terms of agricultural practices (know-how), fertilization techniques were observed to enhance soil fertility. These include using crop residues from previous harvests and cattle manure, which is consistent with other studies (Cajado et al., 2011; Gliessman, 2002; Silva, 2021).

Intercropping is another widely employed technique. Examples include maize with beans and rice; *Andropogon* grass with maize; maize, beans, and pumpkin; and maize, fava beans, and pumpkin. These combinations contribute to reducing soil erosion, enriching soil fertility, optimizing human labour, and decreasing pest incidence. Moreover, intercropping ensures the abundance of agricultural varieties, promoting biodiversity.

Additional techniques include crop rotation, which allows soil to rest and disrupts pest life cycles; and the strategic use of sesame plants as a natural barrier against pests, particularly leaf-cutting ants. These practices demonstrate the resourcefulness and resilience of peasant farmers to sustainably manage their agroecosystems.

3.4 THE IMPACTS OF AGRIBUSINESS ON PEASANT AGROBIODIVERSITY

Peasant farmers exhibit a dual response to the impacts of agribusiness, alternating between resistance and adaptation. Resistance is demonstrated through the continuous application of agroecological practices, such as intercropping, crop rotation, species diversity management, heirloom seed conservation, and cultural practices, including pest control prayers and planting aligned with lunar phases. Adaptation is observed by integrating certain agribusiness elements into traditional practices, such as the use of soybeans as cattle feed. Nevertheless, the monoculture-based agricultural model, characterised by cultivating transgenic crops and applying agrochemicals, has contributed to the loss of heirloom seed varieties and abandonment of traditional farming practices.

The Feirinha community has experienced a decline in inter- and intraspecific diversity over the past decade, with crops such as yam (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), local rice varieties (“arroz carioca” and “arroz ligeirinho”), and sugarcane (“piojota”) disappearing from certain agroecosystems. Additionally, some farmers have become integrated into agribusiness supply chains, either as wage labourers or through modifications to their agricultural practices (Sousa; Silva, 2021). Despite these changes, the use of agrochemicals remains uncommon and is largely avoided due to concerns over health risks. In fact, some farms have doubled daily wages and adopted preventive measures to address these concerns, such as using cattle milk as a protective agent against contamination.

Menezes and Silva (2024) highlight that agribusiness expansion in the Sergipe backlands of the Caatinga biome has significantly compromised the sociobiodiversity of the region. In contrast, traditional agroecological practices and knowledge systems demonstrate potential for developing more sustainable production models. Field data reveal that peasant agricultural knowledge embodies innovative processes derived from integrating traditional and modern practices and crop varieties. However, the dynamic conservation of agrobiodiversity is increasingly threatened by environmental degradation linked to soybean expansion (Eloy *et al.*, 2020).

Soybean monoculture expansion has accelerated deforestation in the plateau and Caatinga regions, leading to a loss of communal lands and associated practices, such as free-range livestock grazing and fruit collection from the Cerrado and Caatinga. Moreover, the construction of urban water supply reservoirs and intensified fishing activities have adversely affected fish diversity and availability. Violent land enclosures and territorial appropriations exacerbate the erosion of communal areas and crop genetic diversity. Similarly, Nogueira (2009) observed that Cerrado deforestation for eucalyptus plantations resulted in the expropriation of communal lands, with severe repercussions for the physical and social reproduction of *geraizeiros* in northern Minas Gerais.

Understanding how peasant farmers manage their agroecosystems is crucial for promoting a “productive praxis highly integrated with nature” (Carvalho, 2013, p. 1). These farmers play a vital role in conserving agrobiodiversity across four variable levels: biological diversity, genetic variability, ecological diversity, and the cultural diversity embedded in their territories (Santilli, 2009).

However, limited recognition of peasant livelihoods is partly attributed to the “scarcity of floristic and phytosociological studies in Cerrado-Caatinga ecotone areas in southern Piauí” (Macedo, 2018, p. 2). Peasant territoriality not only significantly contributes to the preservation of the Cerrado-Caatinga ecotone through associated traditional knowledge, but also through the broader socio-cultural connections to the land. These lands extend beyond the physical spaces of habitation and cultivation, encompassing extensive areas tied to affective relationships and the dynamic interactions of individuals, families, and kinship groups.

Finally, fostering dialogue between scientific and traditional knowledge is essential for strengthening agroecology as a framework for conserving the Cerrado-Caatinga ecotone (Souza; Freitas, 2021, p. 58). As Porto-Gonçalves (2019, p. 4) asserts, “The defence of a biome cannot be separated from the defence of the territories of the peoples who inhabit it, where its riches are conserved, nurtured, and multiplied.”

4 CONCLUSIONS

The Cerrado-Caatinga ecotone in the state of Piauí is an area of significant ecological and cultural value, recognised as a biodiversity hotspot. However, the expansion of agribusiness, particularly soybean monocultures, presents severe biocultural threats. These threats include deforestation of native vegetation and exclusion of communal territories (ecological impacts), as well as homogenisation of cultivated species (biological impacts).

Peasant farmers employ diverse strategies to conserve agrobiodiversity. Cultivation of high inter and intraspecific diversity in home gardens and agricultural fields contributes to food security and enhances local adaptability. Additionally, diversified agricultural practices, such as intercropping, crop rotation, and managing traditional seeds, along with utilising communal areas in the Cerrado and Caatinga (such as for harvesting native plants and free-range livestock grazing) support adaptive agroecosystem management. These practices reflect a co-evolutionary relationship between farmers and their environment, which is crucial for increasing the climate resilience of agroecosystems and ensuring food security in rural communities.

In the context of agribusiness expansion, farmers resist or adapt to the changes introduced by this model, including high-yield (transgenic) monocultures and the use of agrochemicals. This underscores the importance of preserving local knowledge by integrating traditional practices with scientific approaches, strengthening seed networks, and implementing other strategies to sustain agrobiodiversity. Such efforts are essential for safeguarding the territories and livelihoods of the peoples of the Cerrado and Caatinga, while simultaneously promoting sustainable agroecosystems and resilient rural communities.

REFERENCES

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Biodiversity and pest management. In: **Agroecosystems**. 2nd edn. Haworth Press, New York: 2004. DOI:10.2134/jeq2005.0729

BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. Bagatin. Snowball (Bola de Neve): uma técnica metodológica para pesquisa em educação ambiental comunitária. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 10, 2011, Curitiba, PR. **Anais [...]** Curitiba, PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, p. 329-341, 2011. Available at: http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4398_2342.pdf. Access at: 17 abr. 2014.

BATISTA, M. H. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S. **Caracterização Ambiental do Município de Curimatá, Estado do Piauí**. Geografia: Publicações Avulsas, v. 1, n. 1, p. 87-105, 2019.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; BARBIERI, R. L.; SCHWNGBER, J. E.; SIVA, S. D. A.; LEITE, D. L.; CARDOSO, J. H. Agricultores Guardiões de Sementes e a ampliação da Agrobiodiversidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 1, p. 99–118, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapa de Cobertura Vegetal**. 2018. Available at: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/mapa-de-cobertura-vegetal>. Access at: 29 nov. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba**. Brasília: Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2015. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20152018/2015/Decreto/D8447.htm.

BRUSH, S. B. *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. **Crop Science**, v. 35, n. 2, p. 346–354, 1995.

CAJADO, D. M. *et al.* Território, Multifuncionalidade e Desenvolvimento Rural Sustentável: um estudo de caso a partir do Território Vales do Curu e Aracatiaçu. **Revista dos Mestrados Profissionais**, v. 2, n. 1, jan./jun: 2013.

CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. **Princípios e perspectivas da agroecologia**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2011.

CARVALHO, H. M. **O camponês, guardião da agrobiodiversidade**. Curitiba, janeiro 2013, texto.

CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, A. S. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; CASTRO, N. M. C. F.; SILVIA, C. G. B.; MENDES, M. R. A.; BARROAS, J. S.; LOPES, R. N. Diversidade de espécies e ecossistemas da vegetação remanescente da Serra

Vermelha, área de chapada, municípios de Curimatá, Redenção do Gurgueia e Morro Cabeça no Tempo, sudoeste do Piauí. **Publicação Avulsa Conservação e Ecossistemas**, n. 23, 2009. p. 1-72.

CLEMENT, C. R.; CASAS, A.; PARRA-RONDINEL, F. A.; LEVIS, C.; PERONI, N.; HANAZAKI, N.; Cortés-Zárraga, L. Disentangling domestication from food production systems in the neotropics. **Quaternary**, v. 4, n. 1, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/quat4010004>.

CLEVELAND, D. A.; SOLERI, D.; SMITH, S. E. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? **BioScience**, v. 44, n. 11, p. 740–751, 1994. Available at: <https://doi.org/10.2307/1312583>

CONTE, I. I.; SOUZA, M. I. Saberes da vida: os camponeses fora da escola. **Roteiro**, v. 38, p. 413-430, 2013.

CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CDB). **COP 6 Agricultural biological diversity**: review of phase I of the programme of work and adoption of a multi year work programme. Montreal: CDB, 2000. Available at: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7147>.

COOMES, O. T.; MCGUIRE, S. J.; GARINE, E.; CAILLON, S.; MCKEY, D.; DEMEULENAERE, E.; JARVIS, D.; AISTARA, G.; BARNAUD, A.; CLOUVEL, P.; EMPERAIRE, L.; LOUAFI, S.; MARTIN, P.; MASSOL, F.; PAUTASSO, M.; VIOLON, C.; WENCÉLIUS, J. Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. **Food Policy**, v. 56, p. 41–50, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.008>

DINIZ, J. D. A. S.; CRUZ, F. T.; DARNET, L. A. F. Dossiê. Diversidade biocultural e bioeconomia(s): diálogo entre conceitos e dimensões para um futuro sustentável. **Sustainability in Debate**. Brasília, v. 15, n. 2, p. 186-203, ago/2024.

ELOY, L.; DA SILVA, A. L.; COELHO FILHO, O.; GHIOTTI, S. The water frontier: agribusiness vs. smallholder communities in the Brazilian Cerrado. **Water Alternatives**, v. 16, n. 3, p. 869-891, 2023.

ELOY, L.; SOUZA, C.; NASCIMENTO, D.; NOGUEIRA, M.; FILHO, H.; BUSTAMANTE, P.; EMPERAIRE, L. Os sistemas agrícolas tradicionais nos interstícios da soja no Brasil: processos e limites da conservação da agrobiodiversidade. **Revue francobrasilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**. Confins, n. 45, 2020.

EMPERAIRE, L. Quais inovações para os sistemas agrícolas tradicionais? (Quelles innovations pour les systèmes agricoles traditionnels?). **ARU, Revista de pesquisa intercultural da Bacia do Rio Negro** (ARU, Revue de recherche interculturelle du Rio Negro), v. 2, p. 21-27, 2018.

EMPERAIRE, L.; CARNEIRO DA CUNHA, M.; TOZI, D. Manivas e papas: três experiências de patrimonialização da agrobiodiversidade. In: BUSTAMANTE, P. G.; LIA, R. B.; SANTILLI, J. (Eds.), **Conservação e uso da agrobiodiversidade**: relatos de experiências locais, p. 69-96. Brasília: Embrapa, 2017.

EMPERAIRE, L.; ELOY, L.; SEIXAS, A. C. Redes e observatórios da agrobiodiversidade, como e para quem? Uma abordagem exploratória na região de Cruzeiro do Sul, Acre. **Bol. Mus. Pará Emílio Goeldi**. Ciênc. hum. Belém, v. 11, n. 1, p. 159-192, 2016.

FABRINI, J. E. A resistência camponesa para além dos movimentos sociais. **Revista NERA**. Presidente Prudente. Ano 10, n. 11. jul-dez/2007.

FAVARETO, A. (org.) **Entre chapadas e baixões do Matopiba**: dinâmicas territoriais e impactos socioeconômicos na fronteira da expansão agropecuária no cerrado. São Paulo: Prefixo Editorial 92545, 2019.

FEITOSA, F. A. C.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. O Vale do Gurgueia: uma zona estratégica de produção de água subterrânea. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS. **Anais [...] Mato Grosso do Sul**: 2012.

FERNANDES, B. M. Território Camponês. In: CALDART, R.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. **Dicionário da educação do campo**. São Paulo: expressão popular: 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture** (FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture), 2019. Available at: <https://doi.org/10.4060/ca3129en>.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Turrialba, C. R.: CATIE, 2002.

HART, R. **Conceptos básicos sobre agroecosistemas**. Costa Rica: Turrialba, 1985.

JONES, S. K. *et al.* Agrobiodiversity Index scores show agrobiodiversity is underutilized in national food systems. **Nat. Food**, v. 2, p. 712–723, 2021.

LEFF, E. **Agroecologia e Saber ambiental**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 36-51, jan./mar. 2002.

LOVE, B.; SPANER, D. Agrobiodiversity: its value, measurement, and conservation in the context of sustainable agriculture. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 53–82, 2007. Available at: https://doi.org/10.1300/J064v31n02_05

MACEDO, W. S.; SILVA, L. S.; ALVES, A. R.; MARTINS, A. R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, v. 15, n. 1, 2019.

MENEZES, S. S. M.; SILVA, J. N. G. Brotam alternativas de sociobiodiversidade no Sertão Sergipano. Brasil: o protagonismo de mulheres, agricultores familiares e grupos tradicionais na conservação da Caatinga. **Sustainability in Debate**. Brasília, v. 15, n. 2, p. 186-203, ago/2024.

MONTEIRO, D. Agroecosistemas. In: CALDART, R.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. **Dicionário da educação do campo**. São Paulo: expressão popular: 2012.

NOGUEIRA, M. C. R. **Gerais a dentro e a fora: identidade e territorialidade entre *geraizeiros* do norte de Minas Gerais**. 2009. 233 f. Tese (Doutorado em Antropologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Available at: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4614>

PETERSEN, P. *et al.* **Método de análise econômico-ecológica de Agroecosistemas**. Rio de Janeiro: AS.PTA, 2017.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Dos cerrados e de suas riquezas: de saberes vernaculares e de conhecimentos científicos**. Rio de Janeiro: FASE, 2019.

SALMONA, Y. B.; MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; SILVA, J. F. A.; COELHO FILHO, O. D. A.; PEDLOWSKI, M. A.; SAMPAIO, J. M.; CASTRILLÓN, L. C. R.; BRANDÃO, R. A.; SILVA, A. L. D. A Worrying Future for River Flows in the Brazilian Cerrado Provoked by Land Use and Climate Changes. **Sustainability**, v. 15, n. 4251, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3390/su15054251>

SANFILIPPO, A. O.; NOGUEIRA, M. C. R.; SILVA, A. L. Práticas e saberes agrícolas das mulheres geraizeiras do Pau D'arco, Montezuma e Santo Antônio do Retiro (MG): contribuições para a conservação da agrobiodiversidade. In: SILVA, A. L.; THEODORO, S. H.; MEYER, G. **Reflexões sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural**, v. 2. APPRIS editora, 2021.

SANTANA, E. J.; BRANDÃO, L. C.; FALCÃO, M. R. B.; DIAS, M. A. M.; SILVA, P. O. Quintais agroflorestais como espaços de fortalecimento da agrobiodiversidade. In: XV SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA (XV SICOOPES). **Anais [...]** Castanhal (PA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Castanhal, 2023.

SANTILLI, J. A agrobiodiversidade e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc). In: BENSUAN, N.; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na Unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB/Mil Folhas. p. 470-507, 2014.

SANTILLI, J. F. R. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009.

SANTOS FILHO, F. S.; SOUSA, S. R. V. S. [In]Ci(Pi)ência: panorama geral dos estudos sobre biodiversidade no Piauí. **Revista Equador**, v. 7, n. 2, p. 17-41, 2018.

SHIVA, V. **Monoculturas da mente: perspectiva da biodiversidade e da biotecnologia**. São Paulo: Ed. Gaia, 2003.

SILVA, A. L.; SOUZA, S. A.; COELHO FILHO, O.; ELOY, L.; SALMONA, Y. B.; PASSOS, C. J. S. Water Appropriation on the Agricultural Frontier in Western Bahia and Its Contribution to Streamflow Reduction: revisiting the debate in the Brazilian Cerrado. **Water**, v. 13, p. 1054, 2021.

SILVA, V. R. **A complexidade da agroecologia no caminhar para agroecossistemas e sociedades sustentáveis: uma mirada desde o semiárido de Pernambuco**. 2021. 412 f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Recife: 2021.

SOUSA, T. B.; SILVA, R. S.; PACHECO, C. G. R. Diagnóstico de Agroecossistema: um relato de experiência realizado no sudoeste do Piauí, Brasil. In: MOREIRA, M. B.; PACHECO, C. G. R. **Bases Epistêmicas da Agroecologia e do Desenvolvimento Territorial: concepções, fundamentos, diálogos e práticas na pós-graduação**. Editora Científica Digital LTDA, Guarujá, SP: 2024.

SOUSA, T. B.; SILVA, V. R. Saber-fazer camponês e gestão dos agroecossistemas na comunidade Lourenço em Redenção do Gurgueia – PI. In: SILVA, F. C. *et al.* **Educação do Campo: perspectivas plurais e emergentes**, v. 2. Teresina – PI: EDUFPI, 2022.

SOUSA, T. B.; SILVA, A. L. Agronegócio e transformações de práticas camponesas numa região do ecótono Cerrado-Caatinga, sudoeste do Piauí. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**. ISSN 2764-6769 – v. 2, n. 4, 2023.

SOUZA, M. P.; COUTINHO, J. M. C. P.; SILVA, L. S.; AMORIM, F. S.; ALVES, A. R. Composição e estrutura da vegetação de Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 210-217, 2017.

SOUZA, M. R.; FREITAS, B. M. C. A questão agrária, o campesinato e a construção da agroecologia no território piauiense. In: PEREIRA, K. A.; SILVA, V. R.; DIAS, M. A. M. **Faz escuro, mas cantamos: agroecologia e política no sul do Piauí**. Curitiba, CRV, 2021.

VALOR ECONÔMICO. **Remanescente florestal é alvo de conflitos no Piauí**. 2023. Available at: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/florestas/noticia/2023/07/17/remanescente-florestal-e-alvo-de-conflitos-no-piaui.ghml>. Access at: 29 nov. 2024.

WANDERLEY, M. N. O campesinato brasileiro: uma história de resistência. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 52, p. 25-44, 2014.

WOOD, D.; LENNÉ, J. M. The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. **Biodiversity and Conservation**, v. 6, p. 109–129, 1997.

Estratégias de manejo da agrobiodiversidade por agricultores camponeses do ecótono Cerrado-Caatinga, sudoeste do Piauí

Strategies for managing agrobiodiversity by peasant farmers in the Cerrado-Caatinga ecotone, Southwest Piauí, Brazil

Thiago Batista de Sousa ¹

Andréa Leme da Silva ²

Joxleide Mendes da Costa Pires Coutinho ³

¹ *Doutorando em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT), Universidade Federal do Vale do São Francisco, Espaço Plural, Juazeiro – BA, Brasil
E-mail: dthiagobatista@gmail.com*

² *Professora visitante no Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Brasil
E-mail: andrea.leme@ufrn.br*

³ *Professora do Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (CPCE), Bom Jesus/PI, Brasil
E-mail: joxleide@ufpi.edu.br*

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55679

Received: 30/09/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMO

A relevância das estratégias agroecológicas para a conservação da agrobiodiversidade em áreas com rica biodiversidade, como o ecótono Cerrado-Caatinga, não é bem estudada. O objetivo deste estudo é compreender os usos e a gestão dos agroecossistemas rurais no sudoeste do Piauí, Brasil, com foco nas relações entre diversidade biológica e cultural no contexto da expansão das fronteiras agrícolas em Matopiba. Os dados de campo foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas com 18 informantes, caminhadas exploratórias pelos agroecossistemas, observação participante e documentação fotográfica. As principais estratégias para o manejo da agrobiodiversidade pelos camponeses incluem a salvaguarda da diversidade biológica (ou seja, sementes nativas, espécies e variedades agrícolas) e a multifuncionalidade dos espaços manejados (como a coleta de plantas e a criação de animais nas áreas comunais do Cerrado e da Caatinga). Como resultado, foram identificadas mais de 80 espécies cultivadas em pequenas propriedades e quintais no escopo das plantas manejadas, juntamente com alta diversidade intraespecífica. Essas práticas refletem uma relação coevolutiva entre os agricultores camponeses e seu ambiente, em que a diversidade é

essencial para a resiliência climática dos agroecossistemas e a segurança alimentar das comunidades. A expansão da monocultura da soja representa ameaças graves por meio do desmatamento, perda de territórios comunais e homogeneização das espécies cultivadas, colocando em risco tanto a diversidade ecológica quanto a biocultural.

Palavras-chave: Agricultores camponeses. Agroecossistemas. Agroecologia. Agronegócio. Serra Vermelha. Piauí. Ecótono Cerrado-Caatinga.

ABSTRACT

The relevance of agroecological strategies for conserving agrobiodiversity in areas with rich biodiversity, such as the Cerrado-Caatinga ecotone, is not well studied. The objective of this study is to understand the uses and management of rural agroecosystems in Southwest Piauí, Brazil, focusing on the relationships between biological and cultural diversity within the context of expanding the agricultural frontiers in Matopiba. The fieldwork data were collected through semi-structured interviews with 18 informants, exploratory walks through the agroecosystems, participant observation, and photographic documentation. The key strategies for managing agrobiodiversity by peasants include safeguarding biological diversity (i.e. native seeds, and agricultural species and varieties), and the multifunctionality of managed spaces (i.e. plant harvesting and animal husbandry in the communal areas of Cerrado and Caatinga). As a result, we identified over 80 species cultivated in small-farms and home gardens within the scope of managed plants, along with high intraspecific diversity. These practices reflect a co-evolutionary relationship between peasant farmers and their environment, where diversity is essential for the climate resilience of agroecosystems and the food security of communities. The expansion of soybean monoculture represents severe threats through deforestation, loss of communal territories, and the homogenisation of cultivated species, endangering both ecological and biocultural diversity.

Keywords: Peasant farmers. Agroecosystems. Agroecology. Agribusiness. Serra Vermelha. Piauí. Cerrado-Caatinga ecotone.

1 INTRODUÇÃO

A biodiversidade agrícola ou agrobiodiversidade é essencialmente um produto da inter-relação entre os seres humanos e os ecossistemas naturais, desenvolvida pelos agricultores ao longo dos últimos 10.000 a 12.000 anos (Santilli, 2014). Segundo a definição da Convenção da Diversidade Biológica (CDB), “a agrobiodiversidade é um termo amplo que inclui todos os componentes da biodiversidade que têm relevância para a agricultura e alimentação, e todos os componentes que compõem os agroecossistemas: a variabilidade de animais, plantas e microrganismos, nos níveis genéticos, de espécies e ecossistemas, necessários para sustentar as funções-chave dos ecossistemas, suas estruturas e processos” (CDB, 2000).

A agrobiodiversidade exerce papel fundamental na diversificação nutricional, na produção sustentável e na soberania alimentar (Jones *et al.*, 2021). O Relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2019) destaca a importância e o declínio da agrobiodiversidade global, bem como a necessidade de transição para sistemas alimentares mais sustentáveis e resilientes. A dependência excessiva de poucas espécies, variedades e raças, bem como o desaparecimento de polinizadores e de outros organismos que apoiam a alimentação e a agricultura, ameaça a sustentabilidade do nosso sistema alimentar e afeta a saúde humana e ambiental.

A principal causa da perda da biodiversidade agrícola tem sido a substituição das variedades locais e tradicionais pelas variedades “modernas”, de alto rendimento e estreita base genética (Emperaire, 2020). A expansão da agricultura industrial representa uma ameaça não apenas à diversidade das plantas cultivadas, mas também aos conhecimentos, direitos e modos de vida das populações indígenas e camponesas nos trópicos (Santilli, 2009). Além disso, as monoculturas e outros sistemas de produção

simplificados são mais propensos a surtos de pragas e doenças, menor qualidade do solo e perdas de colheita mais frequentes (Altieri; Nicholls, 2004).

Ove e Spaner (2007) resumem três estratégias principais para a conservação da agrobiodiversidade: a) Conservação *in situ* da diversidade genética por meio do manejo sustentável de cultivos e da manutenção de variedades locais adaptadas; b) Conservação *ex situ* através do armazenamento de sementes e material genético em bancos de germoplasma; e c) Implementação de técnicas agroecológicas, como a agrofloresta, o uso de cultivos consorciados e a rotação de culturas, que contribuem para a conservação da biodiversidade, melhoram a saúde do solo e minimizam o uso de insumos químicos. Embora a conservação *in situ* tenha sido historicamente negligenciada (Brush, 1995), esse mecanismo constitui um complemento valioso para métodos *ex situ* por preservar os processos biológicos e sociais.

O Brasil é um centro de diversidade agrícola em que predomina a conservação *in situ* (pelos agricultores) – em contraponto às estratégias de conservação *ex situ* (em bancos de germoplasma) tradicionalmente promovidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Eloy *et al.*, 2018). A conservação da agrobiodiversidade *in situ* reduz a vulnerabilidade dos sistemas agrícolas tradicionais, ricos em biodiversidade, ante a introdução de espécies e variedades modernas (Wood; Lenné, 1997). Santilli (2014) chama atenção para a escassez de políticas agrícolas destinadas à conservação da biodiversidade agrícola (uma das poucas políticas públicas dedicadas ao tema é a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Pnapo). Nesse sentido, as experiências de sistematização e de patrimonialização da agrobiodiversidade (Emperaire; Cunha; Tozi, 2017; Emperaire; Eloy; Seixas, 2016, bem como as redes de sementes (Bevilaqua *et al.*, 2014; Coomes *et al.*, 2015), constituem respostas importantes às ameaças de perda de diversidade biológica, contribuindo para a conservação da agrobiodiversidade, a segurança alimentar e a resiliência climática.

A agricultura de povos indígenas e tradicionais é protagonista em salvaguardar uma rica diversidade de plantas biológicas nativas e cultivadas (Carvalho, 2013; Eloy *et al.*, 2020). Santilli aponta que “os processos culturais, os conhecimentos, práticas e inovações agrícolas desenvolvidos e compartilhados pelos agricultores são um componente-chave da agrobiodiversidade” (Santilli, 2009, p. 94). Diniz *et al.* (2024) enfatizam que a transição para modelos de produção mais sustentáveis requer novos olhares sobre a relação homem-natureza que valorize a compreensão plural de saberes presente na sociobiodiversidade. Essas novas perspectivas devem contemplar a diversidade biocultural, que consiste na interação entre sistemas naturais e culturas humanas (Diniz *et al.*, 2024).

No sudoeste do Piauí, essa temática de estudo torna-se extremamente relevante, diante da consolidação e expansão da fronteira agrícola, notavelmente a soja, nos Cerrados piauienses, uma das áreas do território do Matopiba (acrônimo dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), criado pelo Decreto 8.447/2015 (BRASIL, 2015). O cultivo de soja tem sido responsável por aumentar o desmatamento do Cerrado, promover o uso indiscriminado de agrotóxicos e agravar a crise hídrica e climática (Eloy *et al.*, 2023; Salmona *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2021), além de intensificar os conflitos sociais e territoriais na região (Favareto, 2019).

Nesse contexto, o presente estudo tem como recorte geográfico as regiões do ecótono Cerrado-Caatinga do sudoeste do Piauí, ocupadas historicamente por povos e comunidades tradicionais, especialmente camponeses. Apesar da relevância para a conservação da agrobiodiversidade, as estratégias agroecológicas da agricultura de base familiar camponesa e sua interface com áreas de elevada biodiversidade (como é o caso ecótono Caatinga-Cerrado) ainda são pouco estudadas (Souza *et al.*, 2017).

A partir da compreensão das relações entre a diversidade biológica e cultural, este artigo tem por objetivo analisar as formas de uso e manejo dos agroecossistemas camponeses no sudoeste do Piauí. De modo específico, buscamos investigar as estratégias utilizadas pelos agricultores camponeses para promover a diversidade manejada nas fronteiras agrícolas da soja, bem como identificar possíveis impactos do agronegócio na área de estudo.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada nos municípios de Redenção do Gurgueia e Curimatá, sudoeste do Piauí (Figura 1). Essa região faz parte dos Chapadões da Serra Vermelha, uma região de ecótono Cerrado-Caatinga caracterizada por elevada diversidade biológica (Castro *et al.*, 2008). Santos Filho e Souza (2018) estimaram a existência de cerca de 280 espécies de plantas e 79 espécies animais no ecótono. Pelo caráter de "insubstituibilidade" da sua flora, essa região está inserida nas áreas prioritárias para conservação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2018).

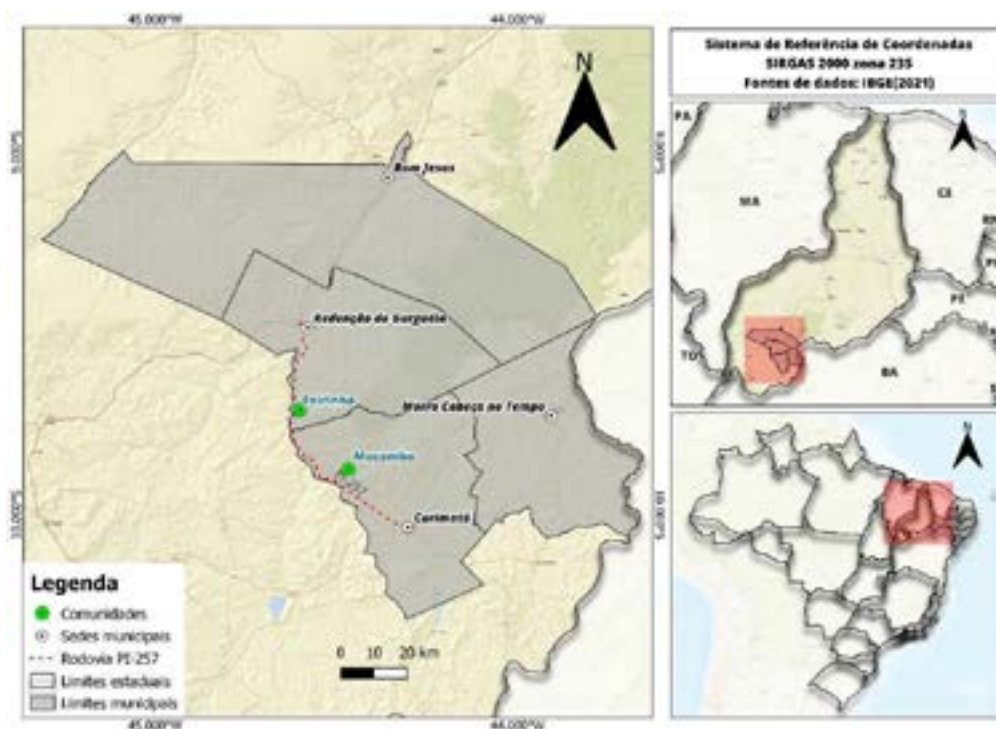


Figura 1 – Localização das comunidades estudadas nos trechos da PI-257.

Fonte: Elaborada por Wendel (2023)

A Serra Vermelha consiste em “uma importante área de interesse ambiental em pleno sertão nordestino, possuindo uma das maiores biodiversidades do Brasil [...], com seus agrupamentos e paredões rochosos de cor avermelhada e diversos outros ambientes naturais” (Batista; Albuquerque, 2019, p. 3). Essa região tem sido alvo da disputa sob pressão da fronteira agrícola que se expande a partir do Matopiba, sendo reivindicada pelo movimento ambientalista como área protegida contígua ao Parque Nacional da Serra das Confusões (Valor Econômico, 2023).

Em geral, as espécies locais são adaptadas às condições de déficit hídrico no período de estiagem das chuvas e aumento de temperaturas. Denominada como Caatinga hipoxerófila, compreende-se um campo de vegetação heterogênea, marcado pela intensidade de árvores de porte arbustivo, herbáceo e arbóreo, com capacidade de adaptações e resiliência ao fogo, e xerófitas (seca) (Sousa *et al.*, 2024).

2.2 COMUNIDADES ESTUDADAS

Neste estudo optou-se que os sujeitos sejam denominados de agricultores camponeses. Na perspectiva do paradigma do capitalismo agrário, as noções conceituais de agricultura familiar e agricultura camponesa centram-se na ideia de um camponês como sinônimo de atraso, uma minoria do feudalismo ainda presente, cuja tendência é seu desaparecimento com a expansão do capitalismo. “Negam-se, assim, as dimensões identitárias que nutrem as categorias denominadas ‘camponês’ e ‘agricultor familiar’, retirando delas toda referência à constituição de sujeitos políticos”, e inclusive o caráter de suas participações setoriais (Wanderley, 2014, p. 31). Desse modo, apesar das profundas mudanças internas, o modo de vida camponês é mantido a partir de resistências e recriações (Eloy et al., 2020; Fabrini, 2011).

Os estudos foram conduzidos em duas comunidades localizadas às margens de trechos da rodovia PI-257, principal via de acesso direto à região (Figura 1). A comunidade Feirinha situa-se no coração da fronteira agrícola, com avançado processo de apropriação de terras, dinamizada pelo projeto Matopiba (Favareto, 2019). A maioria dos agroecossistemas possui áreas de chapadas e caatingas limitadas a leste por terras privadas e a oeste com o Rio Paraim, que durante o percurso até sua chegada são terras que fazem contato com os tabuleiros e vazantes. Na comunidade de Feirinha residem 39 famílias (146 pessoas), sendo a maioria adulta. As terras estão registradas no nome de três famílias locais, cada qual compreendendo cerca de 78 hectares.

Na comunidade Mocambo residem oito famílias. A maioria das pessoas é adulta, com idade acima de 30 anos. A comunidade dista cerca de 6 km da rodovia PI-257, e os moradores situam-se nas caatingas com presença de tabuleiros, mas também nos baixões e, em casos raros, nas chapadas. Desse modo, cerca de 100 a 156 hectares de terras são desmembrados nas famílias locais, onde fazem seus principais cultivos em terras de baixões e, diferente de Feirinha, em que há solta de gado nas chapadas nos períodos anuais de novembro a maio, apesar de se repetir o regime, parte do gado convive integralmente dentro das caatingas, tendo em vista que são matas bem próximas de seus quintais.

As famílias camponesas produzem para o autoconsumo e comercializam o excedente, mas também guardam para o próximo plantio. Há variações nos cultivos em relação aos espaços (roças e quintais) e às espécies cultivadas. A exemplo de outros estudos, os agricultores camponeses adotam práticas tradicionais, como os sistemas de corte e queima, incluindo períodos de pousio, consórcios e rotações de culturas (Eloy et al., 2020; Emperaire, 2020). As atividades produtivas são complementadas pela coleta de frutos, madeira, plantas medicinais, mel, entre outros (Sousa; Silva, 2022).

2.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram realizadas 10 entrevistas semiestruturadas na comunidade de Feirinha (10% da população adulta) e 8 entrevistas na comunidade de Mocambo (n = 18 entrevistas). No total, foram entrevistados 10 homens e 8 mulheres, na faixa etária de 23 a 85 anos (média 61 anos). As entrevistas foram realizadas entre os meses de outubro de 2022 e abril de 2023. Todas as entrevistas foram conduzidas pelo primeiro autor, o qual pertence a um povoado na região da primeira comunidade estudada. Na comunidade de Feirinha, o método da bola de neve (*snowball sampling*) foi utilizado para a seleção dos entrevistados (informantes-chave) (Baldim; Munhoz, 2011). Na comunidade de Mocambo, todas as famílias foram entrevistadas. Salienta-se que, previamente à realização das entrevistas, foi apresentado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para cada participante, a fim de esclarecer sobre os procedimentos, conteúdo e expectativas referentes à pesquisa. O consentimento formal dos entrevistados ocorreu por meio da assinatura do TCLE.

Foram conduzidas questões sobre uso dos espaços manejados (agroecossistemas), o cultivo de espécies (agrobiodiversidade), influência de fatores externos (agronegócio), entre outras. De forma complementar

às entrevistas, foram realizadas caminhadas transversais e observação direta dos agroecossistemas com o intuito de observar os espaços de manejo, desde as roças, os quintais, etc. Os dados foram registrados por meio do uso de gravador telefônico, registros fotográficos e anotações de campo.

A partir das entrevistas e observações, foi realizado um levantamento das plantas cultivadas e coletadas com toda a amostra de agricultores familiares camponeses entrevistados em cada comunidade. O levantamento incluiu o registro das plantas cultivadas e manejadas, a partir de caminhadas transversais nos agroecossistemas, consistindo em: nome e observações gerais das espécies e variedades, além de registro fotográfico com o(a) dono(a) do agroecossistema. Apesar de nenhum material botânico ter sido coletado, o registro fotográfico facilitou a identificação botânica das espécies por especialistas da área.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 DIVERSIDADE FITOFISIONÔMICA DOS AGROECOSSISTEMAS CAMPONESES

A agroecologia parte do princípio de que o agroecossistema camponês consiste na modificação de um ecossistema natural pela ação humana (Gliessman, 2002; Hart, 1985; Petersen *et al.* 2017). Considerado um sistema aberto e, estruturalmente subordinado a sistemas de maior escala, o subsistema faz trocas de matéria, de energia e de informação com o exterior (suprassistemas). A função de cada subsistema é interação e sustento, contribuindo para manter a dinâmica auto-organizativa do conjunto do sistema (Hart, 1985).

A compreensão dos agroecossistemas camponeses é inseparável da compreensão dos modos de vida desses sujeitos (Silva, 2021). Agricultores(as) familiares camponeses(as) criam e recriam estilos, formas e sistemas próprios de saber, viver e fazer, a partir de um legado de conhecimento trazido desde seus ancestrais, mas também os formulando e reformulando sempre que possível, respeitando limitações de espaço, tempo e atualidades cotidianas (Conte; Souza, 2013). Nesse sentido, são mais qualificados para produzir “alimentos com fartura e diversidade, em harmonia com a natureza, respeitando seus ciclos, recuperando e mantendo coisas que são essenciais [...]: águas, solos férteis, biodiversidade, riqueza cultural e sabedoria dos povos e comunidades” (Monteiro, 2012, p. 68), que nutrem os espaços.

Nas comunidades estudadas, observamos que os camponeses fazem a gestão dos agroecossistemas de espaços significativos e diversificados, que incluem distintas fitofisionomias, tanto em áreas produtivas familiares quanto comunais (Figura 2).



Figura 2 – Visão geral da diversidade fitofisionômica dos agroecossistemas nas comunidades estudadas (NSGA = Núcleo Social de Gestão dos Agroecossistemas)

Fonte: Os autores (2024)

As áreas produtivas incluem uma ampla diversidade fitofisionômica composta por espaços produtivos familiares, que, baixões e veredas Observa-se que a diversidade ecológica dos agroecossistemas nessas áreas desencadeia formas de uso e manejo relativamente comuns entre os camponeses das duas comunidades estudadas.

Nesses espaços são introduzidas espécies agrícolas de produção anual, frutíferas, medicinais e ornamentais (Tabela 1), além da criação de animais (galinhas, capotes, tabuleiros). Na perspectiva dos agricultores, são terras mais “fracas”, sendo mais propícias ao cultivo de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). Os tabuleiros e os quintais produtivos são também chamados “terras de alto”, onde introduzem cultivos de sequeiros (capazes de se sustentarem exclusivamente pelas chuvas), como feijão (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e milho (*Zea mays* L.), e pastagens, como capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus* Kunth), entre outros, etc.

As terras situadas às margens do rio (vazantes), abundantes em água e contendo solos úmidos, são propícias para cultivos adaptados ao estresse hídrico, como o arroz capim (*Oryza sativa* L) (Figura 3). Os baixões são terras baixas e arenosas às margens de riachos, adequadas para diversos tipos de cultivo, incluindo o arroz mangaba e mandioca. As veredas possuem as mesmas características dos baixões, contudo, são mais próximas de grotas onde as águas escorrem. Essas áreas, também chamadas “terras de baixo”, são consideradas mais produtivas nos agroecossistemas. Tradicionalmente, os camponeses aproveitam épocas mais próximas de fins de inverno (março ao final do mês de maio) pela capacidade que a terra possui de sustentar os cultivos e obter maiores possibilidades de garantir o sustento anual



Figura 3 – Exemplos de sistemas alagados, como vazantes e carrascos.

Fonte: Os autores (2024).

As áreas comunais incluem as caatingas, chapadas, brejos, carrascos e boqueirões. Na visão dos agricultores, ambas as áreas possuem seus diferenciais, muitas vezes apresentando espécies endêmicas, por sua vez, úteis para coleta e extrativismo local.

Na Caatinga predominam espécies arbóreas, formalizando uma paisagem mais fechada em relação às demais, onde os agricultores fazem coleta de frutos, como maracujá da Caatinga (*Passiflora cincinnata* Mast.), Fava de Morcego (*Dipteryx lacunifera* Ducke), Cambuí (*Myrciaria* sp.), etc. para consumo. Nas chapadas as características da paisagem são mais abertas, com vegetação variada entre espécies arbóreas tortuosas, baixas e rasteiras. São áreas em que predominam espécies típicas do Cerrado, e os camponeses coletam frutos como o puçá-preto (*Mouriri pusa* Gardner), pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm.), mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) e olho-de-boi (*Diospyros lasiocalyx* (Mart.) B.Walln.), útil para consumo familiar. Além disso, ambas as áreas, que estão presentes nas duas comunidades, são destinadas ao extrativismo e à solta de gado no período de novembro a abril.

Com relação às demais áreas de uso comunal, observam-se especificidades entre as comunidades, levando os camponeses a aproveitarem o potencial endógeno, tal como os agroecossistemas lhes oferecem (Caporal; Azevedo, 2011). O beneficiamento dos buritizais (*Mauritia flexuosa* L.f.) e seus derivados, pelo consumo do fruto em épocas sazonais, conservação da polpa para consumo anual e comercialização, é uma atividade robusta executada pelos camponeses da comunidade de Feirinha por disporem de áreas de brejos, áreas alagadas com predominância de buritizais e buritiranas (*Mauritiella armata* (Mart.) Burret). Devido à abundância de água, são também utilizadas as beiradas dos brejos para os cultivos, como arroz capim, milho, abóbora (*Cucurbita moschata* Duchesne), entre outros.

Na comunidade de Mocambo, os camponeses possuem quantidades mais extensas de áreas de carrascos, terras quase desertas e com vegetação baixa. Nessa área extrai-se espécies como caroá (*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez), útil no feitiço de cordas, e o xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber) Byles & Rowley), como ração para o gado bovino, algo inexistente em Feirinha, apesar de possuírem alguns traços de carrascos. Os boqueirões, na definição de um dos agricultores entrevistados, “são uma boca de mata nos pés das serras” com presença de árvores de porte arbustivo, áreas preferidas pelos agricultores para a solta de gado por ocorrerem espécies com frutos próprios para abastecimento do gado bovino, como biriba (*Terminalia corrugata* (Ducke) Gere & Boatwr) e maniçoba (*Manihot caerulescens* Pohl). Já as serras são áreas pediplanadas, onde habitam espécies específicas de animais silvestres, área importante para caça local.

Observa-se que essas paisagens, moldadas ao longo do tempo pelo uso, manejo e pelo preparo dos terrenos para o cultivo, constituem ambientes nos quais cultura e natureza estão profundamente entrelaçadas. Elas refletem, tanto no espaço quanto no tempo, um lugar produtivo e seguro para as pessoas (Clement *et al.*, 2021).

3.2 A DIVERSIDADE INTER E INTRAESPECÍFICA NAS COMUNIDADES ESTUDADAS

No âmbito das plantas manejadas, registramos o uso de 80 espécies cultivadas nas áreas produtivas, incluindo as roças e quintais (Tabela 1). A agrobiodiversidade dos agricultores camponeses inclui 21,25% das espécies nativas da região do Cerrado e da Caatinga. Entre as espécies nativas do Cerrado destaca-se o assa-peixe (*Vernonanthura brasiliana* (L.) H.Rob.), utilizado para o tratamento de bronquite e pneumonia, e os frutos do umbu (*Spondias tuberosa*) da Caatinga, utilizado para alimentação. Várias espécies exóticas também são cultivadas nos quintais, como é o caso do jamelão (*Syzygium jambolanum*) e da romã (*Punica granatum* L.).

A exemplo de outros estudos (Sanfilippo *et al.*, 2021; Santana *et al.*, 2023), a maior diversidade de espécies cultivadas concentra-se nos quintais produtivos (Tabela 1), que constituem um espaço de manejo predominantemente feminino, ressaltando o papel central das mulheres na salvaguarda da agrobiodiversidade. Por outro lado, a diversidade cultivada nos roçados, que incluem o cultivo do milho, feijão, abóbora, melão e mandioca, entre outros, consiste numa tarefa majoritariamente masculina.

Tabela 1 – Plantas cultivadas e coletadas nas comunidades estudadas.

Nome popular	Nome científico	Família	Local de plantio	Usos
Abacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae Lauraceae	Hg	F
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merril	Bromeliaceae	Hg, Se	F
Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Cucurbitaceae	Hg, Pl, Li, Fp, WI	F
Açafrão	<i>Curcuma alismatifolia</i> Gagnep.	Zingiberaceae	Hg, LI	F, M
Acerola	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	Hg	F, M

Nome popular	Nome científico	Familia	Local de plantio	Usos
Agrião	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	Brassicaceae	Hg	F
Alecrim	<i>Salvia rosmarinoides</i> A.St.-Hil. ex Benth.	Lamiaceae	Hg	M
Alface	<i>Lactuca sativa</i> L.	Asteraceae	Hg	F
Algodão	<i>Gossypium</i> sp	Malvaceae	Hg	M
Amora	<i>Morus nigra</i> L	Moraceae	Hg	F, M
Araçá	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	Hg	F
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L	Oryzoideae Poaceae	LI; Fp; WI; Se	F, Af, Ad
Assa-peixe	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H.Rob	Asteraceae	Hg	M
Babosa	<i>Aloe arborescens</i> Mill.	Asparagaceae	Hg	M
Bambu	<i>Bambusa bambos</i> (L.) Voss	Poaceae	Hg	Art
Banana	<i>Musa paradisiaca</i> L. (var. <i>Musa acuminata</i> Colla)	Musaceae	Hg, LI, WI, Fp	F, M, Ad, Af
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam	Convolvulaceae	Hg, LI, Fp	F
Berinjela	" <i>Solanum mammosum</i> L"	Solanaceae	Hg	F
Boldo	<i>Plectranthus cf. barbatus</i> Andr.	Lamiaceae	Hg	M
Bugarinho	<i>Jasminum sambac</i> . (L.) Aiton	Oleaceae	Hg	OR
Cabaça	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl	Cucurbitaceae	Hg	Art
Cabeça-de-fraldeia	<i>Melocactus bahiensis</i> (Britton & Rose) Luetzelb.	Cactaceae	Hg	OR
Caju	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Hg, PI, LI, Fp, WI	F, M, Ad, Af
Capim forragens	<i>Cymbopogon</i> sp	Poaceae	Hg, PI LI; Fp, WI	M, Af
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Poaceae	Hg, LI, Fp	A, Af
Canela	<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl	Lauraceae	Hg	M
Cebolinha	<i>Allium fistulosum</i> L.	Amaryllidaceae	Hg	F, M
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Hg	F, M
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae	Hg	M
Coité	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Hg	Art
Coronha	<i>Macropsychanthus violaceus</i> (Mart. ex Benth.) L.P. Queiroz & Snak	Fabaceae	Hg	Spiritual
Erva-doce	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Apiaceae	Hg	M
Erva-cidreira	<i>Melissa officinalis</i> L.	Lamiaceae	Hg, LI, Fp	M
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> sp	Eucalipteae Myrtaceae	Hg	M
Fava	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	Fabaceae	LI	F, Ad, \$, Af
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Fabaceae	Hg, LI, PI, WI, Fp, Se	F, M, Af, \$, IN, Ad
Folha Santa	<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers	Crassulaceae	Hg	M
Fumo	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Solanaceae	Hg	F, IN
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Zingiberaceae	Hg	M
Gergelim	<i>Sesamum indicum</i> L.	Pedaliaceae	Hg, PI, LI, WI, Fp	IN, F, Af, M
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Hg, LI, Fp, Se	F, M, Af
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	Hg	F

Nome popular	Nome científico	Família	Local de plantio	Usos
Hortelã	<i>Mentha spicata</i> L.	Lamiaceae	Q	M
Inhame	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	Hg, LI, PI	F
Jamelão	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Myrtaceae	Hg	F, M
Laranja	<i>Citrus sinenses</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Hg, LI, Fp, WI	F, M, Ad
Lima	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	Hg, LI, Fp, WI	F, M, Ad
Limão	<i>Citrus ×limon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Hg, LI, PI, WI	F, M
Malva-do-Reino	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.	Lamiaceae	Hg	F
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Hg, LI, VE	F, M, Af
Mandioca	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	Hg, PI	F, Af
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Q, PI, Fp, LI, Se	F, M, Ad
Maracujá	<i>Passiflora</i> sp	Passifloraceae	Hg	F, M
Maravilha	<i>Mirabilis jalapa</i> L.	Nyctaginaceae	Hg	OR
Mastruz	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants.	Chenopodiaceae Amaranthaceae	Hg	M
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i> L.	Cucurbitaceae	Hg, LI, Fp, PI	F
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	Hg, LI, Fp, PI, VE	F, M, IN, Af, Ad
Mimo do céu	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn	Polygonaceae	Hg	OR
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Cucurbitaceae	Hg, LI, PI, VA	F, IN, Ad, Fa
Melão	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	Hg, LI, PI, Fp	F, IN, Ad, Af, Ad
Meloa	<i>Cucumis melo</i> L. × <i>momordica</i>	Cucurbitaceae	Hg, LI, PI, Fp	F, IN, Ad, Af, Ad
Ninho	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	Hg	IN
Ora-pro-nobis	<i>Pereskia aculeata</i> Mill.	Cactaceae Juss	Hg	M
Palma	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	Cactaceae	Hg	Af
Pião	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Euphorbiaceae	Hg	M, Spiritual
Pimenta	<i>Capsicum</i> sp.	Solanaceae	Hg, LI, WI	IN, Ad, A, M
Pimenta de Macaco	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mar	Annonaceae Juss	Q	M
Pinha	<i>Annona squamosa</i> L.	Annonaceae Juss	Hg	F
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae Juss.	Hg	F
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Malvaceae Juss	Hg, LI	F
Romã	<i>Punica granatum</i> L.	Punicaceae Lythraceae	Hg	M
Rosa do deserto	<i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Roem. & Schult.	Apocynaceae Juss	Hg	OR
Seriguela	<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Hg	F, Af
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae	Hg	F
Tangerina	<i>Citrus</i> spp.	Rutaceae	Hg	F
Terramicina	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	Amaranthaceae	Hg	M
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Solanaceae	Hg, Fp	F
Umbú	<i>Spondias tuberosa</i> L Arruda	Anacardiaceae	Hg	F

Nome popular	Nome científico	Familia	Local de plantio	Usos
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Hg	F
Vinagreiro	<i>Hibiscus Sabdariffa</i> L.	Malvaceae	Hg	F

Legenda: Finalidade: A = alimentação; M = Medicinal; C = condimento; Ad = Adubo; Ra = ração animal; Art = artesanato; OR = ornamental; IN = Inseticida. Local de plantio: Q = quintal; Tab = tabuleiro; BA = baixão; VE = vereda; VA = Vazante; BB = Beira de brejo..

Fonte: Os autores (2024).

Foi registrado pelo menos 24 das espécies manejadas com mais de uma variante intraespecífica, sendo que as etnovarietades mais diversas foram encontradas nas espécies de fava, banana, arroz, feijão e milho (Tabela 2).

Tabela 2 – Etnovarietades das espécies cultivadas nas roças e quintais

Nome popular	Nome científico	Familia	Etnovarietades	N
Capim forragem	<i>Cymbopogon</i> sp	Poaceae	"Capim santo" " <i>Andropogon</i> " "momaça" "Baiuiara" "mandante" "pangola" "Capim estrela"	7
Fava	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	Fabaceae	Fava roxa", Fava branca", "Fava pintada", "listadinha", "fava preta" "fava timbó", "fava vermelha"	7
Banana	<i>Musa</i> spp.	Musaceae	"Maçã", "Três Quintaluina", "Cachiola" "Prata", "Baixãoana d'agua" "Baixãoana roxa" "marmelo"	7
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	"Tardão:"Cunha", "MangaBaixão", "Milho Branco" Ligeirinho:"ligeiro", "híbrido", "transgênico", "safrinha"	7
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	Poaceae	"Capim"; "Maranhão vermelho"; "Maranhão branco"; "Mangaba Baixão"; "Saia velha".	5
Feijão de corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Fabaceae	Sempre verde", "pitiu", "feijão vinagre" "feijão de corda", "rabo de pe"	5
Melancia	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Cucurbitaceae	"buscapé", "japonesa", "comum", "projeto"	4
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	"Espada" "Sumo" "roxa" "manguita"	4
Mandioca mansa	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	"manteiguinha", "cacau", "serrana", "mão de onça" "pé de pombo",	4
Laranja	<i>Citrus sinenses</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	"Laranja gigante", "Laranja comum", "Laranja da terra"	3
Limão	<i>Citrus xlimon</i> (L.) Osbeck	Rutaceae	Limão galego", "Limão comum, "Limão pocã"	3
Gergelim	<i>Sesamum indicum</i> L.	Pedaliaceae	"Gergelim Branco" "Gergelim preto"	2
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	"Goiaba Branca", "Goiaba vermelha"	2
Lima	<i>Citrus</i> sp.	Rutaceae	"Lima comum", "Lima rosa"	2
Melão	<i>Cucumis melo</i> L.	Cucurbitaceae	"Melão-abóbora", "melão-rei"	2
Mamão	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	"Papaia", "mamão- macho"	2
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae Juss.	"Pitanga Amarela", "Pitanga Vermelha"	2
Meloa	<i>Cucumis melo</i> L. x <i>momordica</i>	Cucurbitaceae	Amarela", "rajada"	2
Araçá	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	Araçá de Vazante, Araçá de Baixão	2

Nome popular	Nome científico	Familia	Ethnovarieties	N
Mandioca brava	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Euphorbiaceae	"Babuzinha" "Baixa preta"	2
Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Cucurbitaceae	Jerimum", "Casco de Jacaré"	2
Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	Malvaceae	peludo, liso	2

Fonte: Os autores (2024).

A manutenção da agrobiodiversidade inter e intraespecífica de plantas introduzidas tem impactos positivos sobre a segurança alimentar e nutricional (Cleveland *et al.*, 1994; Santilli, 2009), contribuindo para a réditoautonomia relativa dos sujeitos do campo (Fernandes, 2012). Ove e Spaner (2007) enfatizam que essa diversidade agrícola é essencial para a resiliência ecológica, a segurança alimentar e a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Como exemplo, os agricultores guardam sementes de cultivos "ligeiros" de arroz, milho e feijão (produzem num período mais curto entre março e abril) e as sementes crioulas chamadas de "tardões" (um tempo mais longo entre novembro e março). Essa diversidade contribui para a segurança alimentar (Fernandes, 2012), equilibrando inconveniências caso um cultivo seja insatisfatório. Por outro lado, o uso das variedades assegura os cultivos crioulos: "a gente tem a tradição de plantar o milho mangaba junto com o outro, porque se você plantar dentro do preto, dizem que você não perde o milho, não perde a plantação" (Entrevistado 6, Com. Mocambo, 2023).

Dessa forma, as práticas tradicionais de manejo de sementes desempenham um papel crucial na manutenção da diversidade biológica e na construção de sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis. Bevilaqua *et al.* (2014) destacam o papel dos agricultores guardiões de sementes na preservação de variedades locais e na expansão da agrobiodiversidade nos sistemas agrícolas, enfatizando que essas práticas contribuem para a resiliência ambiental e a segurança alimentar em comunidades rurais. Coomes *et al.* (2015) defendem a ideia de que as redes de sementes são fundamentais para a conservação genética, o fortalecimento da soberania alimentar e a adaptação das culturas às mudanças climáticas.

As formas de uso e manejo dos agroecossistemas adaptam-se à diversidade ecológica local. Como exemplo, os entrevistados de Feirinha demonstraram maior interesse na conservação do "arroz capim", mais adaptado às regiões de vazantes. Já os agricultores de Mocambo preferem o "arroz mangaba" por ser mais adaptado aos baixões. Os camponeses relataram ainda as distinções das variedades genéticas das sementes de fava, geralmente cultivadas nas terras baixas (baixões), em detrimento das terras de vazante e tabuleiros (terras altas). O solo arenoso (terra de areia) é mais propício para as variedades de fava roxa e amarela (que não amarga). Esse cultivo é praticamente inexistente em Feirinha, mas bastante frequente na comunidade de Mocambo.

Os camponeses experimentam, mantêm e/ou selecionam as variedades intraespecíficas a partir das estratégias que garantem as funções e/ou adaptações no agroecossistema. Como exemplo, um entrevistado justificou o uso de variedades de cana-de-açúcar com base em critérios relacionados à doçura e resistência da planta à seca. Por outro lado, a indisponibilidade de recursos para beneficiamento impacta a conservação das variáveis genéticas da mandioca categorizadas em "mansas" e "bravas". Na comunidade de Mocambo, a existência da casa de farinha permite o processamento da mandioca brava (variedade "babuzinha"). Por outro lado, na comunidade de Feirinha, os agricultores não demonstraram interesse pelas variedades de mandiocas bravas por não existirem meios suficientes de beneficiamento do cultivo.

Além disso, observa-se a importância da diversidade intraespecífica na geração de outras variedades. Os camponeses produzem e deleitam-se com a diversidade e os “regalos de la naturaleza” (Leff, 2012), dialogando com perspectivas do bem viver. A natureza fornece variedades pelos cruzamentos que produzem que condicionam a cultura, como foi observado em cultivos em que a diversidade local gera outras variedades, como é o caso do milho crioulo (mangaba, amarelo, cunha e preto), abóbora (casca verde, casca amarela, abóbora de pescoço e formato de coração), e fava (preta, branca e vermelha).

Os camponeses possuem certo zelo com relação às sementes, utilizando diversas estratégias agroecológicas para conservação. Como exemplo, as variedades de milho e arroz são guardadas penduradas, nesse caso a casca é fundamental para a proteção. As sementes de arroz devem ser guardadas preferencialmente acima de um fogão à lenha, cujo calor evita a penetração de organismos indesejados. Com o cultivo de feijão, os entrevistados ressaltaram que as sementes são enterradas sob uma camada de areia, tambores, e garrafas pet. Além disso, a vizinhança entre parentes também auxilia a manutenção em caso de perda, tendo em vista que fazem trocas de sementes, mudas e de espécies de animais.

Além das plantas, foram registradas 11 espécies de animais domesticados, incluindo aqueles que são úteis para consumo e abastecimento familiar, ou que direta ou indiretamente contribuem para a manutenção e proteção dos agroecossistemas. A interação entre as espécies de animais e plantas apontadas por Hart (1985) gera a abundância da agrobiodiversidade. As dinâmicas de criação do gado bovino ocorrem entre os meses de maio e o final de outubro de forma intensiva nas áreas mais próximas de vazante, e nas pastagens, como em terras mais altas (ex. capim *Andropogon*).

No caso dos animais domésticos, os agricultores destacaram a importância varietal das espécies. Um exemplo no caso da criação de galinhas é a raça “índio”, mais resistente a doenças, enquanto que a raça dos “polar” engorda mais facilmente para o consumo e, igualmente, mantém-se as “granjas” por conseguirem adquirir mais ovos para o consumo e excedente.

A manutenção das variedades intraespecíficas gera abundância da agrobiodiversidade no seio da recursividade natureza-cultura para os agroecossistemas. Como expressou Zé Pinto na canção “caminhos alternativos”, a agricultura familiar camponesa tem “um jeito de produzir” com a terra/natureza onde “a gente cultiva ela e ela cultiva a gente”, nesse caminho de coevolução da terra e dos conhecimentos (Caporal, Azevedo, 2011). Observamos que esses agroecossistemas “repousam sobre práticas e saberes locais (que) têm uma função central na manutenção de reservatórios de recursos filogenéticos e na manutenção da diversidade destes” (Emperaire, 2020, p. 19).

3.3 INTERAÇÕES ENTRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA E CULTURAL

As plantas cultivadas para consumo contribuem para a criação de equinos e bovinos, que além de ser um meio de transporte, auxiliam na condução do gado bovino que, por sua vez, será um meio de poupança no longo prazo para o camponês e contribui com outras funções importantes no agroecossistema, como fornecimento do leite, esterco, entre outras (Silva, 2021). O conhecimento multifuncional de uso e manejo das espécies contribui para a segurança da agrobiodiversidade nos agroecossistemas (Cajado et al., 2017; Hart, 1985).

Os camponeses fazem garrafadas medicinais com uso das espécies de plantas da chapada e da Caatinga no tratamento humano e dos animais domesticados, como é o caso do molho da casca do bureré (*Brosimum gaudichaudii*) e da ameixa (*Ximenia americana*); fazem extração do angico (*Albizia niopoides*) para curtir o couro do gado bovino (pós-abate) na geração das celas em cavalarias; realizam extração do mel, que, além do abastecimento para consumo familiar, fornece a cera – importante geradora de luz; utilizam a casca do timbó (*Magonia pubescens*) das chapadas para substituir “o mata-bicheira” presente nas casas agropecuárias. Este último, untado à árvore saboneteira da vazante, as

"capembas" de buriti (*Mauritia flexuosa*) dos brejos, gera o sabão de "dicoada", tapiti, vassouras, azeite, entre outros.

Com relação às práticas utilizadas na agricultura camponesa (saber-fazer), foi observado que as técnicas de adubação auxiliam na melhoria da fertilidade do solo, como uso dos resíduos de cultivos agrícolas anteriores e do esterco bovino, a exemplo do que já foi apontado em outros estudos, como Cajado *et al.* (2011), Gliessman (2002) e Silva (2021).

O uso do plantio consorciado é outro exemplo dessas práticas. Foram observados consórcios de milho, feijão e arroz; capim *Andropogon* e milho; milho, feijão e abóbora; milho, fava e abóbora, os quais contribuem para a redução de processos erosivos, enriquecimento do solo, otimização da força de trabalho humano e redução da incidência de pragas. Ainda, essa técnica assegura a abundância das variedades agrícolas. Outras práticas utilizadas incluem a rotação de cultivos (descanso da terra e migração das pragas) e o cercamento do roçado com o gergelim como forma de evitar as pragas, especialmente a formiga cortadeira, entre outras.

3.4 OS IMPACTOS DO AGRONEGÓCIO NA AGROBIODIVERSIDADE CAMPONESA

De modo geral, observamos que os camponeses ora resistem aos impactos do agronegócio, a partir da manutenção de práticas de agricultura com base nos princípios agroecológicos (ex.: introdução de cultivos consorciados, rotação de culturas, manejo da diversidade das espécies, armazenamento de sementes crioulas, práticas culturais, como rezas para o combate às pragas, plantios baseados nas fases da lua, etc.), ora adaptam aos seus modos de vida a presença do agronegócio (uso da soja como ração para o gado). O modelo agrícola monocultor (ex.: plantio de cultivos transgênicos e uso de agrotóxicos nos agroecossistemas) em geral implica em perdas de variantes de sementes crioulas e abandono das práticas tradicionais.

Como mencionamos em outro local, entre os últimos dez anos, observou-se um declínio, na comunidade de Feirinha, na diversidade inter e intraespecífica, como é o caso do desaparecimento do cultivo de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) e variedades de "arroz carioca", "arroz ligeirinho", cana-de-açúcar "piojota", etc., em alguns agroecossistemas. Além disso, parte dos agricultores tem se integrado à cadeia produtiva do agronegócio, por meio do trabalho assalariado e/ou por mudanças nas práticas agrícolas (Sousa; Silva, 2021). Entretanto, cabe ressaltar que a introdução de agrotóxicos na comunidade ainda é algo incomum e temido entre os agricultores, o que leva as fazendas a dobrarem o valor das diárias, além de utilizarem o leite de gado na prevenção da contaminação dos trabalhadores.

Menezes e Silva (2024) observam que as mudanças no sertão sergipano da Caatinga devido à expansão do agronegócio têm comprometido a sociobiodiversidade do bioma. Na contramão desse processo, experiências, saberes e práticas agroecológicas dos povos tradicionais podem contribuir para a construção de modelos produtivos mais sustentáveis. Os dados de campo apontaram que os conhecimentos agrícolas tradicionais dos camponeses consistem em processos de inovação a partir de uma combinação engenhosa entre práticas e variedades "antigas" e "modernas". Contudo, a conservação dinâmica da agrobiodiversidade é ameaçada pelos impactos ambientais da expansão da soja (Eloy *et al.*, 2020).

A expansão das lavouras de soja tem provocado o aumento do desmatamento nas regiões de chapadas e caatingas, implicando em perdas de territórios comunais, prejudicando a criação de gado à solta e a coleta de frutos do Cerrado e da Caatinga. Além disso, a utilização de barragens para abastecimento de água urbana e atividade pesqueira traz impactos negativos sobre a diversidade e a oferta de pescado. Os sistemas violentos de cercamentos e apropriações do território são desafios circundantes que resultam em perdas das áreas comunais e de variabilidade dos cultivares. De forma similar, Nogueira (2009) observou que o desmatamento do Cerrado para plantio de monoculturas de eucalipto implica na expropriação de

terras comunais, com impactos negativos para a reprodução física e social dos geraizeiros do norte de Minas Gerais.

A compreensão do uso e manejo dos agroecossistemas pelos agricultores camponeses é fundamental para uma “práxis produtiva altamente integrada com a natureza” (Carvalho, 2013, p. 1). Nesse sentido, os agricultores colaboram com a salvaguarda da agrobiodiversidade nos seus quatro níveis de variabilidade distintos, incluindo: a) diversidade biológica; b) variabilidade genética; c) diversidade ecológica; d) reprodução da diversidade cultural presente no território (Santilli, 2009).

Por outro lado, o desconhecimento dos modos de vida camponês está diretamente relacionado à “carência de registros de estudos florísticos e fitossociológicos em áreas de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí” (Macedo, 2018, p. 2). Pode-se pensar que territorialidade camponesa, então, contribui para a manutenção dos “chãos” desse ecótono Cerrado-Caatinga em pé, não apenas por causa dos conhecimentos tradicionais associados, mas também por que esses chãos não se restringem apenas ao âmbito dos chãos de moradas ou chãos de plantios, mas são áreas extensas que envolvem vínculos afetivos com o lugar e dinâmicas que tramam sujeitos, famílias e grupos familiares. Por fim, aponta-se que a construção e a manutenção do diálogo entre os saberes científicos e tradicionais constituem “elementos importantes na construção e fortalecimento da agroecologia para salvaguarda do ecótono Cerrado-Caatinga” (Souza; Freitas, 2021, p. 58). Afinal, como nos lembra Porto-Gonçalves (2019, p. 4): “não há defesa de um bioma sem a defesa dos territórios dos povos que neles habitam, onde suas riquezas são conservadas, nutridas e multiplicadas”.

4 CONCLUSÕES

O ecótono Cerrado-Caatinga no estado do Piauí é uma área que merece atenção devido aos altos índices de diversidade biológica (hotspot) e rica diversidade cultural. As práticas predatórias do agronegócio relacionadas à expansão da soja representam uma ameaça biocultural, através do desmatamento da vegetação nativa e exclusão dos territórios comunais (ameaça ecológica) e da homogeneização das espécies cultivadas (ameaça biológica).

Os agricultores camponeses empregam estratégias diversas para conservar a agrobiodiversidade. O cultivo de alta diversidade inter e intraespecífica em roças e quintais contribui para a segurança alimentar e aumenta a adaptabilidade local. Além disso, práticas agrícolas diversificadas, como uso consorciado de espécies, rotação de culturas e manejo de sementes tradicionais, juntamente com a utilização de áreas comunais no Cerrado e na Caatinga — como para coleta de plantas nativas e pastoreio de gado solto — apoiam o manejo adaptativo do agroecossistema. Tais práticas refletem uma relação coevolutiva entre os camponeses e o ambiente, que são essenciais para aumentar a resiliência climática dos agroecossistemas e garantir a segurança alimentar das comunidades rurais.

Com relação aos impactos do agronegócio, os camponeses resistem ou se adaptam às mudanças trazidas pela expansão desse modelo agrícola, que inclui a introdução de monoculturas de alto rendimento (transgênicas) e o uso de agroquímicos. Dessa forma, destaca-se a importância de conservar os saberes locais por meio da integração entre práticas científicas e camponesas, do fortalecimento das redes de sementes, entre outros, para a manutenção da agrobiodiversidade e a defesa dos territórios e dos povos do Cerrado e da Caatinga.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Biodiversity and pest management. In: **Agroecosystems**. 2nd edn. Haworth Press, New York: 2004. DOI:10.2134/jeq2005.0729

BALDIN, N.; MUNHOZ, E. M. Bagatin. Snowball (Bola de Neve): uma técnica metodológica para pesquisa em educação ambiental comunitária. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 10, 2011, Curitiba, PR. **Anais [...]** Curitiba, PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, p. 329-341, 2011. Available at: http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/4398_2342.pdf. Access at: 17 abr. 2014.

BATISTA, M. H. M.; ALBUQUERQUE, E. L. S. **Caracterização Ambiental do Município de Curimatá, Estado do Piauí.** Geografia: Publicações Avulsas, v. 1, n. 1, p. 87-105, 2019.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; BARBIERI, R. L.; SCHWNGBER, J. E.; SIVA, S. D. A.; LEITE, D. L.; CARDOSO, J. H. Agricultores Guardiões de Sementes e a ampliação da Agrobiodiversidade. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 1, p. 99–118, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Mapa de Cobertura Vegetal.** 2018. Available at: <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga/mapa-de-cobertura-vegetal>. Access at: 29 nov. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Plano de Desenvolvimento Agropecuário do Matopiba.** Brasília: Presidência da República, Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2015. Available at: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20152018/2015/Decreto/D8447.htm.

BRUSH, S. B. *In situ* conservation of landraces in centers of crop diversity. **Crop Science**, v. 35, n. 2, p. 346–354, 1995.

CAJADO, D. M. *et al.* Território, Multifuncionalidade e Desenvolvimento Rural Sustentável: um estudo de caso a partir do Território Vales do Curu e Aracatiaçu. **Revista dos Mestrados Profissionais**, v. 2, n. 1, jan./jun: 2013.

CAPORAL, F. R.; AZEVEDO, E. O. **Princípios e perspectivas da agroecologia.** Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2011.

CARVALHO, H. M. **O camponês, guardião da agrobiodiversidade.** Curitiba, janeiro 2013, texto.

CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, A. S. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; CASTRO, N. M. C. F.; SILVIA, C. G. B.; MENDES, M. R. A.; BARROAS, J. S.; LOPES, R. N. Diversidade de espécies e ecossistemas da vegetação remanescente da Serra Vermelha, área de chapada, municípios de Curimatá, Redenção do Gurgueia e Morro Cabeça no Tempo, sudoeste do Piauí. **Publicação Avulsa Conservação e Ecossistemas**, n. 23, 2009. p. 1-72.

CLEMENT, C. R.; CASAS, A.; PARRA-RONDINEL, F. A.; LEVIS, C.; PERONI, N.; HANAZAKI, N.; Cortés-Zárraga, L. Disentangling domestication from food production systems in the neotropics. **Quaternary**, v. 4, n. 1, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/quat4010004>.

CLEVELAND, D. A.; SOLERI, D.; SMITH, S. E. Do folk crop varieties have a role in sustainable agriculture? **BioScience**, v. 44, n. 11, p. 740–751, 1994. Available at: <https://doi.org/10.2307/1312583>

CONTE, I. I.; SOUZA, M. I. Saberes da vida: os camponeses fora da escola. **Roteiro**, v. 38, p. 413-430, 2013.

CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CDB). **COP 6 Agricultural biological diversity:** review of phase I of the programme of work and adoption of a multi year work programme. Montreal: CDB, 2000. Available at: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7147>.

COOMES, O. T.; MCGUIRE, S. J.; GARINE, E.; CAILLON, S.; MCKEY, D.; DEMEULENAERE, E.; JARVIS, D.; AISTARA, G.; BARNAUD, A.; CLOUVEL, P.; EMPERAIRE, L.; LOUAFI, S.; MARTIN, P.; MASSOL, F.; PAUTASSO, M.; VIOLON, C.; WENCÉLIUS, J. Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. **Food Policy**, v. 56, p. 41–50, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.008>

DINIZ, J. D. A. S.; CRUZ, F. T.; DARNET, L. A. F. Dossiê. Diversidade biocultural e bioeconomia(s): diálogo entre conceitos e dimensões para um futuro sustentável. **Sustainability in Debate**. Brasília, v. 15, n. 2, p. 186-203, ago/2024.

ELOY, L.; DA SILVA, A. L.; COELHO FILHO, O.; GHIOTTI, S. The water frontier: agribusiness vs. smallholder communities in the Brazilian Cerrado. **Water Alternatives**, v. 16, n. 3, p. 869-891, 2023.

ELOY, L.; SOUZA, C.; NASCIMENTO, D.; NOGUEIRA, M.; FILHO, H.; BUSTAMANTE, P.; EMPERAIRE, L. Os sistemas agrícolas tradicionais nos interstícios da soja no Brasil: processos e limites da conservação da agrobiodiversidade. **Revue francobrasilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**. Confins, n. 45, 2020.

EMPERAIRE, L. Quais inovações para os sistemas agrícolas tradicionais? (Quelles innovations pour les systèmes agricoles traditionnels?). **ARU, Revista de pesquisa intercultural da Bacia do Rio Negro** (ARU, Revue de recherche interculturelle du Rio Negro), v. 2, p. 21-27, 2018.

EMPERAIRE, L.; CARNEIRO DA CUNHA, M.; TOZI, D. Manivas e papas: três experiências de patrimonialização da agrobiodiversidade. In: BUSTAMANTE, P. G.; LIA, R. B.; SANTILLI, J. (Eds.), **Conservação e uso da agrobiodiversidade: relatos de experiências locais**, p. 69-96. Brasília: Embrapa, 2017.

EMPERAIRE, L.; ELOY, L.; SEIXAS, A. C. Redes e observatórios da agrobiodiversidade, como e para quem? Uma abordagem exploratória na região de Cruzeiro do Sul, Acre. **Bol. Mus. Pará Emílio Goeldi**. Ciênc. hum. Belém, v. 11, n. 1, p. 159-192, 2016.

FABRINI, J. E. A resistência camponesa para além dos movimentos sociais. **Revista NERA**. Presidente Prudente. Ano 10, n. 11. jul-dez/2007.

FAVARETO, A. (org.) **Entre chapadas e baixões do Matopiba: dinâmicas territoriais e impactos socioeconômicos na fronteira da expansão agropecuária no cerrado**. São Paulo: Prefixo Editorial 92545, 2019.

FEITOSA, F. A. C.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. O Vale do Gurgueia: uma zona estratégica de produção de água subterrânea. XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS. **Anais [...] Mato Grosso do Sul**: 2012.

FERNANDES, B. M. Território Camponês. In: CALDART, R.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. **Dicionário da educação do campo**. São Paulo: expressão popular: 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture** (FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture), 2019. Available at: <https://doi.org/10.4060/ca3129en>.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Turrialba, C. R.: CATIE, 2002.

HART, R. **Conceptos básicos sobre agroecosistemas**. Costa Rica: Turrialba, 1985.

JONES, S. K. et al. Agrobiodiversity Index scores show agrobiodiversity is underutilized in national food systems. **Nat. Food**, v. 2, p. 712-723, 2021.

LEFF, E. **Agroecologia e Saber ambiental**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 36-51, jan./mar. 2002.

LOVE, B.; SPANER, D. Agrobiodiversity: its value, measurement, and conservation in the context of sustainable agriculture. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 53-82, 2007. Available at: https://doi.org/10.1300/J064v31n02_05

MACEDO, W. S.; SILVA, L. S.; ALVES, A. R.; MARTINS, A. R. Análise do componente arbóreo em uma área de ecótono Cerrado-Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Scientia Plena**, v. 15, n. 1, 2019.

MENEZES, S. S. M.; SILVA, J. N. G. Brotam alternativas de sociobiodiversidade no Sertão Sergipano. Brasil: o protagonismo de mulheres, agricultores familiares e grupos tradicionais na conservação da Caatinga. **Sustainability in Debate**. Brasília, v. 15, n. 2, p. 186-203, ago/2024.

MONTEIRO, D. Agroecossistemas. In: CALDART, R.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. **Dicionário da educação do campo**. São Paulo: expressão popular: 2012.

NOGUEIRA, M. C. R. **Gerais a dentro e a fora**: identidade e territorialidade entre geraizeiros do norte de Minas Gerais. 2009. 233 f. Tese (Doutorado em Antropologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Available at: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/4614>

PETERSEN, P. *et al.* **Método de análise econômico-ecológica de Agroecossistemas**. Rio de Janeiro: AS.PTA, 2017.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Dos cerrados e de suas riquezas**: de saberes vernaculares e de conhecimentos científicos. Rio de Janeiro: FASE, 2019.

SALMONA, Y. B.; MATRICARDI, E. A. T.; SKOLE, D. L.; SILVA, J. F. A.; COELHO FILHO, O. D. A.; PEDLOWSKI, M. A.; SAMPAIO, J. M.; CASTRILLÓN, L. C. R.; BRANDÃO, R. A.; SILVA, A. L. D. A Worrying Future for River Flows in the Brazilian Cerrado Provoked by Land Use and Climate Changes. **Sustainability**, v. 15, n. 4251, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3390/su15054251>

SANFILIPPO, A. O.; NOGUEIRA, M. C. R.; SILVA, A. L. Práticas e saberes agrícolas das mulheres geraizeiras do Pau D`arco, Montezuma e Santo Antônio do Retiro (MG): contribuições para a conservação da agrobiodiversidade. In: SILVA, A. L.; THEODORO, S. H.; MEYER, G. **Reflexões sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural**, v. 2. APPRIS editora, 2021.

SANTANA, E. J.; BRANDÃO, L. C.; FALCÃO, M. R. B.; DIAS, M. A. M.; SILVA, P. O. Quintais agrofloreais como espaços de fortalecimento da agrobiodiversidade. In: XV SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, COOPERATIVISMO E ECONOMIA SOLIDÁRIA (XV SICOOPES). **Anais [...]** Castanhal (PA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Castanhal, 2023.

SANTILLI, J. A agrobiodiversidade e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Snuc). In: BENSUAN, N.; PRATES, A. P. (org.). **A diversidade cabe na Unidade?** Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB/Mil Folhas. p. 470-507, 2014.

SANTILLI, J. F. R. **Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores**. São Paulo: Peirópolis, 2009.

SANTOS FILHO, F. S.; SOUSA, S. R. V. S. [In]Ci(Pi)ência: panorama geral dos estudos sobre biodiversidade no Piauí. **Revista Equador**, v. 7, n. 2, p. 17-41, 2018.

SHIVA, V. **Monoculturas da mente**: perspectiva da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Ed. Gaia, 2003.

SILVA, A. L.; SOUZA, S. A.; COELHO FILHO, O.; ELOY, L.; SALMONA, Y. B.; PASSOS, C. J. S. Water Appropriation on the Agricultural Frontier in Western Bahia and Its Contribution to Streamflow Reduction: revisiting the debate in the Brazilian Cerrado. **Water**, v. 13, p. 1054, 2021.

SILVA, V. R. **A complexidade da agroecologia no caminhar para agroecossistemas e sociedades sustentáveis**: uma mirada desde o semiárido de Pernambuco. 2021. 412 f. Tese (doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, CFCH, Recife: 2021.

SOUZA, T. B.; SILVA, R. S.; PACHECO, C. G. R. Diagnóstico de Agroecossistema: um relato de experiência realizado no sudoeste do Piauí, Brasil. In: MOREIRA, M. B.; PACHECO, C. G. R. **Bases Epistêmicas da Agroecologia e do**

Desenvolvimento Territorial: concepções, fundamentos, diálogos e práticas na pós-graduação. Editora Científica Digital LTDA, Guarujá, SP: 2024.

SOUSA, T. B.; SILVA, V. R. Saber-fazer camponês e gestão dos agroecossistemas na comunidade Lourenço em Redenção do Gurgueia – PI. In: SILVA, F. C. *et al.* **Educação do Campo:** perspectivas plurais e emergentes, v. 2. Teresina – PI: EDUFPI, 2022.

SOUSA, T. B.; SILVA, A. L. Agronegócio e transformações de práticas camponesas numa região do ecótono Cerrado-Caatinga, sudoeste do Piauí. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável.** ISSN 2764-6769 – v. 2, n. 4, 2023.

SOUZA, M. P.; COUTINHO, J. M. C. P.; SILVA, L. S.; AMORIM, F. S.; ALVES, A. R. Composição e estrutura da vegetação de Caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 210-217, 2017.

SOUZA, M. R.; FREITAS, B. M. C. A questão agrária, o campesinato e a construção da agroecologia no território piauiense. In: PEREIRA, K. A.; SILVA, V. R.; DIAS, M. A. M. **Faz escuro, mas cantamos:** agroecologia e política no sul do Piauí. Curitiba, CRV, 2021.

VALOR ECONÔMICO. **Remanescente florestal é alvo de conflitos no Piauí.** 2023. Available at: <https://valor.globo.com/publicacoes/especiais/florestas/noticia/2023/07/17/remanescente-florestal-e-alvo-de-conflitos-no-piaui.ghml>. Access at: 29 nov. 2024.

WANDERLEY, M. N. O campesinato brasileiro: uma história de resistência. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 52, p. 25-44, 2014.

WOOD, D.; LENNÉ, J. M. The conservation of agrobiodiversity on-farm: questioning the emerging paradigm. **Biodiversity and Conservation**, v. 6, p. 109–129, 1997.

Challenges and incentives for adopting agroforestry systems: a case study with family farmers in Belterra, Pará, Brazil

*Desafios e incentivos à adoção de sistemas agroflorestais:
um estudo de caso com agricultores familiares do
município de Belterra, Pará, Brasil*

Daniela Pauletto ¹

Lucieta Guerreiro Martorano ²

Marcelo Francia Arco-Verde ³

Relionan Pimentel Lea ⁴

Kaio Ramon de Sousa Magalhães ⁵

Adria Fernandes da Silva ⁶

Anselmo Junior Correa Araújo ⁷

Lucas Sérgio de Sousa Lopes ⁸

¹ Master's in Tropical Forest Sciences, Doctoral student in Biotechnology and Biodiversity, Professor, Institute of Biodiversity and Forests, Federal University of Western Pará (Ufopa), Santarém, PA, Brazil
E-mail: daniela.pauletto@ufopa.edu.br

² PhD in Crop Science, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation - Embrapa Eastern Amazon, Santarém, PA, Brazil
E-mail: lucieta.martorano@embrapa.br

³ PhD in Agroforestry Systems, Researcher, Embrapa Forests, Curitiba, PR, Brazil
E-mail: marcelo.arco-verde@embrapa.br

⁴ BSc. in Biology, Agricultural Technician, Embrapa Eastern Amazon, Santarém, PA, Brazil
E-mail: relionan.leal@embrapa.br

⁵ BSc. in Forest Engineering, Embrapa Eastern Amazon, Santarém, PA, Brazil
E-mail: kaiomagalhaesengflorestal@gmail.com

⁶ BSc. in Forest Engineering, Federal University of Western Pará (Ufopa), Santarém, PA, Brazil
E-mail: adriafernandes39@gmail.com

⁷ Master's in Environmental Sciences, Laboratory Technician, Federal University of Western Pará (Ufopa), Santarém, PA, Brazil
E-mail: anselmojunior.stm@gmail.com

⁸ PhD in Forest Science, Professor of Higher Education, Capitão Poço campus, Federal Rural University of the Amazon (UFRA), Capitão Poço, PA, Brazil
E-mail: lucaasergio@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55692

Received: 01/10/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

The adoption of agroforestry systems (AFS) is challenging for Amazonian family farmers. The objective of this study was to characterise socioeconomic aspects and explore perspectives on the main challenges and incentives highlighted by family farmers involved in the Project of Forest Restoration Through Agroforestry Systems (Prosaf) in Belterra, Pará, Brazil. We conducted a SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) analysis of the project, focusing on 17 family farming properties ranging from 7 to 189 hectares, where agriculture serves as the primary source of income for 71% of participants. The SWOT analysis of the agroforestry systems (AFS) yielded 190 responses: "source of income" was the most frequently mentioned as Strength (18.2%), "cultural practices" and "technical assistance" as Weaknesses (both 18.1%); "infrastructure and resources" as Opportunity (21.4%), and "wildlife predation" as Threat (18.8%). The results demonstrate that AFS in Belterra generate income, improve resilience, and ensure food security but challenges such as insufficient technical assistance and water scarcity highlight the need for support and incentives to maintain this practice.

Keywords: Agrobiodiversity. Prosaf. SWOT Analysis. Silviculture. Food Production.

RESUMO

A adoção de sistemas agrofloretais (SAFs) se mostra um desafio para agricultores familiares amazônicos. Assim, objetivou-se caracterizar aspectos socioeconômicos e compreender as perspectivas sobre os principais desafios e incentivos apontados pelos agricultores envolvidos no Projeto de Restauração Florestal (Prosaf) no município de Belterra, Pará. Foi realizada uma análise utilizando a matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), com 17 agricultores familiares. As propriedades variam entre 7 e 189 hectares, sendo a agricultura a principal fonte de renda (71%). Identificaram-se 190 respostas sobre os SAFs: Forças, destacando fonte de renda (18,2%); Oportunidades, com ênfase em "Infraestrutura e recursos" (21,4%); Fraquezas, com destaque para "Tratos culturais" e "Assistência técnica" (ambos com 18,1%); e Ameaça, com "Predação silvestre" (18,8%). Conclui-se que os SAFs em Belterra geram renda, promovem resiliência e segurança alimentar, mas enfrentam desafios, como falta de assistência técnica e escassez hídrica, indicando a necessidade de apoio e fomento para a prática.

Palavras-chave: Agrobiodiversidade. Prosaf. Análise SWOT. Silvicultura. Produção de alimentos.

1 INTRODUCTION

Crop-forestry systems are an alternative land-use practice that increases biodiversity, assists in mitigating species loss in natural forests, and contributes to maintaining refuges for native species (Demie et al., 2024; Villa et al., 2020). This is a production strategy that contributes to food security, while mitigating environmental degradation (Villanueva-González et al., 2024; Wilson; Lovell, 2016).

Significant scientific progress has been accomplished in the search for alternative land uses and cultivation practices aligned with environmental conservation principles (Miccolis *et al.*, 2016; Nair, 2011). This emphasises that agroforestry systems (AFS) are sustainable production models, recognised for their diverse and multi-layered composition, with the potential to offer environmental benefits (Mokria *et al.*, 2024; Vasconcellos; Beltrão, 2018). These systems allow for the conservation and rehabilitation of land use in areas with degraded and fragmented forests (Blinn *et al.*, 2013; Villa *et al.*, 2020).

AFS combine species with different functions, promoting interactions in mixed arrangements (Silva, 2014). AFS are recognised for their sustainability, multifunctionality, and high socio-cultural values (Nair *et al.*, 2017), which are important not only for smallholder farmers but for the entire local agricultural community (Nair; Kumar; Nair, 2021). These systems are defined as techniques that intentionally combine forest species with agricultural crops, with or without the presence of animals, in the same land unit (Silva, 2013).

Thus, AFS can be understood as biodiverse agricultural practices for improving food security and cultural identity, as well as increasing well-being in rural properties (González; Kröger, 2020). These production systems are crucial for achieving sustainable development, especially related to food security, sustainable agriculture, and poverty mitigation (Goparaju *et al.*, 2020; Low *et al.*, 2023; Waldron *et al.*, 2017), as well as increasing income in family farms (Arco-Verde; Amaro, 2014; Cardozo *et al.*, 2015; Quandt *et al.*, 2023).

The planting of trees is a trend in these cultivation systems, primarily driven by smallholder farmers, who utilise diverse perennial crops that vary in structural diversity and species richness, presenting heterogeneous production arrangements (Bolfe; Batistella, 2011; Coomes; Burt, 1997; Smith *et al.*, 1996). Thus, the choice of species for intercropping systems is dependent on several factors (Sauvadet *et al.*, 2019; Taillandier *et al.*, 2023). In this context, incentive programs can influence the adoption of AFS (Oliveira *et al.*, 2010) and highlight their multifunctionality, meeting the farmers' objective to adopt these systems (Schaffer *et al.*, 2024).

Motivations and opportunities related to AFS include environmental benefits, food security (Almeida *et al.*, 2023; Oliveira Neto *et al.*, 2022), availability of fruits and medicinal resources, benefits to other crops, and product commercialisation (Lagneaux *et al.*, 2021). Furthermore, AFS are promising strategies for diversifying income by integrating economically valuable trees with food crops and non-timber forest products. This combination increases the economic resilience of smallholder farmers by reducing their dependence on monocultures (Fahad *et al.*, 2022; Mukhlis *et al.*, 2022).

The state of Pará, Brazil, has indirectly encouraged the adoption of AFS in their agriculture public policies, creating the State Plan Amazônia Agora (Pará, 2024) and the State Policy on Climate Change (Legis-PA, 2020). In addition, the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf) of the Pará State Forest and Biodiversity Development Institute (Ideflor-Bio) has promoted the implementation of AFS on small-scale agricultural properties in the state by providing inputs and local partnerships for seedling production, mechanisation, and technical assistance, focusing on the recovery of altered areas as an environmental recovery strategy (Ideflor-Bio, 2024). This project was formalised by Normative Instruction 01/2008, planning to encompass small-scale family farms through the implementation of commercial AFS (Ideflor-Bio, 2018).

The development of knowledge and understanding of land use requires a systemic evaluation, incorporating the experiences of individuals interacting with the environment. Understanding farmers' perceptions of the various factors that guide the adopted AFS and their cultural demands can reveal important aspects for the maintenance, consolidation, and expansion of these production systems. Moreover, the inclusion of the farmers' perspectives in research constitutes an approach focused on those who maintain these crops, encompassing information gaps to produce more inclusive studies.

SWOT (strengths, weaknesses, opportunities, and threats) analysis has been used as a tool for the strategic diagnosis of integrated systems, including AFS, focused on analyzing and collecting information from farmers (Ansolin *et al.*, 2020; Jahan *et al.*, 2022). SWOT analysis is applied for strategic organisational planning and can be efficiently used to evaluate projects, generating a flow of information (Benzaghta *et al.*, 2021; Puyt *et al.*, 2023). This tool has been used to identify primary success factors in farming production systems, utilising a participatory methodology strategy (Biassio; Silva, 2015; Borges *et al.*, 2024). Thus, it is suitable for assessing the most promoting and limiting factors in AFS, using satisfaction or concern indicators from the perspective of family farmers adopting this practice (Nair *et al.*, 2017; Salzmann, 2013).

Despite the Prosaf significance in the context of agroforestry production in Pará, the evaluation of this project is still incipient, especially from the farmers' perspective. Additionally, monitoring and oversight by involved agencies are limited to visits to verify the continuity of plantings and to perform occasional deliveries of inputs and training activities. Specific evaluations of Prosaf have provided information about the profile of farmers involved in the project in the municipality of Mojuí dos Campos (Oliveira *et al.*, 2023) and about the collaborative development of AFS arrangements and transitions to new cultivation practices in a settlement in the municipality of Acará (Souza *et al.*, 2018). Thus, a deeper understanding of farmers' perceptions of these systems is a crucial factor, as observed in other AFS incentive projects (Alvarado Sandino *et al.*, 2023; Fleming *et al.*, 2019), that should be addressed together with those involved in AFS in the municipality of Belterra.

Considering the lack of information regarding the development of Prosaf, mainly, the farmers' perspective on AFS, this study focused on identifying internal (strengths and weaknesses) and external (opportunities and threats) factors that may influence the maintenance and continuity of these systems. The inclusion of the social perspective in this information is essential to enable large-scale advances in AFS, denoting its importance for the sustainable development of rural areas in the Brazilian Amazon. Therefore, the objective of this study was to characterise socioeconomic aspects and explore perspectives on the main challenges and incentives highlighted by family farmers involved in the Project of Forest Restoration Through Agroforestry Systems (Prosaf) in Belterra, Pará, Brazil.

2 MATERIAL AND METHODS

The municipality of Belterra, Pará, Brazil, was selected for this study because it has been the most successful location in terms of implementing the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf) in western Pará. Belterra stands out for the establishment of a nursery, distribution of seedlings, and land preparation, according to information provided by staff and technicians from the Pará State Forest and Biodiversity Development Institute (Ideflor-Bio).

An initial sample of 37 family farms from Belterra, registered in Prosaf, was evaluated. However, 17 farms were selected for the research when including only those that remain actively involved in the project, according to the information provided by Ideflor-Bio technicians. The project's activities in the municipality began in 2018, focusing on establishing a plant nursery in collaboration with the Belterra City Hall and assisting farmers in land preparation. The first seedlings were distributed in 2019.

The 17 selected farms were visited and farmers were presented with the objectives of this study and asked for consent to participate in the research. This entire procedure followed the guidelines of the Research Ethics Committee (CEP) of the Federal University of Western Pará (Ufopa). The research was registered and authorised on the Plataforma Brasil under the identification code CAAE 70615423.3.0000.0171.

The study region presents mean temperatures ranging from 25.5 to 26.5 °C, annual mean relative air humidity above 85%, and annual rainfall depths from 2,000 and 2,500 mm, characterised by Am3 and Am4 climate types (Figure 1), according to Xavier *et al.* (2016).

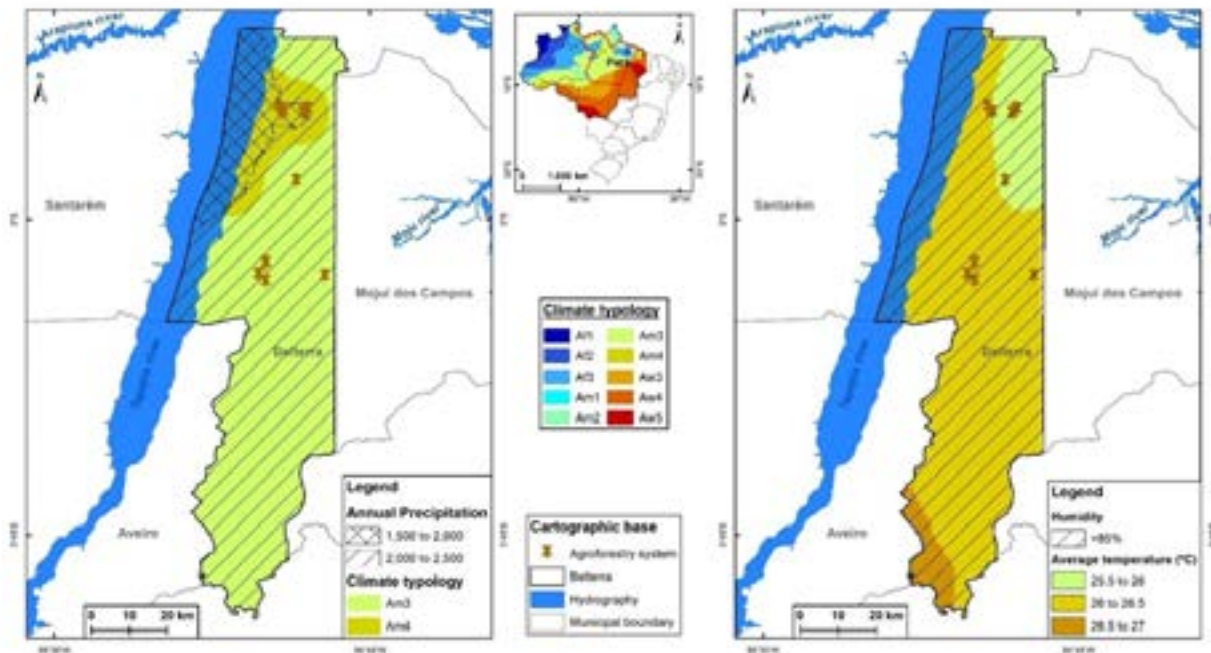


Figure 1 – Rainfall depths, climate type, mean temperatures, and relative air humidity of the study region with family farms involved in the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf), Belterra, Pará, Brazil.

Source: Leila Sheila Silva Lisboa.

Land use classification images from 2020 to 2022 available on the MapBiomas portal (MapBiomas, 2024) enabled the identification of a continuous decrease in forest formation areas in Belterra (from 3,205.73 to 3,162.06 km²), while pasture areas increased, showing 298.10, 318.75, and 332.82 km² for 2020, 2021, and 2022, respectively. Soybean areas also expanded from 123.8 km² (2020) to 247.1 km² (2021), with stability from 2022 onwards (248 km²). Areas cultivated with other short-cycle crops decreased from 2020 (152.7 km²) to 2022 (37.4 km²), denoting a significant dynamic in the cultivation of these crops, probably influenced by price fluctuations and the expansion of crops such as soybean.

The location and different land use categories in 2022 showed that most researched farms are surrounded by pastures and, to a lesser extent, near primary forests and soybean fields (Figure 2).

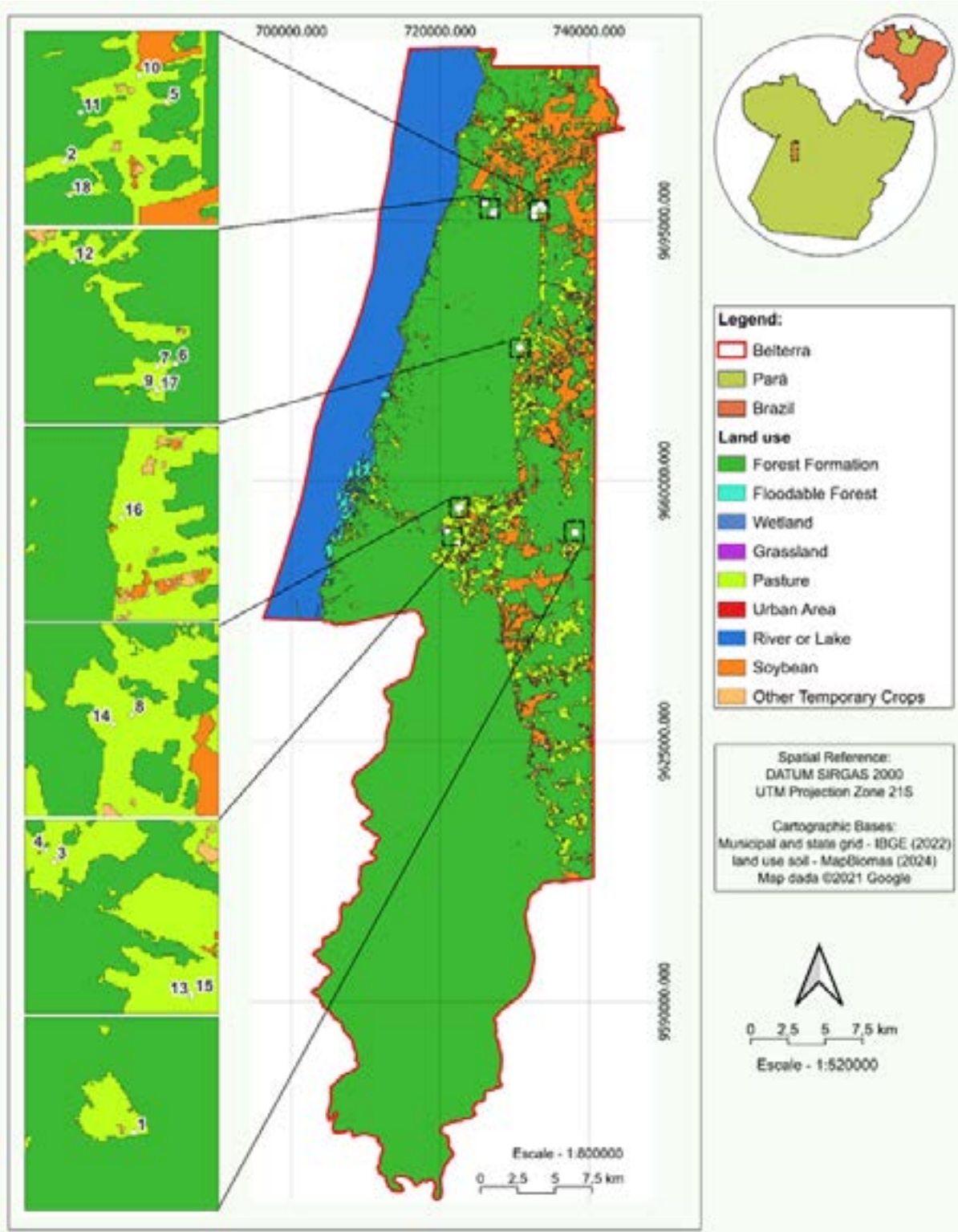


Figure 2 – Land use thematic map of Belterra, Pará, Brazil, highlighting the location of family farms involved in the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf), indicated by numbers 1 to 17. Map created using QGIS 3.34 software based on information from the MapBiomias portal.

Source: Thiago Gomes de Sousa Oliveira

Socioeconomic and production aspects of family farms were assessed through interviews using a semi-structured questionnaire, which addressed the following items: general characteristics of the farm and family, farm size, human resources, sources of income, available infrastructure, associative links, production, occurrence of forest fires, and information on agroforestry systems (AFS). Following the interview, a guided tour was conducted, during which the farmer presented the crops grown and provided additional information about the area.

Another semi-structured questionnaire was applied during the interview and guided tour to conduct a SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) analysis of the AFS (Figure 3). The interview and questionnaire were administered individually to the farmers responsible for the AFS. All procedures were completed within a single day at each farm and were conducted between January and February 2024.

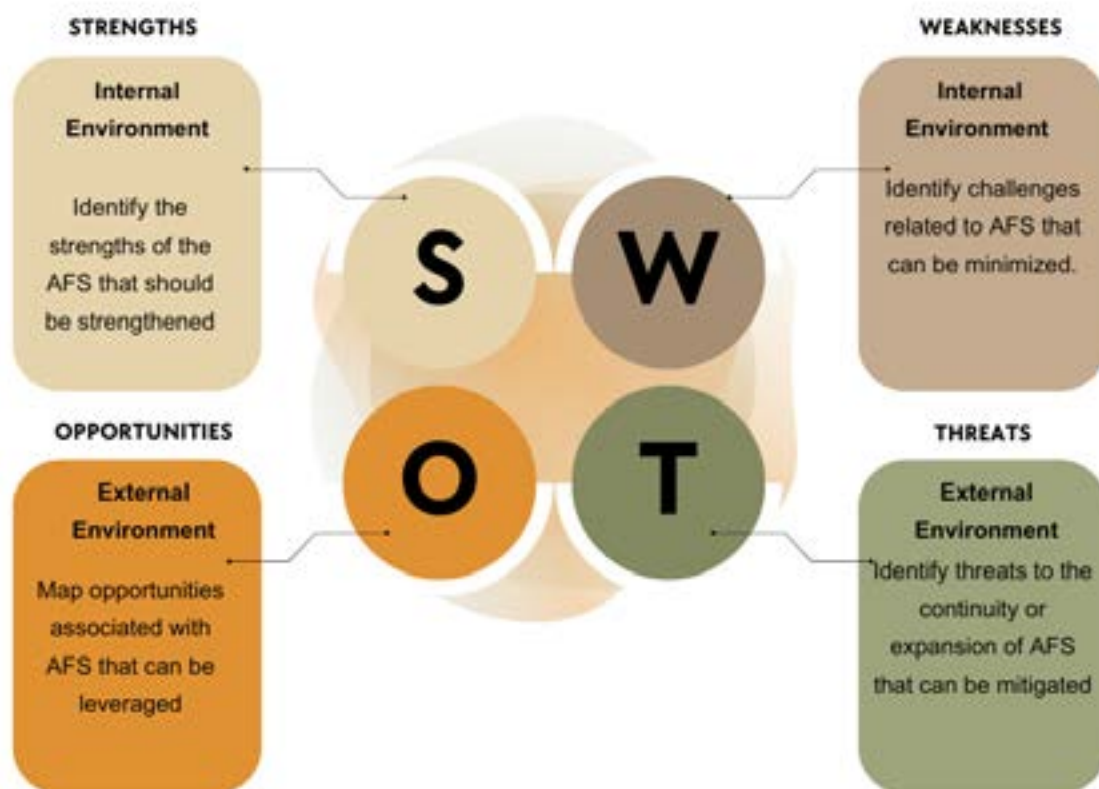


Figure 3 – SWOT analysis diagram of agroforestry systems (AFS) in Belterra, Pará, Brazil, highlighting internal (strengths and weaknesses) and external (opportunities and threats) environmental factors.

Source: The authors.

The responses for each SWOT analysis item were organised and categorised based on content similarity, resulting in a ranking based on response frequency. Categories were established based on the responses, without pre-established definitions. This result allowed for the identification of critical positive and negative points, according to the farmers' perceptions, assessing internal factors (strengths and weaknesses) directly related to agroforestry activities and need to be strengthened or minimised, as well as external factors (opportunities and threats) that extend beyond the agroforestry and the farmer's control but need to be leveraged or addressed.

A stage of this research has not yet been conducted, which involves providing feedback to the farmers involved, both orally and through printed materials, as a form of contribution to them by providing the obtained results. Figure 4 shows the timeline of the main research stages, from the beginning of Prosaf in 2018 to the expected feedback of results to family farmers in 2025.

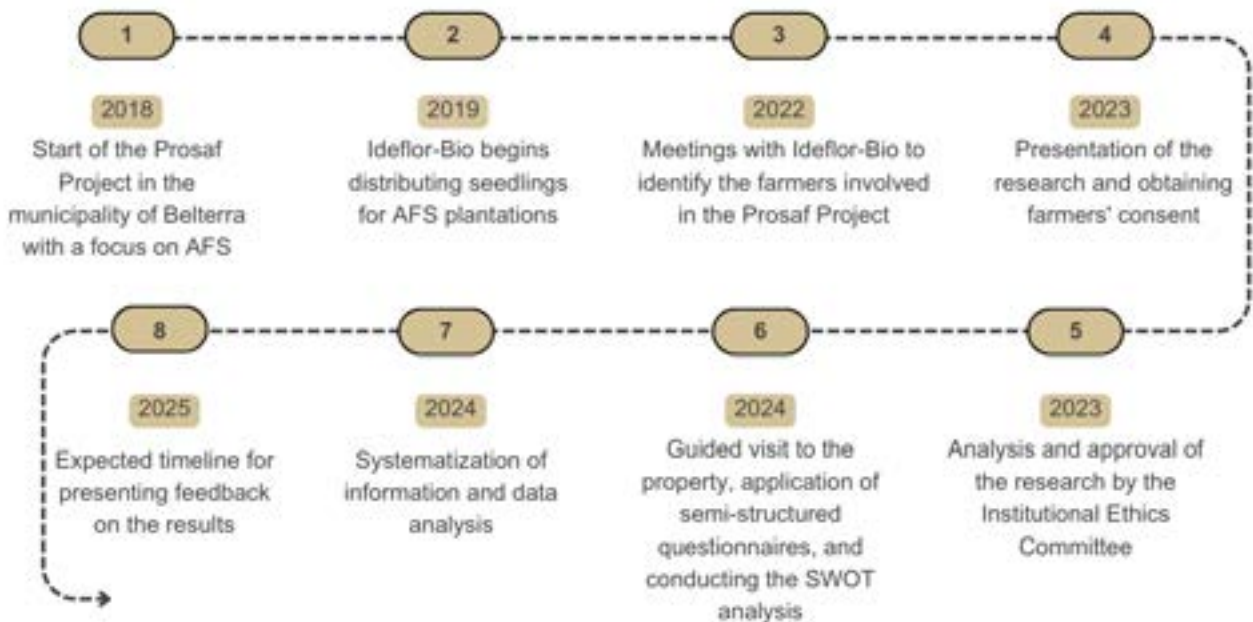


Figure 4 – Timeline of stages of the research on family farms involved in the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf), Belterra, Pará, Brazil.

Source: The authors.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SOCIOECONOMIC ASPECTS

Considering the 17 evaluated family farms, the management of the area is primarily handled by men (94%), while 6% is managed by women. Most farmers were over 40 years old, with a reduced labour force due to the limited number of young people living on the farm. The ages of the farmers ranged from 29 to 66 years, with an average of 53 years for men. Regarding women on these farms, ages ranged from 40 to 61 years, with an average age of 51 years. An analysis of the population involved in the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf) in Mojuí dos Campos, Pará, Brazil, a municipality neighbouring Belterra, showed that most participants were around 45 years old, with income primarily derived from agricultural activities (Oliveira *et al.*, 2023).

The families exhibited a large composition, ranging from one to eight children, with the majority ($n = 10$) having more than three children. Notably, the children of 65% of families no longer live with their parents on the farm, while 35% continue to reside in the family home.

Concerning education, most interviewees have incomplete elementary education ($n = 9$), indicating a low education level among the farmers. Studies suggest that low educational levels can hinder the

adoption of alternative methods and technologies designed to improve crop yields, as well as access to rural credit, essential for investing in agricultural production (Camargo *et al.*, 2019; Santos Pompeu *et al.*, 2018; Santos; Silva, 2020).

Farm areas ranged from 7 and 189 hectares, with most (59%) falling between 10 to 50 hectares. Most properties (65%) were in rural areas, while 35% were in urban areas, which, in this context, refer to community clusters where health services, schools, and commercial establishments are concentrated.

The number of land-use activities in these areas ranged from one to seven, with an average of three activities. These activities include monocultures, agroforestry systems (AFS), fruit farming, livestock, intercropping, pig farming, and poultry farming. Most interviewees (70.6%) identified agriculture as the primary source of income, while 11.8% reported earning income from external work (manual labour on other properties), 11.8% worked as teachers in the municipal education system, and 5.9% provided services with heavy machinery.

Importantly, 59% of these farmers reported earning additional income from activities such as land leasing, the sale of handicrafts and flowers, passenger transport, sewing, and security services, as well as from Brazilian governmental social assistance programs such as Bolsa Família and retirement earnings.

The number of agricultural and forest products generating income for these properties ranged from 1 to 41, with an average of seven. In this context, 53% of the evaluated properties grew tonka bean (*Dipteryx odorata* Aubl. Forsyth f.) and cassava (mandioca) (*Manihot esculenta* Crantz), the latter grown for flour production; 29% grew cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng); and 24% grew cassava (macaxeira) (*Manihot esculenta* Crantz) and habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) and raised chickens. Interestingly, family farmers in Belterra distinguish the *M. esculenta* ethnovarieties mandioca and macaxeira based on production and morphological characteristics, as mandioca roots are primarily processed for flour production, while macaxeira roots are intended for direct consumption (Cunha *et al.*, 2016; Pedri *et al.*, 2018). These results highlight the importance of growing different species and the production diversity on these farms.

The cultivation of *M. esculenta* for flour production in this region reinforces the economic significance of this crop in the state of Pará, especially in the Lower Amazon region, where this species has historically been the primary crop in family farming properties, making it essential for employment and income generation (Gusmão *et al.*, 2016; Santos; Santana, 2012).

The commercialisation of *D. odorata* seeds was mentioned as an important supplementary source of income. This species has a high potential for use in AFS due to its early seed production, high market value, and compatibility with other crops, such as banana (*Musa paradisiaca* L.) and *T. grandiflorum* (Mota *et al.*, 2022).

3.2 AGROFORESTRY SYSTEMS MAINTAINED BY FAMILY FARMERS

A total of 48 agroforestry systems (AFS) were mapped among the 17 family farmers, seven of which with only one AFS as a result of the introduction of seedlings from the ProsaF program. Four farmers maintained two AFS arrangements on their properties, two had three, one had four distinct AFS, and only three properties had 6, 8, or 9 AFS. Figure 5 illustrates one of the visited properties in an aerial view (Figure 5a) and one of the mapped AFS (Figure 5b).



Figure 5 – Orthomosaic image of a rural property in Belterra, Pará, Brazil, generated by drone mapping (a), and an agroforestry system on the farm (b).

Source: The authors.

A total of 68 species were identified among the 48 mapped AFS: 37 fruit-trees or palm species (54.4%); 12 timber species (17.6%); 12 short-cycle or semi-perennial food crop species; 6 species of non-timber forest products; and one species used for natural pest control.

3.3 SWOT ANALYSIS – STRENGTHS AND WEAKNESSES IN AGROFORESTRY SYSTEMS

The SWOT analysis of AFS encompassed 190 responses from family farmers, distributed as follows: Strengths (44 responses), Weaknesses (72), Opportunities (42), and Threats (32). These results evidenced a greater ease of farmers in identifying challenges in AFS, as the Weaknesses category received the highest number of responses.

The responses were grouped and categorised to reflect the farmers' perceptions of the strengths and weaknesses of the AFS implemented on their properties. The analysis addressed the identified advantages and challenges in management and the sustainability of the AFS, providing a comprehensive view of the experiences and expectations of local farmers regarding this cultivation system.

3.3.1 STRENGTHS OF AGROFORESTRY SYSTEMS

"Source of income" was the most frequently mentioned strength by farmers (18.2%) (Table 1), highlighting the economic importance of crops such as passion fruit (*Passiflora edulis*), *M. esculenta*, *D. odorata*, and Barbados cherry (*Malpighia emarginata*). The second most frequently mentioned strength was "Resilience of *D. odorata*" (13.6%), indicating that the species can withstand extreme climate events, such as the *El Niño* phenomenon. "Staggered production" was also significant (11.4%), indicating that the distribution of production throughout the year is an advantage perceived by farmers.

"Production diversification" and "Partnerships" (both with 9.1%) further highlight the importance of diversifying crops, expanding sales options, and establishing local partnerships, such as those with facilities that process *M. esculenta* roots for flour production.

Table 1 – Detailed categories based on responses from family farmers in Belterra, Pará, Brazil, regarding strengths (internal environmental factors), identified through the SWOT analysis of agroforestry systems (AFS) on their properties

Category	Details	Number of responses	%
Source of income	Crops such as passion fruit, <i>Manihot esculenta</i> , <i>Dipteryx odorata</i> , and acerola were identified as important income sources in the AFS.	8	18.2
Resilience of <i>Dipteryx odorata</i>	<i>D. odorata</i> was noted for its resilience to the 2023 <i>El Niño</i> and water scarcity during the dry season.	6	13.6
Staggered production	Production is available throughout the year.	5	11.4
Production diversification	Increased variety of products through simultaneous crops.	4	9.1
Partnerships	Processing of <i>M. esculenta</i> roots in flour production facilities located near the farms.	4	9.1
Environmental conservation	Recognition of the environmental benefits of planting and the advantage of avoiding deforestation to initiate new plantings.	3	6.8
Space optimisation	Intercropping systems allow better use of soil and farm space.	3	6.8
Aesthetic appeal	Satisfaction derived from observing plant growth and the aesthetics of AFS arrangements.	3	6.8
Thermal attenuation	Perennial species provide shade and reduce heat.	2	4.5
Cultural practices	Maintenance is facilitated by increased shade and reduced occurrence of weeds.	2	4.5
Early production	<i>D. odorata</i> seed production is precocious, occurring within three to four years.	1	2.3
Fire prevention	Preventive measures have been effective in controlling forest fire occurrences.	1	2.3
Seedling production	Availability of vegetative material for producing their own seedlings.	1	2.3
Autonomous sales	Direct sales channels to consumers.	1	2.3
TOTAL		44	100

Source: The authors.

The results indicate that production-related aspects are the primary advantages of AFS cited by farmers. Economic improvement through product diversification beyond the community's primary income source was also identified as a reason for adopting AFS in maroon community (quilombola) territories (Andreato; Mota, 2022). Agroforestry intercropping systems have proven advantageous in reducing costs, increasing income, and improving profitability, especially in terms of non-monetary benefits (Cardozo *et al.*, 2015).

The recognition of production diversification as an advantage in this research aligns with global demands. According to a study on food production, better landscape management combined with a diversified food system can promote global sustainability and support the achievement of the Sustainable Development Goals outlined by the United Nations (Bhagwat, 2022). In multi-species

systems such as AFS, production diversification is considered an advantage (Jacobi *et al.*, 2014) that contributes to increased crop yield and quality (Kieck *et al.*, 2016).

Environment-related motivations, reflected by the "environmental conservation", "aesthetic appeal", and "thermal attenuation" were mentioned in 4.5% to 6.8% of responses. Thus, environmental benefits are secondary to production ones for the targeted group in this research, although this perception varies among farmers. Additionally, family farmers in Pará have valued environmental aspects due to historical cultural management practices, the need for shade for certain species, and their recognition of the ecosystem services provided by AFS (Pompeu *et al.*, 2017).

Several environmental advantages of AFS have been reported in the literature, including improvements in soil nutrient availability (Muchane *et al.*, 2020), organic matter deposition, and soil fertility attributes (Martins *et al.*, 2024), benefits of shade trees (Sauvadet *et al.*, 2019), and environmental and ecosystem services provided by tree-dense environments (Almeida *et al.*, 2023; Jadán *et al.*, 2015). These benefits also include the shading for perennial crops, which mitigates water deficits and improves the local climate.

3.3.2 WEAKNESSES OF AGROFORESTRY SYSTEMS

The primary mentioned weaknesses of AFS were "cultural practices" and "technical assistance", each accounting for 18.1% of responses (Table 2). The two major challenges highlighted were the high demand for management practices such as pruning and disease control and the lack of proper technical support to manage diverse plant species. The third most frequently mentioned factor was "water access" (13.9%), denoting the scarcity of water resources, especially for irrigation, due to the collective use of artesian wells, which hinders water use for irrigating both agricultural and forest plantations. Other significant weaknesses include "losses" (6.9%), mainly due to seedling mortality during adverse climate events such as *El Niño*, and the lack of "mechanised support" (5.6%), indicating the need for more appropriate equipment to increase management efficiency in AFS

Table 2 – Detailed categories based on responses from family farmers in Belterra, Pará, Brazil, regarding weaknesses (internal environmental factors) identified through the SWOT analysis of agroforestry systems (AFS) on their properties.

Category	Details	Number of responses	%
Cultural practices	Increased demand for activities such as pruning (cacao trees), disease control, weed (<i>Santalaceae</i> sp.) removal from trees, cleaning, and herbicide application for weed control, as well as the need to replant passion fruit crops every two years.	13	18.1
Technical assistance	Insufficient technical support for managing several crops, identifying diseases, and providing guidance on the application of inputs and fertilizers.	13	18.1
Water access	Limited access to water for irrigation due to the collective use of artesian wells.	10	13.9
Losses	Lack of interest in replanting cacao, <i>Theobroma grandiflorum</i> , and <i>Aniba rosaeodora</i> Ducke seedlings due to high mortality during <i>El Niño</i> periods.	5	6.9
Mechanised support	Outdated and inadequate equipment for efficiently managing AFS.	4	5.6
Climate vulnerability	Low yield of <i>T. grandiflorum</i> , <i>Bactris gasipaes</i> , and avocado during droughts, as evidenced during the 2023 <i>El Niño</i> phenomenon.	4	5.6
Seedlings	Inefficient seedling delivery by support agencies, mainly cacao seedlings, or lack of high-quality black pepper seedlings.	4	5.6

Category	Details	Number of responses	%
Resources	Limited investments in AFS due to banking system debt or lack of financial support from government agencies.	4	5.6
Soil fertilisation	Need for access to proper soil fertilisation tailored to each crop, based on soil analysis.	3	4.2
Animal predation	Predation of <i>Dipteryx odorata</i> and <i>B. gasipaes</i> fruits by bats and birds, respectively.	3	4.2
Electricity	Lack of or insufficient electricity for installing irrigation pumps.	3	4.2
Limited knowledge	Need for training and guidance on pruning and on newly introduced species.	2	2.8
Production	Shading reduces the yield of intercropped species that require greater light exposure.	2	2.8
Discontinuity of planting	Lack of interest in continuing the planting of forest species such as <i>D. odorata</i> .	1	1.4
Forest fires	Firebreaks were ineffective in preventing forest fires.	1	1.4
TOTAL		72	100

Source: The authors.

These weaknesses included concerns about the selection of plants for pruning. Pruning in cacao and *T. grandiflorum* plantations are performed to achieve higher fruit production. Pruning in *D. odorata* plantations is performed to create space under the canopy to facilitate fruit harvesting, thus, it is more of an operational measure than a management practice to increase fruit production. Similarly, Torquebiau (2000) reported that trees and agricultural crops within AFS grow under competition for natural resources, and the management and allocation of resources, such as labour, must also be shared.

Irrigation was used in only 18% of the properties, while 82% had no irrigation systems. This is primarily attributed to the water sources available in these properties, as most of them (59%) depend on shared artesian wells or streams. Additionally, the absence of electricity in some properties (n = 3) contributes to the lack of irrigation. Most properties with electricity are connected to the public energy grid (n = 11), while two use solar power and one relies on a generator.

The lack of an irrigation system was identified as a significant limiting factor for the continuity of crops, mainly those with lower resistance to water deficits. This factor was emphasised by farmers, frequently mentioning the 2023 *El Niño* event during the interviews conducted in February 2024. This event caused significant losses, especially in *T. grandiflorum* and cacao plantations, and reduced banana production. Additionally, the risk of forest fires was also mentioned as a weakness (1.4%).

Limitations in agricultural extension services and insufficient knowledge about AFS are obstacles to the adoption of crop-forestry systems (Sills; Caviglia-Harris, 2015). Studies in Pará reported that the official agency for technical assistance has provided support to AFS only during the initial years of establishment, which led to implementation failures, emphasising that managerial support provides farmers with greater confidence in the establishment and management of these systems (Pompeu *et al.*, 2017; Pompeu *et al.*, 2012).

Similarly, the lack of inputs and technology to improve the systems was frequently reported as a weakness in a SWOT analysis of several AFS worldwide (Nair *et al.*, 2017), indicating that different contexts in agroforestry systems share structural similarities.

3.3.3 Opportunities for agroforestry systems

Positive external environmental factors (Opportunities) included "Infrastructure and resources" (21.4%) as the most frequently identified opportunity of AFS (Table 3). This highlights the expectation that adopting this system would assist in improving infrastructure, including access to electricity and implementation of processing facilities, as well as the availability of resources for inputs and equipment. "Irrigation" was the second most frequently mentioned factor (19%), reflecting the expectation or need for installing irrigation systems to increase production and diversify crops. "Expansion of plantings" (11.9%) and "diversification of plantings" (9.5%) were also significant, indicating a growing interest in expanding perennial crops and incorporating timber species into the system, which suggests that permanent planting has a catalyzing effect. Finally, "associations and partnerships" (7.1%) was identified as an opportunity to strengthen marketing through group organisation and collaboration.

Table 3 – Detailed categories based on responses from family farmers in Belterra, Pará, Brazil, regarding opportunities (external environmental factors) identified through the SWOT analysis of agroforestry systems (AFS) on their properties.

Category	Details	Number of responses	%
Infrastructure and resources	Improvement of processing infrastructure, electricity distribution, waste utilisation, and availability of resources for acquiring inputs and planting equipment.	9	21.4
Irrigation	Installation of irrigation systems to increase production and diversify crops.	8	19.0
Expansion of plantings	Interest in expanding perennial crops.	5	11.9
Diversification of plantings	Diversification of plantations by including timber species.	4	9.5
Associations and partnerships	Joining or organising groups to strengthen product commercialisation.	3	7.1
Inputs	Expectation of receiving planting inputs from governmental and development institutions.	3	7.1
Environmental services	Recognition for the environmental benefits generated by plantations.	3	7.1
Family future	Expectation of maintaining plantations to ensure benefits for future generations.	2	4.8
Introduction of animal components	Installation of infrastructure to integrate animals into the AFS.	2	4.8
High-quality materials	Access to resistant genetic material to replace diseased plants.	1	2.4
Green barriers	Planting tree species such as <i>Khaya</i> sp. and <i>Tabebuia</i> sp. as a windbreak barrier.	1	2.4
Seeds	The possibility of exchanging AFS seeds for seedlings.	1	2.4
TOTAL		42	100

Source: The authors.

The mentioned opportunities perceived by some farmers included the recognition of AFS as a strategy for leaving a family legacy through the continued planting of perennial species. In addition, some farmers consider these small-scale plantations as investments for the future, with benefits for subsequent generations (Thomas; Van Damme, 2010), consolidating these plantings as a heritage for descendants (Andreata; Mota, 2022). Experiences in Tomé-Açu, Pará, suggest that these systems compose a socio-technological complex, offering a path to sustainable agricultural development in the Amazon (Futemma et al., 2020).

Environmental services provided by AFS were mentioned by 7.1% of farmers, while the benefits of green barriers and the possibility of exchanging seeds for seedlings were mentioned by 2.4%. These responses indicate an expectation of environmental valuation and investment in these systems. Despite these expectations, adequate policies and investments in AFS should be prioritised (Goparaju *et al.*, 2020), including for scientific research, as well as institutional and policy changes (Nair *et al.*, 2021).

3.3.4 THREATS TO AGROFORESTRY SYSTEMS

Regarding negative external environmental factors (Threats), "wildlife predation" was the most frequently mentioned (18.8%) (Table 4), referring to damages caused by animals, including bats and agoutis, that affect fruit and seedling production. The second most frequently mentioned factor was "information scarcity" (15.6%), referring to the lack of technical knowledge in managing mixed crop species and dealing with unknown diseases, such as those affecting cacao plantations. "Family conflicts" (9.4%) and "forest fires" (9.4%) are social and environmental factors that also may hinder the continuity and safety of these planting systems. "Demotivation" (9.4%) completes the group of the most significant threats recognised by farmers, indicating the risk of discontinuing the activities.

Table 4 – Detailed categories based on responses from family farmers in Belterra, Pará, Brazil, regarding threats (external environmental factors) identified through the SWOT analysis of agroforestry systems (AFS) on their properties.

Category	Details	Number of responses	%
Wildlife predation	Damage caused by wildlife predation, such as bats and agoutis, resulting in the loss of fruits and seedlings of <i>Dipteryx odorata</i> and <i>Bertholletia excelsa</i> (Brazil nuts).	6	18.8
Information scarcity	New experience with intercropping and crops for which knowledge on management (e.g., cacao) and potential diseases is still lacking.	5	15.6
Family conflicts	Influence of family problems, inheritance, and divorce that may interfere with the continuity of agricultural activities.	3	9.4
Forest fires	Risk of fires originating from neighbouring properties, increased by the absence or ineffectiveness of firebreaks to control the spread of fire.	3	9.4
Demotivation	Lack of interest in the area, leading to abandonment and cessation of cultural practices in plantations.	3	9.4
Production uncertainty	Need to maintain homogeneous areas with short-cycle crops (open fields) to ensure production security.	2	6.3
Production theft	Individuals illegally entering the property to collect Brazil nuts and harvest <i>Manihot esculenta</i> .	2	6.3
Pesticide use	Application of pesticides on neighbouring properties due to extensive agriculture practices.	2	6.3
Drought impact	Loss of seedlings and delayed effects of <i>El Niño</i> on production, requiring a long recovery period for crops.	2	6.3
Cross impact	In intercropping systems, the harvest of one crop can compromise or damage another species.	1	3.1
Product price	Concern over the potential devaluation of <i>D. odorata</i> seeds.	1	3.1
Land sale	Land speculation by agribusiness producers in land acquisition.	1	3.1
Environmental contradiction	Inconsistency between environmental preservation discourse and limited support action.	1	3.1
TOTAL		32	100

Source: The authors.

Animal predation was mentioned as a weakness in AFS (Table 2), but with less significance compared to its recognition as the most relevant threat to the systems (Table 4). This factor is related to the predation of immature fruits by bats that feed on the endocarp, potentially causing losses of up to 30%, according to the interviewed farmers.

Forest fires were mentioned by 65% of farmers, who reported their occurrence on their properties, mainly during 2023 due to the *El Niño* phenomenon. Although some farmers use firebreaks, this measure is often ineffective. However, despite the high occurrence of fires, these events were not considered significant either as a threat or a weakness in AFS.

During research activities, several farmers were growing short-cycle crops, such as *M. esculenta*, maize, and common beans, in homogeneous systems. These farmers plant these crops and carry out cleaning and pruning in AFS areas, indicating that AFS activities are a secondary priority in their farm routine. This scenario is connected to "production uncertainty" (6.3%), which reflects the need to maintain monocultures as a primary activity due to the farmers' established knowledge of these crops, ensuring production security. Similar weaknesses and threats to the adoption and continuity of AFS in the Amazon have been reported in the literature (Hoch *et al.*, 2009; Iverson; Iverson, 2021; Jacobi *et al.*, 2014; Lagneaux *et al.*, 2021), highlighting the concerns and challenges shared by farmers in Belterra, such as access to quality seeds and seedlings, operational difficulties in mixed systems, and insufficient information on specific agricultural practices.

These common threats and challenges show that relevant institutions and organisations should increase their support to farmers committed to perennial crops, despite the limitations outlined in this study. Most farmers recognise the importance of providing economic incentives, particularly for tree planting (Robiglio; Reyes, 2016) to avoid future reports of failure with AFS in Belterra, as seen in other Amazonian regions (Hoch *et al.*, 2009; Sills; Caviglia-Harris, 2015).

A limitation of this study was the exclusion of family farmers who did not continue their participation in the Prosaf Project, which could have revealed important aspects regarding the challenges and potential of AFS. Moreover, the study was conducted with participants of the Prosaf Project in Belterra, and other evaluations of the project in different regions may yield different results.

Therefore, future studies addressing farmers' perspectives on the adoption and maintenance of ASF should include other target groups who also adopt AFS but have different sources of incentives and funding. This approach would allow for obtaining diverse opinions on these challenges. Additionally, farmers should be continuously monitored, considering different climatic events, as well as commercial and production variations, focusing on capturing different situations.

4 CONCLUSIONS

The agroforestry systems (AFS) implemented in Belterra, Pará, Brazil, through the Forest Restoration Through Agroforestry Systems Project (Prosaf) of the Pará State Forest and Biodiversity Development Institute (Ideflor-Bio) showed to be a viable alternative for diversifying production for family farmers, highlighting the importance of agricultural activity, particularly in terms of food production. The main identified strengths include income generation, indicating that these systems can be an effective strategy for economic sustainability and resilience to climate events. Seasonal production distribution, crop diversification, and strengthening of local partnerships evidenced the potential of AFS to contribute to food security.

However, family farmers involved in Prosaf in Belterra reported challenges for the adoption and continuity of AFS, including the demand for cultural practices and the lack of adequate technical assistance, emphasising the need for support to ensure efficient AFS management. Water scarcity

and vulnerability to climate change were also presented as additional difficulties that threaten the sustainability of these systems.

The listing of critical points of AFS mentioned by farmers may serve as a foundation for decision-making and for defining strategies for the continuity and expansion of these production systems, promoting social, financial, and environmental sustainability. This mapping is an analytical tool for guiding development projects, enabling the creation of intersectoral action plans involving funding institutions, technical assistants, educational institutions, and farmers to devise multifaceted strategies and improve effective actions in intercropped systems.

Based on the SWOT analysis results, the main positive aspects (strengths and opportunities) should be strengthened and leveraged for the success of AFS implemented through Prosaf and those initiated by farmers themselves. These positive aspects include the expansion of perennial plantings, cultivation of tonka bean (*Dipteryx odorata*), expectation of investments, production diversification, and income generation. These incentives can also include recognising agroforestry cultivation as a strategy for environmental conservation.

External support focused on addressing issues related to cultural practices, input demands, technical assistance, and irrigation system installation is required for overcoming or mitigating the identified negative aspects (threats and weaknesses). Additionally, investments in training on the specific requirements of the cultivated species and on strategies to reduce production losses are essential for maintaining and expanding AFS on family farms.

REFERENCES

- ALMEIDA, A.; FERREIRA, J. N.; COUDEL, E. Perception of ecosystem services by family farmers in the municipality of Irituia/PA, Eastern Amazon: subsidies for forest restoration. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 62, p. 1423-1438, 2023. Available at: <http://doi.org/10.5380/dma.v62i0.84539>
- ALVARADO SANDINO, C. O.; BARNES, A. P.; SEPÚLVEDA, I.; GARRATT, M. P.; THOMPSON, J.; ESCOBAR-TELLO, M. P. Examining factors for the adoption of silvopastoral agroforestry in the Colombian Amazon. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 12252, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39038-0>
- ANDREATA, H. K.; MOTA, D. M. Sistemas agroflorestais como estratégia de ação coletiva em uma comunidade quilombola da Amazônia oriental paraense. 2022. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 60, p. 393-412, 2022. DOI: 10.5380/dma.v60i0.78419
- ANSOLIN, R. D.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; SILVA, J. C. G. L.; MICHETTI, M.; KAMOI, M. Y. T.; REIS, J. C. Strategic diagnosis of livestock-forest integration systems in northern Mato Grosso. **Floresta**, v. 50, n. 1, p. 1001-1010, 2020.
- ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Dados eletrônicos, Colombo: Embrapa Florestas, 2014. p. 274.
- BENZAGHTA, M. A.; ELWALDA, A.; MOUSA, M. M.; ERKAN, I.; RAHMAN, M. SWOT analysis applications: an integrative literature review. **Journal of Global Business Insights**, v. 6, n. 1, p. 54-72, 2021. Available at: <https://www.doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148>
- BHAGWAT, S. A. Catalyzing transformative futures in food and farming for global sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 1009020, 2022. DOI: 10.3389/fsufs.2022.1009020
- BIASSIO, A.; SILVA, I. C. Análise SWOT como ferramenta para avaliação da agrobiodiversidade em sistemas tradicionais de produção nos municípios de Antonina e Morretes/PR. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 2, p. 71-76, 2015.

BLINN, C. E.; BROWDER, J. O.; PEDLOWSKI, M. A.; WYNNE, R. H. Rebuilding the Brazilian rainforest: agroforestry strategies for secondary forest succession. **Applied Geography**, v. 43, p. 171-181, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.06.013>

BOLFE, É. L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1139-1147, 2011.

BORGES, A. C. M. R.; AZEVEDO, C. M. B. C.; ARAGÃO, D. V.; SHIMIZU, M. K.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; SA, T. D. A. **Metodologia participativa para diagnóstico e sistematização de experiências em sistemas agroflorestais no âmbito do Projeto Tipitamba**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2024. 5 p.

CAMARGO, G. M.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; SILVA, L. F. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, 2019. Available at: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4318>

CARDOZO, E. G.; MUCHAVISOY, H. M.; SILVA, H. R.; ZELARAYÁN, M. L. C.; LEITE, M. F. A.; ROUSSEAU, G. X.; GEHRING, C. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 89, p. 901-916, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9823-9>

COOMES, O. T.; BURT, G. J. Indigenous market-oriented agroforestry: dissecting local diversity in western Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 37, p. 27-44, 1997.

CUNHA, E. F. M.; SILVA, C. R. D. S.; ALBUQUERQUE, P. S. B. D.; RAMALHO, G. F.; PONTES, L. C. G.; FARIAS NETO, J. T. D. Molecular characterization of 'sweet' cassavas (*Manihot esculenta*) from a germplasm bank in Brazilian Eastern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, p. 28-34, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1590/1984-70332016v16n1a>

DEMIE, G.; NEGASH, M.; ASRAT, Z.; BOHDAN, L. Perennial plant species composition and diversity in relation to socioecological variables and agroforestry practices in central Ethiopia. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 2, p. 461-476, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00924-1>

FAHAD, S.; CHAVAN, S. B.; CHICHAGHARE, A. R.; UTHAPPA, A. R.; KUMAR, M.; KAKADE, V.; POCZAI, P. Agroforestry systems for soil health improvement and maintenance. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 14877, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su142214877>

FLEMING, A.; O'GRADY, A. P.; MENDHAM, D.; ENGLAND, J.; MITCHELL, P.; MORONI, M.; LYONS, A. Understanding the values behind farmer perceptions of trees on farms to increase adoption of agroforestry in Australia. **Agronomy for sustainable development**, v. 39, n. 1, p. 9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0555-5>

FUTEMMA, C.; CASTRO, F.; BRONDIZIO, E. S. Farmers and social innovations in rural development: collaborative arrangements in eastern Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104999, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104999>

GONZÁLEZ, N. C.; KRÖGER, M. The potential of Amazon indigenous agroforestry practices and ontologies for rethinking global forest governance. **Forest Policy and Economics**, v. 118, p. 102257, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102257>

GOPARAJU, A. F.; UDDIN, M.; RIZVI, J. Agroforestry: an effective multi-dimensional mechanism for achieving Sustainable Development Goals. **Ecological Questions**, v. 31, n. 3, p. 63-71, 2020. DOI: 10.12775/EQ.2020.023

GUSMÃO, L. H. A.; HOMMA, A. K. O.; WATRIN, O. S. Análise cartográfica da concentração do cultivo de mandioca no estado do Pará, Amazônia brasileira. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 3, p. 51-62, 2016.

HOCH, L.; POKORNY, B.; DE JONG, W. How successful is tree growing for smallholders in the Amazon? **International Forestry Review**, v. 11, n. 3, p. 299-310, 2009.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL E DA BIODIVERSIDADE DO PARÁ – IDEFLOR-BIO. **Projeto Prosaf**. Governo do Estado do Pará, Belém, 2024. Available at: <https://www.ideflorbio.pa.gov.br/projeto-prosaf/> Access at: 24 jun. 2024.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL E DA BIODIVERSIDADE DO PARÁ – IDEFLOR-BIO. **Instrução Normativa Nº 001/2018**, de 10 de janeiro de 2018. Institui o Projeto de Restauração Florestal através de Sistemas Agroflorestais – Prosaf de competência do Ideflor-Bio, para implantação em pequenas propriedades rurais ou posses rurais familiares, para fins de produção e regularização ambiental e aprova os requisitos e procedimentos para adesão de interessados ao projeto. Governo do Pará, Belém, 2018. Available at: https://www.ioepa.com.br/pages/2018/01/11/2018.01.11.DOE_20.pdf

IVERSON, A. L.; IVERSON, L. R. Contrasting Indigenous Urarina and Mestizo Farms in the Peruvian Amazon: plant diversity and farming practices. **Journal of Ethnobiology**, v. 41, n. 4, p. 517-534, 2021. Available at: <https://doi.org/10.2993/0278-0771-41.4.517>

JACOBI, J.; ANDRES, C.; SCHNEIDER, M.; PILLCO, M.; CALIZAYA, P.; RIST, S. Carbon stocks, tree diversity, and the role of organic certification in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. **Agroforestry Systems**, v. 88, p. 1117-1132, 2014.

JADÁN, O.; CIFUENTES JARA, M.; TORRES, B.; SELESI, D.; VEINTIMILLA RAMOS, D. A.; GÜNTER, S. Influence of tree cover on diversity, carbon sequestration and productivity of cocoa systems in the Ecuadorian Amazon. **Bois et forêts des tropiques**, v. 3, n. 325, 2015.

JAHAN, H.; RAHMAN, M. W.; ISLAM, M. S.; REZWAN-AL-RAMIM, A.; TUHIN, M. M. U. J.; HOSSAIN, M. E. Adoption of agroforestry practices in Bangladesh as a climate change mitigation option: investment, drivers, and SWOT analysis perspectives. **Environmental Challenges**, v. 7, p. 100509, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100509>

KIECK, J. S.; ZUG, K. L.; YUPANQUI, H. H.; ALIAGA, R. G.; CIERJACKS, A. Plant diversity effects on crop yield, pathogen incidence, and secondary metabolism on cacao farms in Peruvian Amazonia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 222, p. 223-234, 2016.

LAGNEAUX, E.; JANSEN, M.; QUAEDVLIEG, J.; ZUIDEMA, P. A.; ANTEN, N. P.; GARCÍA ROCA, M. R.; KETTLE, C. J. Diversity bears fruit: evaluating the economic potential of undervalued fruits for an agroecological restoration approach in the Peruvian Amazon. **Sustainability**, v. 13, n. 8, p. 4582, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13084582>

LEGIS-PA. **Lei Ordinária No 9.048**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas do Pará (PEMC/PA), e dá outras providências. Governo do Estado do Pará, Belém, 2020. Available at: <https://semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/4093>. Access at: 15 jun. 2024.

LOW, G.; DALHAUS, T.; MEUWISSEN, M. P. M. Mixed farming and agroforestry systems: a systematic review on value chain implications. **Agricultural Systems**, v. 206, p. 103606, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103606>

MAPBIOMAS. **Coleção da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, 2024. Available at: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/#> Access at: 15 jan. 2024.

MARTINS, T. O.; CALAÇA, F. J. S.; PEREIRA, M. J.; TOKARSKI, R. P.; SANTOS, L. A. C.; MARTINS, B. A.; CALIL, F. N.; CARAMORI, S. S.; SILVA NETO, C. M. E. Atributos da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais no Cerrado. **Nativa**, v. 12, n. 4, p. 693-705, 2024. Available at: <https://doi.org/10.31413/nat.v12i4.17682>

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção.** Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. 266 p.

MOKRIA, M.; HAGAZI, N.; HADGU, K. M.; SAID, H.; ABIYU, A.; HAILEMARIAM, G.; GEBREKIRSTOS, A. Homestead agroforestry for stabilizing food, economic and ecoclimatic nexus. **Agroforestry Systems**, p. 1-14, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01074-8>

MOTA, C. G.; PAULETTO, D.; CAPUCHO, H. L. V.; SILVA, S. U. P.; PONTE, M. X. O cultivo do cumaru como alternativa econômica para agricultores familiares: estudo de caso na região oeste do Pará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e46511326732-e46511326732, 2022.

MUCHANE, M. N.; SILESHI, G. W.; GRIPENBERG, S.; JONSSON, M.; PUMARIÑO, L.; BARRIOS, E. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: a meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 295, p. 106899, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106899>

MUKHLIS, I.; RIZALUDIN, M. S.; HIDAYAH, I. Understanding socio-economic and environmental impacts of agroforestry on rural communities. **Forests**, v. 13, n. 4, p. 556, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/f13040556>

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784-790, 2011.

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. **An introduction to agroforestry: four decades of scientific developments.** Cham: Springer, 2021.

NAIR, P. K. R.; VISWANATH, S.; LUBINA, P. A. Cinderella agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 91, p. 901-917, 2017.

OLIVEIRA NETO, M. M.; NAVEGANTES ALVES, L. F.; SCHWARTZ, G. Agroforestry systems associated with natural regeneration: alternatives practiced by family-farmers of Tomé-Açu, Pará. **Sustentabilidade em Debate**, v. 13, n. 1, 2022.

OLIVEIRA, A. N. A.; SOUSA, P. S.; PAULETTO, D.; TRIBUZY, A. S.; TRIBUZY, E. S. Análise do perfil socioeconômico de produtores rurais cadastrados no projeto Prosaf no município de Mojuí dos Campos, Pará. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 17159-17173, 2023. Available at: <https://doi.org/10.55905/cuadv15n12-110>

OLIVEIRA, J. S. R.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F.; QUEIROZ, J. C. B. Evaluation of sustainability in Eastern Amazon under proambiente program. **Agroforestry systems**, v. 78, p. 185-191, 2010.

OLIVEIRA, N. L.; JACQ, C.; DOLCI, M.; DELAHAYE, F. Desenvolvimento Sustentável e Sistemas Agroflorestais na Amazônia mato-grossense. **Confins – Revista Franco-brasileira de Geografia**, n. 10, 2010. Available at: <https://doi.org/10.4000/confins.6778>

PARÁ. **Lei Ordinária Nº 10.750, de 31 de outubro de 2024.** Institui o Plano Estadual Amazônia Agora (PEAA), Assembleia Legislativa do Estado do Pará, Belém, 2024. Available at: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/572993.pdf>. Access at: 12 jun. 2024.

PEDRI, E. C. M.; ROSSI, A. A. B.; CARDOSO, E. D. S.; TIAGO, A. V.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Características morfológicas e culinárias de etnovariedades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2018073, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07318>

POMPEU, G. S. S.; KATO, O. R.; ALMEIDA, R. H. C. Percepção de agricultores familiares e empresariais de Tomé-Açu, Pará, Brasil sobre os Sistemas de Agrofloresta. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 3, p. 152-166, 2017. DOI: 10.18472/SustDeb.v8n3.2017.24197

POMPEU, G. S. S.; POMPEU, G. D. S. S.; ROSA, L. S.; MODESTO, R. S.; VIEIRA, T. A. Adoption of agroforestry systems by smallholders in Brazilian Amazon. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 15, n. 1, 2012.

PUYT, R. W.; LIE, F. B.; WILDEROM, C. P. M. The origins of SWOT analysis. **Long Range Planning**, v. 56, n. 3, p. 102304, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304>

QUANDT, A.; NEUFELDT, H.; GORMAN, K. Climate change adaptation through agroforestry: opportunities and gaps. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 60, p. 101244, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101244>

ROBIGLIO, V.; REYES, M. Restoration through formalization? Assessing the potential of Peru's Agroforestry Concessions scheme to contribute to restoration in agricultural frontiers in the Amazon region. **World Development Perspectives**, v. 3, p. 42-46, 2016.

SALZMANN, A. M. Sistemas agroflorestais em Cerro Azul (Brasil) e Dali (China): base para o desenvolvimento rural sustentável. In: Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos. **Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais**, Itabuna, v. 1, p. 205–228, 2013.

SANTOS POMPEU, G. S.; KATO, O. R.; OLIVEIRA MOURA, J. V.; MACIEL, M. C. Manejo dos sistemas agroflorestais em Tomé-Açu, Pará: utilização dos resíduos de poda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 217-228, 2018.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. C. R. Sistemas Agroflorestais no Município de Paragominas, Pará. **HOLOS**, v. 3, p. 1-15, 2020. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9548>

SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C. Caracterização socioeconômica da produção e comercialização de farinha de mandioca no município de Portel, arquipélago do Marajó, Estado do Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 23, 2012.

SAUVADET, M.; VAN DEN MEERSCHE, K.; ALLINNE, C.; GAY, F.; MELO VIRGINIO FILHO, E.; CHAUVAT, M.; HARMAND, J. M. Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. **Science of the Total Environment**, v. 649, p. 1065-1074, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.291>

SCHAFFER, C.; ELBAKIDZE, M.; BJÖRKLUND, J. Motivation and perception of farmers on the benefits and challenges of agroforestry in Sweden (Northern Europe). **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 4, p. 939-958, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00964-1>

SILLS, E. O.; CAVIGLIA-HARRIS, J. L. Evaluating the long-term impacts of promoting “green” agriculture in the Amazon. **Agricultural Economics**, v. 46, n. S1, p. 83-102, 2015.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos**. Itabuna: SBSAF, 2013.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais no Brasil: aspectos conceituais e conjunturais**. Educación e Investigación Forestal para un Equilibrio Vital: cooperación binacional Brasil Argentina. 1. ed. Córdoba (Argentina): Brujas, v. 1, p. 197-215, 2014.

SMITH, N. J. H.; SMITH, N. J.; FALES, I. C.; ALVIM, P. D. T.; SERRÃO, E. A. S. Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian Amazon: innovation and resiliency in pioneer and older settled areas. **Ecological Economics**, v. 18, n. 1, p. 15-27, 1996.

SOUZA, D. M. B. G.; ALMEIDA, M. W. A. D. S.; MELO, A. T. M.; COELHO, R. D. F. R.; CALZAVARA, B. B. Construção de arranjos de sistemas agroflorestais no assentamento Benedito Alves Bandeira, Acará-PA. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

TAILLANDIER, C.; CÖRVERS, R.; STRINGER, L. C. Growing resilient futures: agroforestry as a pathway towards climate resilient development for smallholder farmers. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1260291, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1260291>

THOMAS, E.; VAN DAMME, P. Plant use and management in homegardens and swiddens: evidence from the Bolivian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 131-152, 2010.

TORQUEBIAU, E. F. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Series III-Sciences de la Vie**, v. 323, n. 11, p. 1009-1017, 2000.

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações (Campo Grande)**, v. 19, p. 209-220, 2018. Available at: <https://doi.org/10.20435/inter.v19i1.1494>

VILLA, P. M.; MARTINS, S. V.; OLIVEIRA NETO, S. N.; RODRIGUES, A. C.; HERNÁNDEZ, E. P.; KIM, D. G. Policy forum: shifting cultivation and agroforestry in the Amazon. Premises for REDD+. **Forest Policy and Economics**, v. 118, p. 102217, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102217>

VILLANUEVA-GONZÁLEZ, C. H.; PÉREZ-OLMOS, K. N.; MOLLINEDO, M. S.; LOJKA, B. Exploring agroforestry and food security in Latin America: a systematic 'review. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-17, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05352-4>

WALDRON, A.; GARRITY, D.; MALHI, Y.; GIRARDIN, C.; MILLER, D. C.; SEDDON, N. Agroforestry can enhance food security while meeting other sustainable development goals. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1940082917720667, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1177/1940082917720667>

WILSON, M. H.; LOVELL, S. T. Agroforestry – The next step in sustainable and resilient agriculture. **Sustainability**, v. 8, n. 6, p. 574, 2016. Available at: <https://doi.org/10.3390/su8060574>

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, 2016.

Desafios e incentivos à adoção de sistemas agroflorestais: um estudo de caso com agricultores familiares do município de Belterra, Pará

*Challenges and Incentives for Adopting Agroforestry
Systems: a case study with family farmers in
Belterra, Pará, Brazil*

Daniela Pauletto ¹

Lucieta Guerreiro Martorano ²

Marcelo Francia Arco-Verde ³

Relionan Pimentel Lea ⁴

Kaio Ramon de Sousa Magalhães ⁵

Adria Fernandes da Silva ⁶

Anselmo Junior Correa Araújo ⁷

Lucas Sérgio de Sousa Lopes ⁸

¹ *Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais, Doutoranda em Biotecnologia e Biodiversidade,
Professora, Instituto de Biodiversidade e Florestas, Universidade Federal do Oeste
do Pará (Ufopa), Santarém, PA, Brasil
E-mail: daniela.pauletto@ufopa.edu.br*

² *Doutorado em Fitotecnia, Pesquisadora, Embrapa Amazônia Oriental, Santarém, PA, Brasil
E-mail: lucieta.martorano@embrapa.br*

³ *Doutorado em Sistemas Agroflorestais, Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
Embrapa Florestas, Curitiba, PR, Brasil
E-mail: marcelo.arco-verde@embrapa.br*

⁴ *Graduação em Biologia, Técnico em agropecuária, Embrapa Amazônia Oriental, Santarém, PA, Brasil
E-mail: relionan.leal@embrapa.br*

⁵ *Graduação em Engenharia Florestal, Embrapa Amazônia Oriental, Santarém, PA, Brasil
E-mail: kaiomagalhaesengflorestal@gmail.com*

⁶ *Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), Santarém, PA, Brasil
E-mail: adriafernandes39@gmail.com*

⁷ Mestrado em Ciências Ambientais, Técnico de Laboratório, Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa), Santarém, PA, Brasil
E-mail: anselmojunior.stm@gmail.com

⁸ Doutorado em Ciência Florestal, Professor do Magistério Superior, Campus Capitão Poço, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Capitão Poço, PA, Brasil
E-mail: lucaasergio@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55692

Received: 01/10/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMO

A adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) se mostra um desafio para agricultores familiares amazônicos. Assim, objetivou-se caracterizar aspectos socioeconômicos e compreender as perspectivas sobre os principais desafios e incentivos apontados pelos agricultores envolvidos no Projeto de Restauração Florestal (Prosaf) no município de Belterra, Pará. Foi realizada uma análise utilizando a matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), com 17 agricultores familiares. As propriedades variam entre 7 e 189 hectares, sendo a agricultura a principal fonte de renda (71%). Identificaram-se 190 respostas sobre os SAFs: Forças, destacando fonte de renda (18,2%); Oportunidades, com ênfase em "Infraestrutura e recursos" (21,4%); Fraquezas, com destaque para "Tratos culturais" e "Assistência técnica" (ambos com 18,1%); e Ameaça, com "Predação silvestre" (18,8%). Conclui-se que os SAFs em Belterra geram renda, promovem resiliência e segurança alimentar, mas enfrentam desafios, como falta de assistência técnica e escassez hídrica, indicando a necessidade de apoio e fomento para a prática.

Palavras-chave: Agrobiodiversidade. Prosaf. Análise SWOT. Silvicultura. Produção de alimentos

ABSTRACT

The adoption of agroforestry systems (AFS) is challenging for Amazonian family farmers. The objective of this study was to characterise socioeconomic aspects and explore perspectives on the main challenges and incentives highlighted by family farmers involved in the Project of Forest Restoration Through Agroforestry Systems (Prosaf) in Belterra, Pará, Brazil. We conducted a SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats) analysis of the project, focusing on 17 family farming properties ranging from 7 to 189 hectares, where agriculture serves as the primary source of income for 71% of participants. The SWOT analysis of the agroforestry systems (AFS) yielded 190 responses: "source of income" was the most frequently mentioned as Strength (18.2%), "cultural practices" and "technical assistance" as Weaknesses (both 18.1%); "infrastructure and resources" as Opportunity (21.4%), and "wildlife predation" as Threat (18.8%). The results demonstrate that AFS in Belterra generate income, improve resilience, and ensure food security but challenges such as insufficient technical assistance and water scarcity highlight the need for support and incentives to maintain this practice.

Keywords: Agrobiodiversity. Prosaf. SWOT Analysis. Silviculture. Food Production

1 INTRODUÇÃO

A agrossilvicultura se apresenta como uma alternativa para o uso da terra por aumentar a biodiversidade, auxiliando na mitigação da perda de espécies em florestas naturais e contribuindo para a manutenção de refúgios para espécies nativas (Demie *et al.*, 2024; Villa *et al.*, 2020). Ela é apontada como uma estratégia produtiva capaz de contribuir para a segurança alimentar e, concomitantemente, atenuar a degradação ambiental (Villanueva-González *et al.*, 2024; Wilson; Lovell, 2016).

Na busca por alternativas para cultivo e uso da terra alinhadas com premissas de conservação ambiental é notória a evolução científica nessa temática (Miccolis *et al.*, 2016; Nair, 2011) ao enfatizar que os sistemas agroflorestais (SAFs) apresentam modelos de produção sustentável. Tais cultivos têm sido reconhecidos pela composição diversificada e multiestratificada, que confere a eles o potencial para oferecer benefícios ambientais (Mokria *et al.*, 2024; Vasconcellos; Beltrão, 2018). Esses sistemas permitem a conservação e a reabilitação do uso da terra em áreas onde florestas tropicais são degradadas e fragmentadas (Blinn *et al.*, 2013; Villa *et al.*, 2020).

Os SAFs combinam espécies com diferentes funcionalidades, promovendo interações em arranjos mistos (Silva, 2014) reconhecidos pela sustentabilidade, a multifuncionalidade e os altos valores socioculturais (Nair *et al.*, 2017), importantes não apenas para os pequenos agricultores, mas para toda a comunidade agrícola (Nair; Kumar; Nair, 2021). Esses sistemas podem ser definidos como técnicas que combinam, intencionalmente, em uma mesma unidade de área, espécies florestais com cultivos agrícolas, sem ou com a presença de animais (Silva, 2013).

Desse modo, os SAFs podem ser concebidos como práticas agrícolas biodiversas para melhorar a segurança alimentar e a identidade cultural, assim como aumentar o bem-estar nos meios de subsistência rural (González; Kröger, 2020). Esse tipo de sistema produtivo desempenha papel vital, pois pode atender a objetivos de desenvolvimento sustentável, principalmente relacionados à segurança alimentar, agricultura sustentável, mitigação da pobreza (Goparaju *et al.*, 2020; Low *et al.*, 2023; Waldron *et al.*, 2017) e para a renda familiar rural (Arco-Verde; Amaro, 2014; Cardozo *et al.*, 2015; Quandt *et al.*, 2023).

Destaca-se como tendência, nesse método de cultivo, o plantio de árvores impulsionado, principalmente, por pequenos agricultores com uma variedade de culturas perenes, que variam em diversidade estrutural, riqueza de espécies, heterogeneidade dos arranjos produtivos e portfólio agroflorestal (Bolfe; Batistella, 2011; Coomes; Burt, 1997; Smith *et al.*, 1996), sendo a escolha de espécies para o cultivo consorciado condicionada a diversos fatores (Sauvadet *et al.*, 2019; Taillandier *et al.*, 2023). Nesse sentido, frisa-se que o fomento é um dos fatores que impactam a adoção de SAFs (Oliveira *et al.*, 2010) em que a multifuncionalidade resulta do desejo dos agricultores de projetar tais sistemas (Schaffer *et al.*, 2024).

Entre as motivações e oportunidades apontadas para o cultivo agroflorestal, destacam-se os benefícios ambientais, a segurança alimentar (Almeida *et al.*, 2023; Oliveira Neto *et al.*, 2022), o autoconsumo de frutos, os recursos medicinais, favorecimento a outros cultivos e venda de produtos (Lagneaux *et al.*, 2021). Além disso, os SAFs são promissores pela sua capacidade de diversificação de renda ao integrar árvores de valor econômico com culturas alimentares e produtos florestais não madeireiros. Essa combinação aumenta a resiliência econômica dos pequenos agricultores, reduzindo a dependência de monoculturas (Fahad *et al.*, 2022; Mukhlis *et al.*, 2022).

No estado do Pará, instrumentos de políticas públicas têm incentivado indiretamente a inserção de SAFs na agricultura, como o Plano Estadual Amazônia Agora (Pará, 2024) e a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas (Legis-PA, 2020). O Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (Ideflor-Bio), por meio do Projeto Prosaf, incentiva a implantação de SAFs em pequenas propriedades rurais do estado mediante a doação de insumos e parcerias locais para a produção de mudas, mecanização e assistência técnica, visando à recuperação de áreas alteradas, como estratégia de recuperação ambiental (Ideflor-Bio, 2024). O projeto foi oficializado pela Instrução Normativa 01/2008, prevendo atuação em pequenas propriedades familiares rurais pela implantação de SAFs comerciais (Ideflor-Bio, 2018).

A construção do conhecimento e o entendimento do uso da terra requerem uma avaliação sistêmica que permita absorver as expressões dos indivíduos que vivenciam e interagem com o ambiente. Nesse sentido, conhecer a concepção dos agricultores sobre os diversos aspectos que norteiam os

SAFs praticados e suas demandas culturais pode revelar aspectos importantes para a manutenção, consolidação e expansão dessas modalidades produtivas na região. Incluir na pesquisa a compreensão dos agricultores visa preencher uma lacuna para estudos mais inclusivos, retratando um panorama centrado nos mantenedores dos cultivos.

A análise SWOT/FOFA tem sido utilizada como uma ferramenta útil para o diagnóstico estratégico em sistemas integrados, como os SAFs, objetivando a análise e o levantamento de informações com os agricultores (Ansolin *et al.*, 2020; Jahan *et al.*, 2022). A FOFA é uma ferramenta estratégica amplamente utilizada para planejamento estratégico organizacional e pode ser usada de forma eficiente para avaliar projetos, pois produz um fluxo de informações (Benzaghta *et al.*, 2021; Puyt *et al.*, 2023). Essa ferramenta tem sido utilizada para avaliações rurais na identificação dos fatores críticos de sucesso dos sistemas produtivos e como estratégia de metodologia participativa (Biassio; Silva, 2015; Borges *et al.*, 2024), sendo indicada para avaliar os pontos considerados mais importantes ou mais limitantes no cultivo agroflorestal, com indicadores de satisfação ou inquietação, sob a perspectiva dos agricultores familiares que adotam essa prática (Nair *et al.*, 2017; Salzmann, 2013).

Nesse contexto de produção agroflorestal, destaca-se o Projeto Prosaf, que foi implementado no estado do Pará, porém, suas avaliações, especialmente sob a perspectiva dos agricultores, ainda são incipientes. O monitoramento e o acompanhamento realizados pelos órgãos envolvidos se limitam a visitas para verificar a continuidade dos plantios, realizar eventuais entregas de insumos e atividades de capacitação. Avaliações pontuais sobre o Prosaf forneceram informações em relação ao perfil de agricultores envolvidos no município de Mojuí dos Campos (Oliveira *et al.*, 2023), e análise sobre a construção coletiva e a transição para novas formas de cultivos em Castanhal (Souza *et al.*, 2018). Assim como observado em outros projetos de incentivo às agroflorestas (Alvarado Sandino *et al.*, 2023; Fleming *et al.*, 2019), a compreensão mais aprofundada dos agricultores sobre os SAFs constitui uma etapa fundamental e, portanto, uma lacuna que deve ser explorada junto com os envolvidos no município de Belterra.

Considerando a falta de informações a respeito do desenvolvimento do Projeto Prosaf e, principalmente, da perspectiva dos produtores sobre os SAFs, o presente estudo buscou identificar fatores internos (forças e fraquezas) e fatores externos (oportunidades e ameaças) que podem influenciar a manutenção e/ou continuidade desses cultivos. Assim, gerar conhecimentos que contemplem a perspectiva social é essencial para possibilitar avanços em escala que posicionem os SAFs como fatores de importância para o desenvolvimento sustentável de áreas rurais amazônicas. Desse modo, este estudo teve como objetivo caracterizar aspectos socioeconômicos e compreender as perspectivas sobre os principais desafios e incentivos apontados pelos agricultores envolvidos no Projeto Prosaf acerca dos SAFs no município de Belterra, Pará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Belterra foi escolhido para este estudo por ser o local com maior êxito na implantação do Projeto Prosaf na região oeste do estado do Pará, destacando-se pela instalação de viveiro, distribuição de mudas e preparo de áreas, conforme informações fornecidas por servidores e técnicos do Ideflor-Bio.

Foi adotado como universo amostral inicial um total de 37 agricultores familiares do município de Belterra, cadastrados no Projeto Prosaf. No entanto, para a realização da pesquisa, foram selecionados 17 agricultores, ao considerar apenas aqueles que permanecem com participação ativa no projeto, de acordo com as informações fornecidas pelos técnicos do órgão responsável (Ideflor-Bio). As tratativas do projeto no município iniciaram em 2018, visando viabilizar a construção de um viveiro junto à Prefeitura Municipal de Belterra e colaborar no preparo das áreas dos agricultores, que receberam as primeiras mudas em 2019.

Os 17 agricultores familiares selecionados foram visitados para a apresentação dos objetivos do estudo e para a obtenção de seu consentimento em participar da pesquisa. A documentação necessária para autorização foi tramitada no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Oeste do Pará (Ufopa). A pesquisa está registrada e autorizada na Plataforma Brasil sob a identificação CAAE 70615423.3.0000.0171.

O ambiente onde estão inseridas as propriedades apresenta características ambientais com temperaturas médias situadas entre 25,5°C e 26,5°C. Para a umidade do ar, os locais vivenciam as mesmas condições, com percentual médio anual acima de 85%, regidos pelas tipologias climáticas Am3 e Am4, recebendo chuvas anuais entre 2.000 e 2.500 mm (Figura 1), que foram plotadas baseadas em informações de Xavier *et al.* (2016).

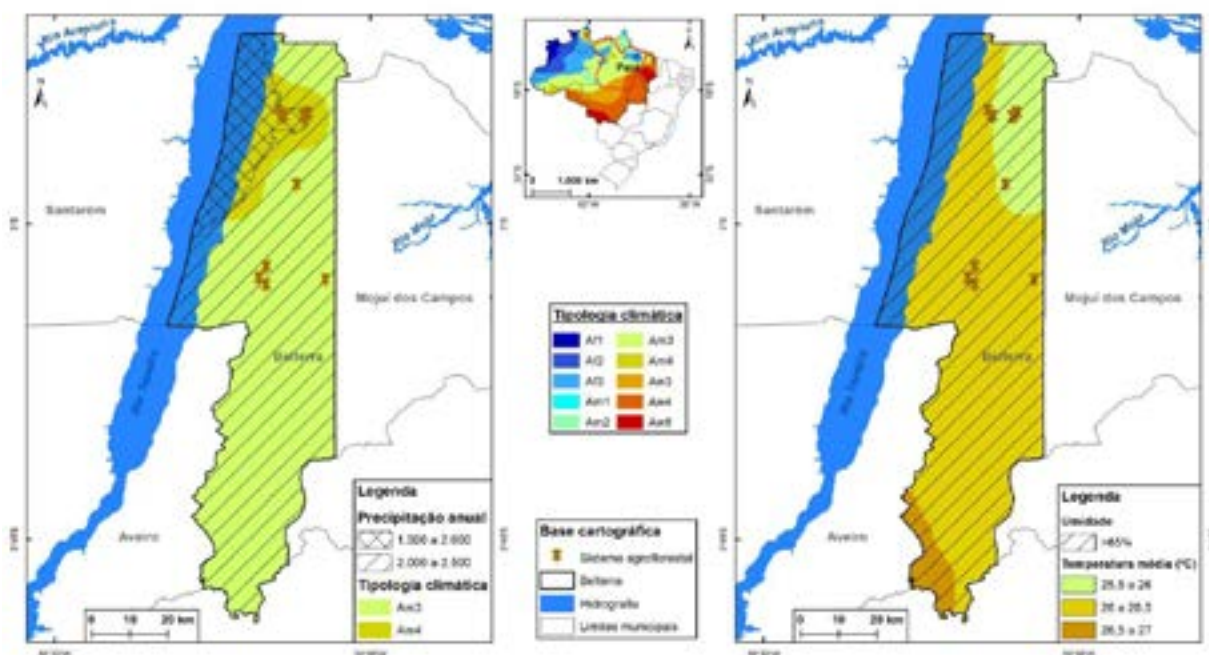


Figura 1 – Faixas pluviais, tipologia climática e temperatura média associadas aos locais com a implantação de SAFs no âmbito do Projeto Prosaf, no município de Belterra, Pará

Fonte: Leila Sheila Silva Lisboa.

Utilizando-se de imagens de classificação de uso do solo dos anos de 2020 a 2022 disponíveis no portal MapBiomass (MapBiomass, 2024) é possível notar que no município de Belterra houve uma diminuição contínua na área de formação florestal (3.205,73 km² para 3.162,06 km²). Por outro lado, nesse mesmo período, houve expansão de áreas destinadas a pastagem (298,10 km² em 2020; 318,75 km² em 2021; 332,82 km² em 2022) e ao cultivo de soja, passando de 123,8 km² para 247,1 km², entre 2020 e 2021, e mantendo-se estável em 2022 (248 km²). Para outras culturas temporárias de ciclo curto, houve uma redução na área cultivada de 2020 a 2022 (de 152,7 km² para 37,4 km²), indicando uma dinâmica importante dessa cultura, provavelmente influenciada pela oscilação de preço e pela dinâmica de avanço de outros cultivos, como a soja.

A localização e as diferentes categorias de ocupação do solo no ano de 2022 demonstram que a maioria das propriedades pesquisadas está cercada por pastagens e, em menor proporção, próximas à floresta primária e a plantações de soja (Figura 2).

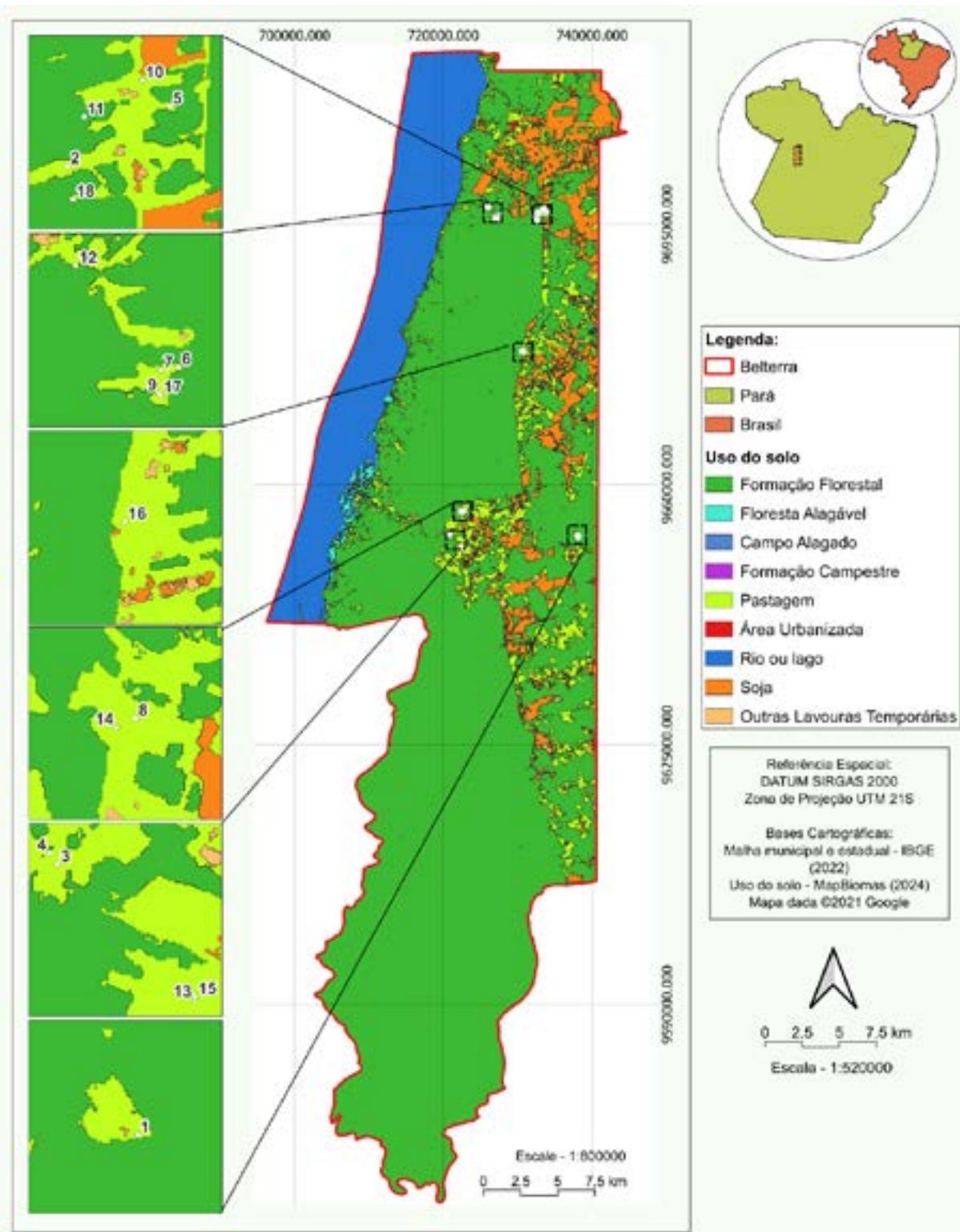


Figura 2 – Mapa temático do uso do solo no município de Belterra, Pará, com destaque para a localização dos agricultores familiares envolvidos no Projeto Prosaf. Obs.: Os números no mapa indicam a localização das propriedades. Mapa elaborado com informações do portal MapBiomas e auxílio do software QGIS 3.34.

Fonte: Thiago Gomes de Sousa Oliveira

O panorama de caracterização envolvendo os aspectos socioprodutivos nas propriedades rurais foi realizado por meio de entrevistas com questionários semiestruturados. Para esse mapeamento, foram contemplados os seguintes itens no questionário: características gerais da propriedade e da família, área da propriedade, recursos humanos, fontes de renda, infraestrutura disponível, vínculos associativos, produção, ocorrência de incêndios florestais e informações sobre SAFs. Após a entrevista, foi realizada uma visita guiada pela propriedade, durante a qual o produtor apresentou os cultivos e forneceu informações adicionais sobre a área.

Durante a entrevista e a visita guiada, foram realizados questionamentos para identificar pontos-chave relacionados aos SAFs, com o objetivo de contemplar a análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*) ou também chamada análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças). As respostas foram obtidas por meio de um questionário semiestruturado, visando coletar informações associadas aos SAFs conduzidos pelos agricultores familiares, conforme a estratégia de aplicação apresentada na Figura 3. A aplicação do questionário foi realizada de forma individual com os agricultores familiares responsáveis pela manutenção dos SAFs, e a atividade teve duração de um dia em cada propriedade. As entrevistas foram realizadas no período de janeiro e fevereiro de 2024.

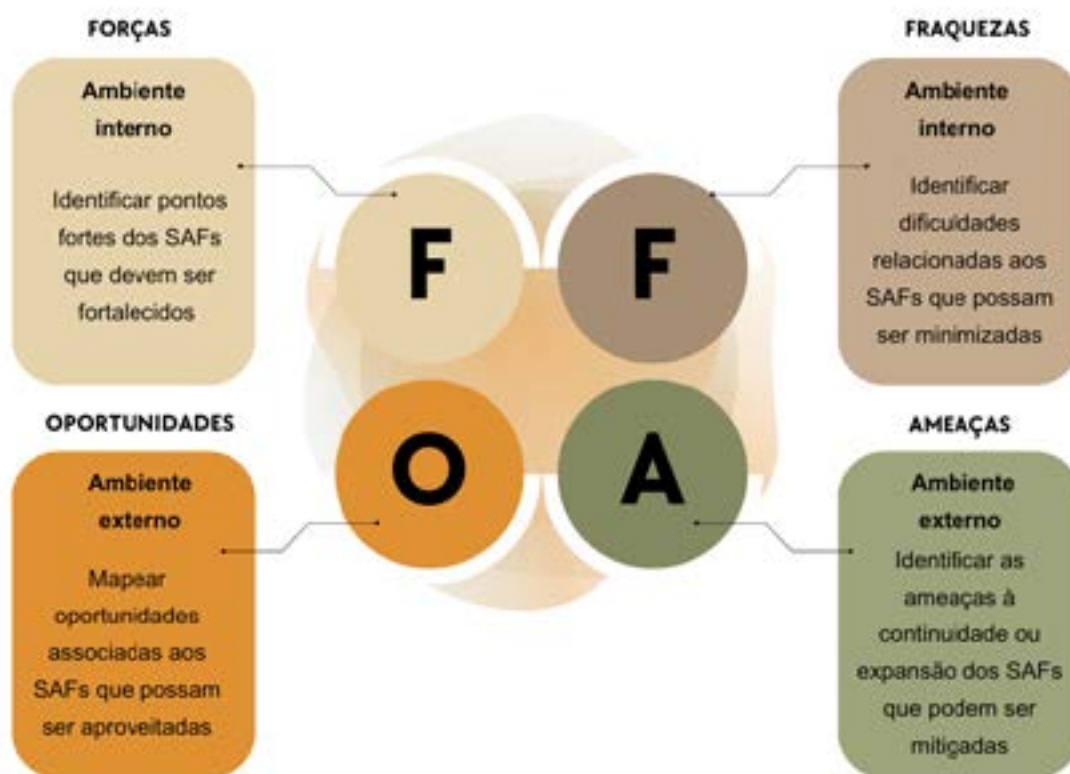


Figura 3 – Diagrama de Análise FOFA aplicada aos sistemas agroflorestais (SAFs) no município de Belterra, Pará, destacando as Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças relacionadas ao ambiente interno e externo.

Fonte: Os autores.

Com base nas respostas, foi realizada a organização e a categorização por similaridade de conteúdo para cada item da análise FOFA, formando um ranking a partir da frequência das respostas. As categorias foram definidas em função das respostas, sem uma definição prévia antes da coleta. Esse resultado permitiu identificar os pontos críticos (positivos e negativos), conforme a visão dos agricultores, com

o intuito de analisar os fatores do ambiente interno (forças e fraquezas), os quais estão diretamente relacionados à atividade agroflorestal e devem ser fortalecidos ou minimizados; e os do ambiente externo (oportunidades e ameaças), que extrapolam o âmbito agroflorestal e as possibilidades de controle do agricultor, mas que precisam ser aproveitados ou enfrentados.

A etapa desta pesquisa que ainda não foi realizada consiste na devolutiva das informações, de forma oral e com material impresso, aos agricultores envolvidos, como forma de empoderamento sobre os resultados obtidos. Nesse sentido, a Figura 4 apresenta o cronograma das principais etapas da pesquisa, desde o início do Projeto Prosaf em 2018 até a previsão de devolutiva dos resultados aos agricultores familiares em 2025.



Figura 4 – Cronograma das etapas da pesquisa sobre o Projeto Prosaf no município de Belterra, Pará, com foco nos sistemas agroflorestais

Fonte: Os autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

Entre os 17 agricultores familiares, observou-se que a gestão das unidades familiares está a cargo principalmente dos homens (94%) e apenas 6% das mulheres. Os produtores têm, em sua maioria, perfil acima de 40 anos, com força de trabalho reduzida devido ao número limitado de pessoas jovens vivendo na propriedade. Observa-se que a faixa etária dos produtores variou entre 29 e 66 anos, apresentando uma média de 53 anos para os homens. No caso das mulheres que fazem parte do núcleo familiar desses produtores, as idades oscilaram entre 40 e 61 anos, com uma média de 51 anos. A análise do público envolvido no Projeto Prosaf em município vizinho ao de Belterra (Mojuí dos Campos) mostrou que a maioria dos participantes tem idade média de 45 anos, com fonte de renda, predominantemente, advinda da agricultura (Oliveira *et al.*, 2023).

As famílias dos agricultores apresentaram uma composição familiar numerosa, com uma variação de um a oito filhos, com a maioria (n = 10) possuindo mais de três descendentes. É relevante destacar que, em 65% das famílias, os filhos não residem mais com os pais na propriedade, enquanto em apenas 35% das famílias ainda permanecem na residência familiar.

Em relação ao grau de escolaridade, constatou-se que a maioria dos entrevistados possui ensino fundamental incompleto (n = 9), indicando um baixo nível de escolaridade entre os produtores. Estudos indicam que o baixo nível de escolaridade é um dos fatores que podem dificultar a adoção de meios alternativos e tecnologias voltadas à otimização da produtividade pelos agricultores, assim como comprometer o acesso ao crédito rural necessário para investimentos na produção (Camargo *et al.*, 2019; Santos Pompeu *et al.*, 2018; Santos; Silva, 2020).

Os dados relativos às dimensões das propriedades indicaram uma variação de área total entre 7 e 189 hectares, sendo que a maioria (59%) possui entre 10 e 50 hectares. Entre essas propriedades, 65% estão localizadas em zonas rurais e 35% em áreas urbanas, que, nesse caso, configuram aglomerações comunitárias (comunidades), onde se concentram serviços de saúde, escola e estabelecimentos comerciais.

O número de atividades relacionadas ao uso da terra nessas áreas variou de um a sete, com média de três atividades, podendo se diversificar em monocultivos, SAFs, fruticultura, pecuária, consórcio agrícola, suinocultura ou avicultura. Para 70,6% dos entrevistados, a agricultura é a principal fonte de renda, enquanto 11,8% relataram obter renda de trabalhos externos (prestação de serviços braçais em outras propriedades). Outros (11,8%) atuam como professores na rede municipal e 5,9% prestam serviços com máquinas pesadas.

Nesse viés, torna-se importante mencionar que 59% desses produtores afirmaram possuir algum tipo de renda complementar, proveniente de atividades, como: arrendamento de terras, venda de artesanato e flores, transporte de passageiros, costura, vigilância, além de benefícios sociais do governo, como aposentadoria ou Bolsa Família.

Em relação ao número de produtos agrícolas e florestais que geram renda nas propriedades, constatou-se uma variação entre 1 e 41 produtos, com uma média de sete itens. Nesse contexto, 53% das propriedades avaliadas cultivam o cumaru (*Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f.) e a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para fabricação de farinha; 29% das propriedades cultivam o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng); e 24%, macaxeira (*M. esculenta*), pimenta de cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) e realizam a criação de galinhas. Para os agricultores familiares de Belterra, a mandioca e a macaxeira são distintas em características produtivas e morfológicas, o que configura as etnovarietades. A mandioca é indicada para produção prioritária de farinha, enquanto a macaxeira se destina ao preparo culinário. Apesar dessas diferenças botânicas, a mandioca e a macaxeira são a mesma espécie (Cunha *et al.*, 2016; Pedri *et al.*, 2018). Esses resultados reforçam a importância do cultivo de diferentes espécies e a diversidade de produção nas áreas.

O cultivo da mandioca para a produção de farinha nessa região enfatiza a relevância econômica dessa cultura no estado do Pará, principalmente, na abrangência do Baixo Amazonas, onde a mandioca tem, historicamente, sido a principal cultura da agricultura familiar, tendo sua importância evidenciada pelo papel que desempenha na absorção de mão de obra e na geração de renda no meio rural paraense (Gusmão *et al.*, 2016; Santos; Santana, 2012).

A venda de sementes de cumaru, por exemplo, foi indicada nas entrevistas, cuja espécie já está produtiva, como uma importante renda complementar. Essa espécie tem alto potencial para adoção em SAF devido à sua precocidade na produção de sementes, associada ao elevado valor de mercado e à sua compatibilidade com o cultivo de outras espécies, como a banana (*Musa paradisiaca* L.) e o cupuaçu (Mota *et al.*, 2022).

3.2 SISTEMAS AGROFLORESTAIS MANTIDOS POR AGRICULTORES FAMILIARES

Foram mapeados 48 SAFs distribuídos entre os 17 agricultores familiares, dos quais sete possuem apenas um SAF, resultado da inserção de mudas provenientes do Projeto Prosaf. Quatro produtores mantêm dois arranjos agroflorestais em suas propriedades; dois deles possuem três sistemas; um produtor conta com quatro SAFs distintos, e somente três propriedades se destacam por possuírem seis, oito e nove SAFs. A imagem abaixo exemplifica uma das propriedades visitadas, ilustrando a visão aérea (Figura 5a) e um dos cultivos mapeados (Figura 5b).



Figura 5 – Imagem ortomosaico de propriedade rural no município de Belterra, Pará, formada pelo mapeamento com drone (a) e imagem de sistema agroflorestal pesquisado na propriedade (b).

Fonte: Os autores

Entre os 48 SAFs mapeados, foram identificadas 68 espécies, entre as quais se destacam 37 (54,4%) como árvores ou palmeiras produtoras de frutos; 12 espécies (17,6%) destinadas à produção de madeira; 12 espécies de ciclo curto ou semiperene, produtoras de alimentos; seis espécies são para produtos florestais não madeireiros e uma espécie é utilizada como controle natural de pragas

3.3 ANÁLISE DE PONTOS FRACOS E FORTES NOS SAFS

Por meio da matriz FOFA, foram identificadas 190 respostas dos agricultores familiares sobre a análise dos SAFs, distribuídas entre Forças (44 respostas), Oportunidades (42), Fraquezas (72) e Ameaças (32). Os resultados evidenciam uma maior facilidade, por parte dos agricultores, em apontar os desafios enfrentados no cultivo agroflorestal, considerando que as “Fraquezas” receberam o maior número de indicações.

As respostas mencionadas foram agrupadas e categorizadas, refletindo a percepção dos produtores quanto aos pontos fortes e fracos dos SAFs implementados em suas propriedades. A análise abrange as vantagens identificadas e os desafios enfrentados no manejo e na sustentabilidade dos SAFs, oferecendo uma visão abrangente das experiências e expectativas dos agricultores locais quanto a essa modalidade de cultivo.

3.3.1 FORÇAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O Quadro 1 apresenta as forças listadas para os SAFs, destacando que a categoria com maior percentual de respostas foi “Fonte de renda”, com 18,2%, evidenciando a importância econômica de cultivos, como maracujá, mandioca, cumaru e acerola. Em seguida, aparece “Resiliência do cumaru”, com 13,6%, que demonstra a capacidade dessa espécie de suportar eventos climáticos extremos, como o *El Niño* de 2023. O “Escalonamento produtivo” (11,4%) também é relevante, indicando que a distribuição da produção ao longo do ano é um diferencial percebido pelos produtores. A “Diversificação produtiva” e a “Parceria”, ambas com 9,1%, ressaltam a importância de diversificar os cultivos e ampliar as opções de venda, assim como estabelecer parcerias locais, como o processamento de mandioca (casas de farinha).

Quadro 1 – Detalhamento de categorias criadas a partir das respostas fornecidas por agricultores familiares do município de Belterra, Pará, sobre o entendimento das forças do cultivo de sistemas agroflorestais em suas propriedades

<i>Análise de fatores do ambiente interno</i> <i>Forças dos sistemas agroflorestais</i>			
<i>Categoria</i>	<i>Detalhamento</i>	<i>Respostas</i>	<i>%</i>
Fonte de renda	As culturas de maracujá, mandioca, cumaru e acerola foram indicadas como importantes fontes de renda em sistemas produtivos.	8	18,2
Resiliência do cumaru	A espécie cumaru foi indicada como resiliente ao <i>El Niño</i> de 2023 e à escassez de água no período seco do ano.	6	13,6
Escalonamento produtivo	Oferta de produção ao longo do ano.	5	11,4
Diversificação produtiva	Aumento da variedade de produtos por meio do cultivo simultâneo.	4	9,1
Parceria	Processamento de mandioca em casas de farinha localizadas nas proximidades da propriedade.	4	9,1
Conservação ambiental	Indicação dos benefícios ambientais do plantio e da vantagem de não precisar desmatar para reiniciar o cultivo.	3	6,8
Otimização do espaço	O cultivo consorciado permite uma melhor utilização do solo e do espaço da propriedade.	3	6,8
Estética	Satisfação ao apreciar o crescimento das plantas e a estética do cultivo.	3	6,8
Atenuação térmica	Promoção de sombra e redução de calor por plantios perenes.	2	4,5
Tratos culturais	A manutenção é facilitada pelo aumento da sombra e pela redução da ocorrência de plantas espontâneas.	2	4,5
Precocidade produtiva	A produção de sementes de cumaru apresenta precocidade, ocorrendo entre três e quatro anos.	1	2,3
Prevenção a incêndios	As medidas de prevenção foram efetivas no controle da ocorrência de incêndios florestais.	1	2,3
Produção de mudas	Tem material vegetativo para produzir suas próprias mudas.	1	2,3
Venda autônoma	Canal de comercialização direto com o consumidor.	1	2,3
TOTAL		44	100

Fonte: Os autores

Os dados indicam que os aspectos produtivos lideram as vantagens listadas pelos agricultores para os SAFs. A melhoria econômica pela diversificação de produtos fora da principal fonte de renda da comunidade também foi apontada como uma razão para a adoção de SAFs em território quilombola

(Andreatta; Mota, 2022). O consórcio agroflorestral se mostra vantajoso na redução de custos, no aumento da renda e na lucratividade – especialmente não monetária (Cardozo et al., 2015).

A produção diversificada apontada neste estudo como uma das vantagens está alinhada com as demandas mundiais. Um estudo sobre a produção de alimentos enfatizou que uma melhor gestão das paisagens, juntamente com a diversificação do sistema alimentar, pode ajudar na promoção da sustentabilidade global e no alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que fazem parte da Agenda Global da Organização das Nações Unidas (Bhagwat, 2022). Em sistemas multiespécies, como os SAFs, a diversificação da produção é apontada como uma vantagem (Jacobi et al., 2014), contribuindo para o aumento do rendimento e a qualidade de cultivo em função da elevada diversidade (Kieck et al., 2016).

Motivações relacionadas a atributos ambientais, expressos nas categorias “conservação ambiental”, “estética” e “atenuação térmica”, estiveram presentes em 4,5% a 6,8% das respostas. Nota-se, portanto, que para o grupo-alvo da pesquisa, os benefícios ambientais têm uma importância secundária em relação aos produtivos, sendo que essa perspectiva varia entre os produtores. Outro estudo no Pará revelou que agricultores familiares valorizam o aspecto ambiental devido à tradição histórico-cultural de manejo, à necessidade de sombreamento para espécies e à percepção dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelos SAFs (Pompeu et al., 2017).

Na literatura também há diversos trabalhos que relatam as vantagens ambientais dos SAFs, como, por exemplo, a disponibilidade de nutrientes para o solo (Muchane et al., 2020), a deposição de matéria orgânica e os atributos de fertilidade do solo (Martins et al., 2024), a função das árvores de sombra (Sauvadet et al., 2019) e a prestação de serviços ambientais e ecossistêmicos proporcionados por ambientes arborizados (Almeida et al., 2023; Jadán et al., 2015). Esses benefícios incluem sombra para culturas perenes, melhores condições de trabalho, proteção e melhoria dos solos (Hoch et al., 2009), além de conforto térmico e sombra (Blinn et al., 2013; Oliveira et al., 2010).

3.3.2 FRAQUEZAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Entre as fraquezas apontadas para o cultivo de SAFs, destacam-se as categorias “Tratos culturais” e “Assistência técnica”, cada uma com 18,1% das respostas (Quadro 2). Esses fatores indicam como principais empecilhos a alta demanda por manejo, como poda e controle de doenças, e a falta de suporte técnico adequado para conduzir os diferentes cultivos. A terceira maior dificuldade, “Acesso à água” (13,9%), ressalta o problema da escassez hídrica, especialmente para irrigação, devido ao uso coletivo de poços artesianos, o que inviabiliza a utilização de água para irrigação de cultivos agrícolas e florestais. Outros desafios relevantes incluem “Perdas” (6,9%) relacionadas à mortalidade de mudas durante eventos climáticos adversos, como o *El Niño*, e a falta de “Suporte mecanizado” (5,6%), indicando a necessidade de equipamentos mais adequados para melhorar a eficiência do manejo dos SAFs.

Quadro 2 – Detalhamento de categorias criadas a partir das respostas fornecidas por agricultores familiares do município de Belterra, Pará, sobre o entendimento de fraquezas no cultivo de sistemas agroflorestais em suas propriedades.

<i>Análise de fatores do ambiente interno Forças dos sistemas agroflorestais</i>			
<i>Categoria</i>	<i>Detalhamento</i>	<i>Respostas</i>	<i>%</i>
Tratos culturais	Aumento na demanda por atividades, como poda (cacau), controle de doenças, remoção de erva-de-passarinho em árvores, limpeza e aplicação de herbicidas para controle de plantas espontâneas, além da necessidade de renovação do cultivo de maracujá a cada dois anos.	13	18.1

Análise de fatores do ambiente interno Forças dos sistemas agroflorestais			
Categoria	Detalhamento	Respostas	%
Assistência Técnica	Acompanhamento técnico insuficiente para a condução de diferentes cultivos, identificação de doenças, orientação na aplicação de insumos e adubação.	13	18.1
Acesso a água	Dificuldade de acesso à água para irrigação devido ao uso coletivo de poço artesiano.	10	13.9
Perdas	Desinteresse em replantar mudas de cacau, cupuaçu e pau-rosa em função da alta mortalidade ocorrida durante períodos de <i>El Niño</i> .	5	6.9
Suporte mecanizado	Equipamentos inadequados e desatualizados para a condução eficiente de Sistemas Agroflorestais (SAF).	4	5.6
"Vulnerabilidade climática"	Baixa produtividade de espécies, como cupuaçu, pupunha e abacate, em períodos de seca, como o <i>El Niño</i> de 2023.	4	5.6
Mudas	Ineficiência na entrega de mudas por órgãos de fomento (cacau) ou ausência de mudas de qualidade (pimenta-do-reino).	4	5.6
Recursos	Limitações para investimentos no SAF devido à dívida com o sistema bancário ou à falta de apoio financeiro por parte de órgãos governamentais.	4	5.6
Adubação	Necessidade de acesso à adubação adequada para cada cultivo, baseada em análise de solo.	3	4.2
Predação animal	Predação de frutos de cumaru por morcegos e de pupunha por aves.	3	4.2
Energia elétrica	Falta de energia elétrica ou insuficiência para a instalação de bombas de irrigação.	3	4.2
Conhecimento incipiente	Demanda por capacitação e orientação sobre podas e espécies cultivadas pela primeira vez.	2	2.8
Produção	Sombreamento causa redução da produtividade de outras espécies consorciadas que demandam maior exposição à luz.	2	2.8
Descontinuidade	Desinteresse em continuar o cultivo de espécies florestais como o cumaru.	1	1.4
Incêndios florestais	Aceiros foram ineficazes para conter incêndios florestais.	1	1.4
TOTAL		72	100

Fonte: Os autores.

Essa hierarquização de prioridades também foi observada na seleção das plantas que serão submetidas à poda, por exemplo, relacionada aos tratamentos culturais. Nos cultivos com cumaru, cacau e cupuaçu, a prioridade é estabelecida com base na expectativa de maior produção de frutos (cacau e cupuaçu). A poda no cumaru é praticamente restrita à liberação de espaço sob as copas para permitir o acesso aos frutos durante a colheita, configurando-se como uma medida operacional, e não uma poda de condução produtiva. Essa prática reflete a situação descrita por Torquebiau (2000), o qual afirma que, além de competirem pelos recursos naturais, as árvores e culturas também competem no nível de exploração agrícola, em que os recursos de gestão, como mão de obra, precisam ser compartilhados.

O sistema de irrigação é empregado em apenas 18% das propriedades, enquanto 82% não utilizam nenhum tipo de irrigação. Esse resultado pode ser atribuído às fontes de água que abastecem essas propriedades, sendo que a maioria (59%) depende de poços artesianos de microsistemas coletivos (comunitários) ou de igarapés. Além disso, a falta de acesso à energia elétrica em algumas propriedades também contribuiu para a ausência de irrigação. Entre as propriedades que dispõem de energia elétrica,

a maioria (11) é atendida pela rede de energia fornecida por concessionária pública, duas propriedades utilizam energia solar, uma emprega um gerador de energia, e três não têm acesso à energia elétrica.

A ausência de irrigação foi amplamente apontada como uma limitação à continuidade dos cultivos, especialmente de espécies com menor resiliência à escassez hídrica. Esse aspecto foi destacado nas entrevistas, considerando o evento *El Niño* enfrentado em 2023, que causou perdas significativas, principalmente de plantas de cupuaçu e cacau, além da redução na produção de banana. Esse impacto foi amplamente relatado nas entrevistas realizadas em fevereiro de 2024, quando essa memória ainda estava muito presente. Fatores ambientais também foram mencionados, como a probabilidade de ocorrência de incêndios florestais, indicados como uma fraqueza à continuidade dos SAFs para 1,4% dos entrevistados.

Assim como constatado neste trabalho, outro estudo (Sills; Caviglia-Harris, 2015) também evidenciou que as limitações nos serviços de extensão rural e a falta de conhecimento sobre SAFs se mostraram obstáculos à adoção da agrossilvicultura. Em outros estudos no Pará (Pompeu *et al.*, 2017; Pompeu *et al.*, 2012) foi constatado que o órgão oficial de assistência técnica prestou suporte apenas nos primeiros anos de estabelecimento dos SAFs, o que contribuiu para o fracasso na implantação, e que o apoio gerencial proporciona aos agricultores empresariais maior segurança na implantação e manejo dos SAFs.

Assim como identificado neste trabalho como uma das principais fraquezas, a falta de insumos e tecnologia para melhorar o sistema também foi apontada em um estudo com análise SWOT em diversos SAFs ao redor do mundo (Nair *et al.*, 2017) demonstrando que diferentes contextos apresentam semelhanças estruturais no cultivo agroflorestal.

3.3.3 OPORTUNIDADES DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Como visualização de oportunidades ligadas aos SAFs, o Quadro 3 evidencia que os principais fatores externos indicados pelos agricultores, que podem favorecer o desenvolvimento desses sistemas, estão relacionados à categoria "Infraestrutura e recursos", que se destaca com 21,4%. Ressalta-se a expectativa de que esse tipo de cultivo viabilize melhorias na infraestrutura, como energia elétrica e processamento, além da disponibilidade de recursos para insumos e equipamentos. A "Irrigação" aparece como a segunda maior oportunidade, com 19%, ressaltando a expectativa/fomento de instalação de sistemas de irrigação para aumentar a produção e permitir diversificar os cultivos. A "Ampliação de plantio" (11,9%) e a "Diversificação de plantio" (9,5%) também se mostram relevantes, com interesse crescente em ampliar cultivos perenes e inserir espécies madeireiras, o que indica um efeito catalisador dos plantios permanentes. Por fim, o "Associativismo e parcerias" (7,1%) é destacado como uma oportunidade de fortalecimento da comercialização por meio da organização de grupos e parcerias.

Quadro 3 – Detalhamento de categorias criadas a partir das respostas fornecidas por agricultores familiares do município de Belterra, Pará, sobre o entendimento oportunidades visualizadas com o cultivo de sistemas agroflorestais em suas propriedades..

<i>Análise de fatores do ambiente interno</i> <i>Forças dos sistemas agroflorestais</i>			
<i>Categoria</i>	<i>Detalhamento</i>	<i>Respostas</i>	<i>%</i>
Infraestrutura e recursos	Melhoria da infraestrutura de processamento, distribuição de energia elétrica, aproveitamento de resíduos e disponibilidade de recursos para aquisição de insumos e equipamentos para o plantio.	9	21.4
Irrigação	Instalação de sistemas de irrigação para ampliar a produção e diversificar os cultivos.	8	19.0
Ampliação de plantio	Interesse na ampliação de cultivos perenes.	5	11.9

Análise de fatores do ambiente interno Forças dos sistemas agroflorestais			
Categoria	Detalhamento	Respostas	%
Diversificação de plantio	Diversificar o cultivo com a inserção de espécies madeireiras.	4	9.5
"Associativismo e parcerias"	Aderir ou organizar grupos para fortalecer a comercialização.	3	7.1
Insumos	Expectativa de doação de insumos para plantio por instituições governamentais e de fomento.	3	7.1
Serviço ambiental	Receber reconhecimento pelos benefícios ambientais gerados pelos plantios.	3	7.1
Futuro da família	Expectativa de manter o plantio para garantir benefícios às futuras gerações.	2	4.8
"Introdução de componente animal"	Instalar infraestrutura para inserção de animais no sistema agroflorestal.	2	4.8
Material de qualidade	Ter acesso a material genético resistente para substituir plantas doentes.	1	2.4
Barreira verde	Plantar mogno e ipê como barreira contra o vento.	1	2.4
Sementes	Realizar permuta de sementes de SAF por mudas.	1	2.4
TOTAL		42	100

Fonte: Os autores.

Além das categorias já mencionadas sobre oportunidades futuras, vale destacar que alguns agricultores enxergam os SAFs como uma estratégia de legado familiar, possibilitada pela continuidade dos cultivos perenes. Outros consideram essas plantações de pequena escala como investimentos para o futuro, com benefícios para as gerações seguintes (Thomas; Van Damme, 2010), consolidando os plantios como uma herança para os descendentes (Andreati; Mota, 2022). Experiências no estado do Pará (município de Tomé-Açu) indicam que os SAFs são um complexo sociotecnológico, demonstrando o caminho para o desenvolvimento rural sustentável na Amazônia (Futemma *et al.*, 2020).

Para 7,1% dos agricultores, há expectativa de reconhecimento dos benefícios ambientais gerados pelos plantios. Para outros, existe a intenção de implantar barreiras verdes e a possibilidade de permuta de sementes por mudas como um ativo dos sistemas. Essas respostas indicam uma expectativa de valorização e investimento ambiental nesses cultivos. Apesar das expectativas sobre o cultivo agroflorestal, é esperado que haja prioridade adequada com foco em políticas e investimentos (Goparaju *et al.*, 2020), inclusive em pesquisas científicas, além de mudanças institucionais e políticas (Nair; Kumar; Nair, 2021).

3.3.4 AMEAÇAS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

O Quadro 4 apresenta os principais fatores externos considerados como impactos negativos no desenvolvimento dos SAFs. Nesse contexto, destaca-se a categoria "Predação silvestre" como a principal ameaça, com 18,8% das respostas, referindo-se aos danos causados por animais, como morcegos e cutias, que comprometem a produção de frutos e mudas. Em seguida, encontra-se a "Escassez de informações" (15,6%), que reflete a falta de conhecimento técnico para lidar com cultivos consorciados e doenças até então desconhecidas, como as relacionadas ao cacau. O "Conflito familiar" (9,4%) e os "Incêndios florestais" (9,4%) também são citados como ameaças, representando problemas de ordem social e ambiental que podem interferir na continuidade e segurança dos plantios. A "Desmotivação" (9,4%) completa o grupo das ameaças mais relevantes, indicando o risco de abandono das atividades.

Quadro 4 – Detalhamento de categorias criadas a partir das respostas fornecidas por agricultores familiares do município de Belterra, Pará, sobre o entendimento de ameaças que possam comprometer o cultivo de sistemas agroflorestais em suas propriedades.

<i>Análise de fatores do ambiente interno Forças dos sistemas agroflorestais</i>			
<i>Categoria</i>	<i>Detalhamento</i>	<i>Respostas</i>	<i>%</i>
Predação silvestre	Danos causados pela predação silvestre, como morcegos e cutias, resultando na perda de frutos (cumaru e castanha) e mudas.	6	18.8
Escassez de informações	Experiência nova com cultivo consorciado e com cultivos que ainda não dominam o conhecimento sobre a condução (cacau) e as possíveis doenças.	5	15.6
Conflito familiar	Influência de problemas familiares, partilha e separação que possam interferir na continuidade das atividades agrícolas.	3	9.4
Incêndios florestais	Risco de incêndios originados em propriedades vizinhas, agravado pela ausência ou ineficácia de aceiros para controlar o fogo.	3	9.4
Desmotivação	Desinteresse pela área a ponto de abandonar e cessar os tratos culturais no plantio.	3	9.4
Incerteza produtiva	Necessidade de preservar uma área de cultivos agrícolas homogêneos (roça ou roçado) para garantir a segurança de produção.	2	6.3
Furto da produção	Indivíduos que adentram ilegalmente na propriedade para coletar castanhas e colher macaxeira.	2	6.3
Uso de agrotóxico	Aplicação de agrotóxicos em propriedades vizinhas devido à agricultura extensiva.	2	6.3
Impacto da estiagem	Perdas de mudas e efeitos tardios do <i>El Niño</i> sobre a produção, exigindo um longo período para que os plantios se recuperem.	2	6.3
Impacto cruzado	Em plantio consorciado, a colheita de uma pode comprometer ou danificar outra espécie.	1	3.1
Preço do produto	Preocupação com a possível desvalorização das sementes do cumaru.	1	3.1
Venda de terra	Especulação fundiária por produtores do agronegócio visando a venda de terras.	1	3.1
Contradição ambiental	Incoerência entre o discurso de preservação ambiental e a limitada ação de apoio.	1	3.1
TOTAL		32	100

Fonte: Os autores.

A predação por animais silvestres também foi registrada, embora com menor relevância, como uma fraqueza dos SAFs, diferentemente do observado na categoria "ameaça", na qual foi o item mais citado. Essa observação está intimamente relacionada à predação de frutos imaturos por morcegos que se alimentam do endocarpo, o que pode gerar perdas de até 30% por árvore, conforme relataram os agricultores entrevistados.

Quando questionados sobre a ocorrência de incêndios em suas propriedades, 65% dos produtores relataram ter vivenciado eventos dessa natureza, com maior incidência no ano de 2023 atribuída principalmente ao fenômeno *El Niño*. Ressalta-se que, em algumas dessas propriedades, os produtores adotam a prática de construção de aceiros, embora frequentemente essa medida se mostre ineficaz. No entanto, apesar da alta ocorrência de incêndios relatada na entrevista sobre a caracterização da propriedade, esses eventos não foram refletidos de forma expressiva como ameaças e fraquezas.

Durante as atividades de pesquisa, diversos agricultores foram encontrados dedicados aos cultivos de suas “lavouras brancas”, que são aqueles de ciclo curto em sistema homogêneo, como mandioca, milho e feijão. Assim que esse componente estiver definitivamente plantado, eles se dedicam à limpeza e poda dos SAFs, evidenciando essa atividade como uma prioridade secundária em sua rotina laboral. Essa conduta se insere na categoria “incerteza produtiva”, em que se evidencia que os monocultivos continuam sendo a principal escolha, devido ao domínio e ao conhecimento que os agricultores possuem sobre essa técnica. Outros trabalhos realizados na Amazônia também apontam fraquezas ou ameaças à adoção e/ou continuidade do cultivo de SAFs (Hoch *et al.*, 2009; Iverson; Iverson, 2021; Jacobi *et al.*, 2014; Lagneaux *et al.*, 2021), em que são comuns as preocupações e desafios levantados pelos agricultores de Belterra, como acesso a sementes e mudas de qualidade; dificuldades operacionais em sistema consorciado; falta de conhecimento de práticas agrícolas específicas, entre outras.

Isso demonstra que existem ameaças e desafios comuns, cabendo aos órgãos competentes e às instituições pertinentes ampliar o suporte a esse público-alvo, que se mostra empenhado no cultivo perene, apesar das limitações expostas nesse trabalho. Para evitar relatos futuros de fracasso com os SAFs em Belterra, assim como outros autores relataram em localidades amazônicas (Hoch *et al.*, 2009; Sills; Caviglia-Harris, 2015), a maioria dos agricultores precisa acreditar na necessidade do fornecimento de incentivos econômicos, especialmente para a plantação de árvores (Robiglio; Reyes, 2016).

Aponta-se como limitação deste estudo a não inclusão de agricultores familiares que não deram continuidade ao acompanhamento do Projeto Prosaf, o que poderia revelar aspectos importantes sobre os desafios e potencialidades dos SAFs. Frisa-se também que, por ter sido conduzido com o público do Projeto Prosaf em Belterra/Pará, outras avaliações realizadas no âmbito do mesmo projeto, em regiões distintas, poderão apresentar resultados diferentes.

Como sugestão para futuros estudos que abordem a perspectiva dos agricultores na adoção e continuidade do cultivo agroflorestal, recomenda-se a inclusão de outros grupos-alvo que também adotem os SAFs, mas com diferentes fontes de incentivo e financiamento. Essa abordagem permitiria obter uma diversidade de opiniões sobre os desafios e aprendizados. Além disso, sugere-se a realização de monitoramento contínuo dos agricultores, de modo a considerar diferentes eventos climáticos, assim como variações comerciais e produtivas, com o objetivo de refletir distintos momentos no tempo.

4 CONCLUSÕES

Os SAFs implantados pelo Projeto Prosaf em Belterra se mostram uma alternativa para a diversificação da produção, destacando a importância da atividade agrícola, especialmente a produção de alimentos para o público-alvo. As principais forças identificadas incluem a geração de renda, indicando que essa modalidade de cultivo pode ser uma estratégia eficaz de sustentabilidade econômica e resiliência a eventos climáticos. A distribuição sazonal da produção, combinada com a diversificação dos cultivos e o fortalecimento de parcerias locais, evidencia que os SAFs podem contribuir para a segurança alimentar.

Entretanto, para os agricultores familiares envolvidos no Projeto Prosaf em Belterra, a adoção e a continuidade dos SAFs enfrentam desafios, como a demanda por tratamentos culturais e a falta de assistência técnica adequada, ressaltando a necessidade de suporte para o manejo eficiente dos cultivos. A escassez hídrica e a vulnerabilidade às mudanças climáticas também se configuram como dificuldades adicionais que ameaçam a sustentabilidade desses sistemas.

A listagem dos pontos críticos mencionados pelos agricultores em relação aos SAFs servirá como suporte para a tomada de decisões e para a definição de estratégias voltadas à continuidade e ampliação desses sistemas produtivos, promovendo a sustentabilidade social, financeira e ambiental. Esse mapeamento funcionará como uma ferramenta de análise na condução de projetos de fomento, possibilitando a elaboração de planos de ação intersetoriais que envolvam instituições de fomento, assistência técnica,

instituições de ensino e os agricultores, visando traçar estratégias multifacetadas e potencializar ações assertivas nos cultivos consorciados.

Com base na análise SWOT, propõem-se, para o desenvolvimento dos SAFs vinculados ao projeto de fomento estadual Prosaf e aos demais SAFs cultivados por iniciativa dos agricultores, que sejam fortalecidos ou aproveitados os principais pontos positivos (forças e oportunidades) relacionados à ampliação de plantios perenes e ao cultivo do cumaru, à expectativa de investimentos, e à diversificação e geração de renda. Esse incentivo poderia incluir reconhecimento pelo cultivo agroflorestal como estratégia de conservação ambiental.

Para a superação ou redução dos pontos negativos identificados (ameaças e fraquezas), propõe-se a oferta de suporte externo, visando minimizar questões relacionadas aos tratos culturais, demanda por insumos, assistência técnica e apoio para a instalação de sistemas de irrigação. Além disso, evidencia-se que, para a continuidade e ampliação dos SAFs entre o público pesquisado, é essencial investir em capacitação sobre as especificidades dos cultivos e em medidas destinadas à redução de perdas na produção.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.; FERREIRA, J. N.; COUDEL, E. Perception of ecosystem services by family farmers in the municipality of Irituia/PA, Eastern Amazon: subsidies for forest restoration. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 62, p. 1423-1438, 2023. Available at: <http://doi.org/10.5380/dma.v62i0.84539>

ALVARADO SANDINO, C. O.; BARNES, A. P.; SEPÚLVEDA, I.; GARRATT, M. P.; THOMPSON, J.; ESCOBAR-TELLO, M. P. Examining factors for the adoption of silvopastoral agroforestry in the Colombian Amazon. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 12252, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39038-0>

ANDREATA, H. K.; MOTA, D. M. Sistemas agroflorestais como estratégia de ação coletiva em uma comunidade quilombola da Amazônia oriental paraense. 2022. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 60, p. 393-412, 2022. DOI: 10.5380/dma.v60i0.78419

ANSOLIN, R. D.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; SILVA, J. C. G. L.; MICHETTI, M.; KAMOI, M. Y. T.; REIS, J. C. Strategic diagnosis of livestock-forest integration systems in northern Mato Grosso. **Floresta**, v. 50, n. 1, p. 1001-1010, 2020.

ARCO-VERDE, M. F.; AMARO, G. C. **Análise financeira de sistemas produtivos integrados**. Dados eletrônicos, Colombo: Embrapa Florestas, 2014. p. 274.

BENZAGHTA, M. A.; ELWALDA, A.; MOUSA, M. M.; ERKAN, I.; RAHMAN, M. SWOT analysis applications: an integrative literature review. **Journal of Global Business Insights**, v. 6, n. 1, p. 54-72, 2021. Available at: <https://www.doi.org/10.5038/2640-6489.6.1.1148>

BHAGWAT, S. A. Catalyzing transformative futures in food and farming for global sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 1009020, 2022. DOI: 10.3389/fsufs.2022.1009020

BIASSIO, A.; SILVA, I. C. Análise SWOT como ferramenta para avaliação da agrobiodiversidade em sistemas tradicionais de produção nos municípios de Antonina e Morretes/PR. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 2, p. 71-76, 2015.

BLINN, C. E.; BROWDER, J. O.; PEDLOWSKI, M. A.; WYNNE, R. H. Rebuilding the Brazilian rainforest: agroforestry strategies for secondary forest succession. **Applied Geography**, v. 43, p. 171-181, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.06.013>

BOLFE, É. L.; BATISTELLA, M. Análise florística e estrutural de sistemas silviagrícolas em Tomé-Açu, Pará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1139-1147, 2011.

BORGES, A. C. M. R.; AZEVEDO, C. M. B. C.; ARAGÃO, D. V.; SHIMIZU, M. K.; KATO, O. R.; VASCONCELOS, S. S.; SA, T. D. A. **Metodologia participativa para diagnóstico e sistematização de experiências em sistemas agroflorestais no âmbito do Projeto Tipitamba**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2024. 5 p.

CAMARGO, G. M.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; SILVA, L. F. Sistemas agroflorestais biodiversos: uma alternativa para pequenas propriedades rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, 2019. Available at: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4318>

CARDOZO, E. G.; MUCHAVISOY, H. M.; SILVA, H. R.; ZELARAYÁN, M. L. C.; LEITE, M. F. A.; ROUSSEAU, G. X.; GEHRING, C. Species richness increases income in agroforestry systems of eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 89, p. 901-916, 2015. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9823-9>

COOMES, O. T.; BURT, G. J. Indigenous market-oriented agroforestry: dissecting local diversity in western Amazonia. **Agroforestry Systems**, v. 37, p. 27-44, 1997.

CUNHA, E. F. M.; SILVA, C. R. D. S.; ALBUQUERQUE, P. S. B. D.; RAMALHO, G. F.; PONTES, L. C. G.; FARIAS NETO, J. T. D. Molecular characterization of sweet cassavas (*Manihot esculenta*) from a germplasm bank in Brazilian Eastern Amazonia. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, p. 28-34, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1590/1984-70332016v16n1a>

DEMIE, G.; NEGASH, M.; ASRAT, Z.; BOHDAN, L. Perennial plant species composition and diversity in relation to socioecological variables and agroforestry practices in central Ethiopia. **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 2, p. 461-476, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-023-00924-1>

FAHAD, S.; CHAVAN, S. B.; CHICHAGHARE, A. R.; UTHAPPA, A. R.; KUMAR, M.; KAKADE, V.; POCZAI, P. Agroforestry systems for soil health improvement and maintenance. **Sustainability**, v. 14, n. 22, p. 14877, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/su142214877>

FLEMING, A.; O'GRADY, A. P.; MENDHAM, D.; ENGLAND, J.; MITCHELL, P.; MORONI, M.; LYONS, A. Understanding the values behind farmer perceptions of trees on farms to increase adoption of agroforestry in Australia. **Agronomy for sustainable development**, v. 39, n. 1, p. 9, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0555-5>

FUTEMMA, C.; CASTRO, F.; BRONDIZIO, E. S. Farmers and social innovations in rural development: collaborative arrangements in eastern Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104999, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104999>

GONZÁLEZ, N. C.; KRÖGER, M. The potential of Amazon indigenous agroforestry practices and ontologies for rethinking global forest governance. **Forest Policy and Economics**, v. 118, p. 102257, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102257>

GOPARAJU, A. F.; UDDIN, M.; RIZVI, J. Agroforestry: an effective multi-dimensional mechanism for achieving Sustainable Development Goals. **Ecological Questions**, v. 31, n. 3, p. 63-71, 2020. DOI: 10.12775/EQ.2020.023

GUSMÃO, L. H. A.; HOMMA, A. K. O.; WATRIN, O. S. Análise cartográfica da concentração do cultivo de mandioca no estado do Pará, Amazônia brasileira. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 3, p. 51-62, 2016.

HOCH, L.; POKORNY, B.; DE JONG, W. How successful is tree growing for smallholders in the Amazon? **International Forestry Review**, v. 11, n. 3, p. 299-310, 2009.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL E DA BIODIVERSIDADE DO PARÁ – IDEFLOR-BIO. **Projeto Prosaf**. Governo do Estado do Pará, Belém, 2024. Available at: <https://www.ideflorbio.pa.gov.br/projeto-prosaf/> Access at: 24 jun. 2024.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL E DA BIODIVERSIDADE DO PARÁ – IDEFLOR-BIO. **Instrução Normativa Nº 001/2018**, de 10 de janeiro de 2018. Institui o Projeto de Restauração Florestal através de Sistemas Agroflorestais – Prosaf de competência do Ideflor-Bio, para implantação em pequenas propriedades rurais ou posses rurais familiares, para fins de produção e regularização ambiental e aprova os requisitos e procedimentos para adesão de interessados ao projeto. Governo do Pará, Belém, 2018. Available at: https://www.ioepa.com.br/pages/2018/01/11/2018.01.11.DOE_20.pdf

IVERSON, A. L.; IVERSON, L. R. Contrasting Indigenous Urarina and Mestizo Farms in the Peruvian Amazon: plant diversity and farming practices. **Journal of Ethnobiology**, v. 41, n. 4, p. 517-534, 2021. Available at: <https://doi.org/10.2993/0278-0771-41.4.517>

JACOBI, J.; ANDRES, C.; SCHNEIDER, M.; PILLCO, M.; CALIZAYA, P.; RIST, S. Carbon stocks, tree diversity, and the role of organic certification in different cocoa production systems in Alto Beni, Bolivia. **Agroforestry Systems**, v. 88, p. 1117-1132, 2014.

JADÁN, O.; CIFUENTES JARA, M.; TORRES, B.; SELESI, D.; VEINTIMILLA RAMOS, D. A.; GÜNTER, S. Influence of tree cover on diversity, carbon sequestration and productivity of cocoa systems in the Ecuadorian Amazon. **Bois et forêts des tropiques**, v. 3, n. 325, 2015.

JAHAN, H.; RAHMAN, M. W.; ISLAM, M. S.; REZWAN-AL-RAMIM, A.; TUHIN, M. M. U. J.; HOSSAIN, M. E. Adoption of agroforestry practices in Bangladesh as a climate change mitigation option: investment, drivers, and SWOT analysis perspectives. **Environmental Challenges**, v. 7, p. 100509, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100509>

KIECK, J. S.; ZUG, K. L.; YUPANQUI, H. H.; ALIAGA, R. G.; CIERJACKS, A. Plant diversity effects on crop yield, pathogen incidence, and secondary metabolism on cacao farms in Peruvian Amazonia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 222, p. 223-234, 2016.

LAGNEAUX, E.; JANSEN, M.; QUAEDVLIEG, J.; ZUIDEMA, P. A.; ANTEN, N. P.; GARCÍA ROCA, M. R.; KETTLE, C. J. Diversity bears fruit: evaluating the economic potential of undervalued fruits for an agroecological restoration approach in the Peruvian Amazon. **Sustainability**, v. 13, n. 8, p. 4582, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13084582>

LEGIS-PA. **Lei Ordinária No 9.048**. Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas do Pará (PEMC/PA), e dá outras providências. Governo do Estado do Pará, Belém, 2020. Available at: <https://semas.pa.gov.br/legislacao/normas/view/4093>. Access at: 15 jun. 2024.

LOW, G.; DALHAUS, T.; MEUWISSEN, M. P. M. Mixed farming and agroforestry systems: a systematic review on value chain implications. **Agricultural Systems**, v. 206, p. 103606, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103606>

MAPBIOMAS. **Coleção da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, 2024. Available at: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/#> Access at: 15 jan. 2024.

MARTINS, T. O.; CALAÇA, F. J. S.; PEREIRA, M. J.; TOKARSKI, R. P.; SANTOS, L. A. C.; MARTINS, B. A.; CALIL, F. N.; CARAMORI, S. S.; SILVA NETO, C. M. E. Atributos da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais no Cerrado. **Nativa**, v. 12, n. 4, p. 693-705, 2024. Available at: <https://doi.org/10.31413/nat.v12i4.17682>

MICCOLIS, A.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCO-VERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; REHDER, T.; PEREIRA, A. V. B. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal, 2016. 266 p.

MOKRIA, M.; HAGAZI, N.; HADGU, K. M.; SAID, H.; ABIYU, A.; HAILEMARIAM, G.; GEBREKIRSTOS, A. Homestead agroforestry for stabilizing food, economic and ecoclimatic nexus. **Agroforestry Systems**, p. 1-14, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01074-8>

MOTA, C. G.; PAULETTO, D.; CAPUCHO, H. L. V.; SILVA, S. U. P.; PONTE, M. X. O cultivo do cumaru como alternativa econômica para agricultores familiares: estudo de caso na região oeste do Pará. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e46511326732-e46511326732, 2022.

MUCHANE, M. N.; SILESHI, G. W.; GRIPENBERG, S.; JONSSON, M.; PUMARIÑO, L.; BARRIOS, E. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: a meta-analysis. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 295, p. 106899, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106899>

MUKHLIS, I.; RIZALUDIN, M. S.; HIDAYAH, I. Understanding socio-economic and environmental impacts of agroforestry on rural communities. **Forests**, v. 13, n. 4, p. 556, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/f13040556>

NAIR, P. K. R. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. **Journal of Environmental Quality**, v. 40, n. 3, p. 784-790, 2011.

NAIR, P. K. R.; KUMAR, B. M.; NAIR, V. D. **An introduction to agroforestry: four decades of scientific developments**. Cham: Springer, 2021.

NAIR, P. K. R.; VISWANATH, S.; LUBINA, P. A. Cinderella agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 91, p. 901-917, 2017.

OLIVEIRA NETO, M. M.; NAVEGANTES ALVES, L. F.; SCHWARTZ, G. Agroforestry systems associated with natural regeneration: alternatives practiced by family-farmers of Tomé-Açu, Pará. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 13, n. 1, 2022.

OLIVEIRA, A. N. A.; SOUSA, P. S.; PAULETTO, D.; TRIBUZY, A. S.; TRIBUZY, E. S. Análise do perfil socioeconômico de produtores rurais cadastrados no projeto Prosaf no município de Mojuí dos Campos, Pará. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 12, p. 17159-17173, 2023. Available at: <https://doi.org/10.55905/cuadv15n12-110>

OLIVEIRA, J. S. R.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F.; QUEIROZ, J. C. B. Evaluation of sustainability in Eastern Amazon under proambiente program. **Agroforestry systems**, v. 78, p. 185-191, 2010.

OLIVEIRA, N. L.; JACQ, C.; DOLCI, M.; DELAHAYE, F. Desenvolvimento Sustentável e Sistemas Agroflorestais na Amazônia mato-grossense. **Confins – Revista Franco-brasileira de Geografia**, n. 10, 2010. Available at: <https://doi.org/10.4000/confins.6778>

PARÁ. **Lei Ordinária Nº 10.750, de 31 de outubro de 2024**. Institui o Plano Estadual Amazônia Agora (PEAA), Assembleia Legislativa do Estado do Pará, Belém, 2024. Available at: <https://www.semas.pa.gov.br/legislacao/files/pdf/572993.pdf>. Access at: 12 jun. 2024.

PEDRI, E. C. M.; ROSSI, A. A. B.; CARDOSO, E. D. S.; TIAGO, A. V.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; YAMASHITA, O. M. Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2018073, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07318>

POMPEU, G. S. S.; KATO, O. R.; ALMEIDA, R. H. C. Percepção de agricultores familiares e empresariais de Tomé-Açu, Pará, Brasil sobre os Sistemas de Agrofloresta. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n. 3, p. 152-166, 2017. DOI: 10.18472/SustDeb.v8n3.2017.24197

POMPEU, G. S. S.; POMPEU, G. D. S. S.; ROSA, L. S.; MODESTO, R. S.; VIEIRA, T. A. Adoption of agroforestry systems by smallholders in Brazilian Amazon. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 15, n. 1, 2012.

PUYT, R. W.; LIE, F. B.; WILDEROM, C. P. M. The origins of SWOT analysis. **Long Range Planning**, v. 56, n. 3, p. 102304, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304>

QUANDT, A.; NEUFELDT, H.; GORMAN, K. Climate change adaptation through agroforestry: opportunities and gaps. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 60, p. 101244, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101244>

ROBIGLIO, V.; REYES, M. Restoration through formalization? Assessing the potential of Peru's Agroforestry Concessions scheme to contribute to restoration in agricultural frontiers in the Amazon region. **World Development Perspectives**, v. 3, p. 42-46, 2016.

SALZMANN, A. M. Sistemas agroflorestais em Cerro Azul (Brasil) e Dali (China): base para o desenvolvimento rural sustentável. In: Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos. **Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais**, Itabuna, v. 1, p. 205-228, 2013.

SANTOS POMPEU, G. S.; KATO, O. R.; OLIVEIRA MOURA, J. V.; MACIEL, M. C. Manejo dos sistemas agroflorestais em Tomé-Açu, Pará: utilização dos resíduos de poda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 217-228, 2018.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. C. R. Sistemas Agroflorestais no Município de Paragominas, Pará. **HOLOS**, v. 3, p. 1-15, 2020. Available at: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.9548>

SANTOS, M. A. S.; SANTANA, A. C. Caracterização socioeconômica da produção e comercialização de farinha de mandioca no município de Portel, arquipélago do Marajó, Estado do Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 23, 2012.

SAUVADET, M.; VAN DEN MEERSCHE, K.; ALLINNE, C.; GAY, F.; MELO VIRGINIO FILHO, E.; CHAUVAT, M.; HARMAND, J. M. Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. **Science of the Total Environment**, v. 649, p. 1065-1074, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.291>

SCHAFFER, C.; ELBAKIDZE, M.; BJÖRKLUND, J. Motivation and perception of farmers on the benefits and challenges of agroforestry in Sweden (Northern Europe). **Agroforestry Systems**, v. 98, n. 4, p. 939-958, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10457-024-00964-1>

SILLS, E. O.; CAVIGLIA-HARRIS, J. L. Evaluating the long-term impacts of promoting "green" agriculture in the Amazon. **Agricultural Economics**, v. 46, n. S1, p. 83-102, 2015.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos**. Itabuna: SBSAF, 2013.

SILVA, I. C. **Sistemas Agroflorestais no Brasil: aspectos conceituais e conjunturais**. Educación e Investigación Forestal para un Equilibrio Vital: cooperación binacional Brasil Argentina. 1. ed. Córdoba (Argentina): Brujas, v. 1, p. 197-215, 2014.

SMITH, N. J. H.; SMITH, N. J.; FALES, I. C.; ALVIM, P. D. T.; SERRÃO, E. A. S. Agroforestry trajectories among smallholders in the Brazilian Amazon: innovation and resiliency in pioneer and older settled areas. **Ecological Economics**, v. 18, n. 1, p. 15-27, 1996.

SOUZA, D. M. B. G.; ALMEIDA, M. W. A. D. S.; MELO, A. T. M.; COELHO, R. D. F. R.; CALZAVARA, B. B. Construção de arranjos de sistemas agroflorestais no assentamento Benedito Alves Bandeira, Acará-PA. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

TAILLANDIER, C.; CÖRVERS, R.; STRINGER, L. C. Growing resilient futures: agroforestry as a pathway towards climate resilient development for smallholder farmers. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p. 1260291, 2023. Available at: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1260291>

THOMAS, E.; VAN DAMME, P. Plant use and management in homegardens and swiddens: evidence from the Bolivian Amazon. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 131-152, 2010.

TORQUEBAU, E. F. A renewed perspective on agroforestry concepts and classification. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Series III-Sciences de la Vie**, v. 323, n. 11, p. 1009-1017, 2000.

VASCONCELLOS, R. C.; BELTRÃO, N. E. S. Avaliação de prestação de serviços ecossistêmicos em sistemas agroflorestais através de indicadores ambientais. **Interações (Campo Grande)**, v. 19, p. 209-220, 2018. Available at: <https://doi.org/10.20435/inter.v19i1.1494>

VILLA, P. M.; MARTINS, S. V.; OLIVEIRA NETO, S. N.; RODRIGUES, A. C.; HERNÁNDEZ, E. P.; KIM, D. G. Policy forum: shifting cultivation and agroforestry in the Amazon. Premises for REDD+. **Forest Policy and Economics**, v. 118, p. 102217, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102217>

VILLANUEVA-GONZÁLEZ, C. H.; PÉREZ-OLMOS, K. N.; MOLLINEDO, M. S.; LOJKA, B. Exploring agroforestry and food security in Latin America: a systematic review. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-17, 2024. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05352-4>

WALDRON, A.; GARRITY, D.; MALHI, Y.; GIRARDIN, C.; MILLER, D. C.; SEDDON, N. Agroforestry can enhance food security while meeting other sustainable development goals. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1940082917720667, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1177/1940082917720667>

WILSON, M. H.; LOVELL, S. T. Agroforestry – The next step in sustainable and resilient agriculture. **Sustainability**, v. 8, n. 6, p. 574, 2016. Available at: <https://doi.org/10.3390/su8060574>

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, 2016.

Environmental migration, (im)mobility, and adaptation to droughts in the Seridó Potiguar

Migração ambiental, (i)mobilidade e adaptação às secas no Seridó Potiguar

Isac Alves Correia ¹

¹ PhD in Demography, Center for Development and Regional Planning – Cedeplar-UFMG, PhD Candidate in Economics, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, BA, Brazil
E-mail: isc.correia49@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55532

Received: 16/09/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

This article examines migration decisions during the 2011–2016 drought in Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte, Brazil, considering socioeconomic and demographic characteristics as well as perceptions of the drought. The data came from a household survey with a sample representative of urban areas in the region. Using binary logistic regression models for analysis, the results reveal that women are less likely to migrate compared to men during the drought. Workers in non-agricultural sectors also show a higher probability of migration. The greater likelihood of migration among those who perceive the drought as the main environmental problem in their city and among those who faced health issues related to water scarcity at home highlights the drought as a factor strongly associated with migration. Thus, migration emerges as a strategy for diversifying family livelihoods, particularly in the context of droughts and climate change.

Keywords: Environmental Migration. Immobility. Droughts. Adaptation. Livelihoods

RESUMO

Este artigo analisa a decisão de migração no período da seca de 2011-2016 no Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte, Brasil, considerando características socioeconômicas, demográficas e percepções sobre a seca. Os dados são oriundos de uma pesquisa domiciliar com representatividade amostral para a zona urbana da região. Utilizando modelos de regressão logística binária para a análise, os resultados revelam que as mulheres têm menor probabilidade de migrar em comparação aos homens durante a seca. Trabalhadores de setores não agrícolas também têm uma probabilidade maior de migrar. Há uma maior probabilidade de migração entre aqueles que a percebem como o principal problema ambiental da cidade, e entre os que presenciaram problemas de saúde relacionados à falta de água em casa destaca a seca como um fator fortemente associado à migração, sendo esta última uma estratégia de diversificação dos meios de subsistência das famílias, especialmente no contexto das secas e mudanças climáticas.

Palavras-chave: Migração Ambiental. Imobilidade. Secas. Adaptação. Meios de Subsistência.

1 INTRODUCTION

The Seridó Potiguar region, located in the state of Rio Grande do Norte, Brazil, has faced severe environmental and socioeconomic challenges, particularly during the 2011–2016 drought. Situated in a semi-arid area of Brazil undergoing desertification, Seridó is characterised by pronounced vulnerability to climate change, with low soil fertility and high levels of aridity. These natural factors are compounded by difficulties in accessing water resources, exacerbating the drought's impact on the local population. Within the context of this environmental crisis, the population's adaptation strategies and the region's demographic dynamics become critical objects of study, particularly regarding migration (Barbieri *et al.*, 2019).

Prolonged droughts, common in Brazil's semi-arid region, strongly affect the living conditions of communities in Seridó, worsening food insecurity and access to basic resources such as water (Lopes; Myrrha; Queiroz, 2020). During these periods, declines in agricultural and livestock production are inevitable, causing significant economic losses for small-scale producers, who are the majority in the region (Khan *et al.*, 2005). In response to these challenges, many individuals and families choose migration as a survival strategy, seeking better working and living conditions in urban areas or other regions. This phenomenon becomes more pronounced when the impact of droughts extends over long periods, as observed between 2011 and 2016 (Marengo; Cunha; Alves, 2016).

Historically, the migration of people from the Northeast to other regions of Brazil has been associated with the search for better economic opportunities, especially during drought periods (Correia, 2021; Ojima; Costa; Calixta, 2014). In the case of Seridó Potiguar, this trend is also related to the socioeconomic and demographic characteristics of the population, such as educational attainment, age, and involvement in non-agricultural activities. Furthermore, perceptions of drought severity play a fundamental role in migration decisions, indicating that individual choices are closely linked to climatic conditions and risk perception.

Human migration, whether voluntary or forced, is widely recognised as a response by families and communities to climate risks and environmental disasters. It can reflect both failures in adaptation—when risk mitigation strategies fail and livelihoods collapse—and serve as a proactive adaptation strategy, enabling risk diversification and maintaining well-being through remittances or labour mobility (Hauer; Evans; Mishra, 2016; Piguet, 2011). While initially viewed as an indicator of vulnerability (El Hinnawi, 1985), migration is increasingly recognised as a tool for climate adaptation, highlighting its potential to redistribute risks in an increasingly interconnected world (Foresight, 2011; Warner, 2012). From this perspective, migration is often interpreted as a solution that can benefit origin and destination communities, as well as the migrants themselves. However, it requires interdisciplinary approaches to address its complexity (Castles; Ozkul, 2020).

When mobility is hindered, and connectivity is disrupted by violent conflicts, financial crises, or highly securitised border regimes, the impacts can be significant for both migrants and origin and destination communities. Situations where geographically distant places simultaneously face risks stemming from the global and systemic nature or multiplicity of crises—such as climate change and the Covid-19 pandemic—highlight the limitations of migration-based adaptation strategies (Sakdapolrak *et al.*, 2024). The same holds true in the face of extreme climatic events, ranging from droughts in Brazil's semi-arid region (Correia, 2021) and, more recently, in the Amazon (Gori Maia; Schons, 2020) to the heavy rains that caused flooding in 2021 in Southern Bahia and Northern Minas Gerais, and more recently in Rio Grande do Sul in 2024. These events test the capacity of populations to adapt and reorganise their lives. Such conditions challenge the resilience of communities and the effectiveness of support policies in contexts of increasing vulnerability.

Given this context, the present article seeks to analyse the migratory dynamics of the Seridó Potiguar population during the 2011–2016 drought, considering the socioeconomic and demographic characteristics of migrants, as well as their perceptions of the drought. By investigating migration motivations and patterns, this study aims to contribute to a broader understanding of the impacts of climate change on populations in Brazil's semi-arid region and how droughts, in particular, shape adaptation and survival strategies within these communities.

2 LITERATURE REVIEW

For many years, the literature on migration in Brazil's Northeast region has focused heavily on the phenomenon of drought, which has been considered one of the main drivers of population displacement. This perspective highlights how drought has contributed to the political and economic exploitation of the region but has made little progress in terms of policies promoting sustainable adaptation or breaking local populations' dependency on the drought discourse (Ojima, 2013). Furthermore, the Northeast is often characterised as a population-expelling region, driven by environmental factors like drought or by socio-economic indicators that lag behind those of receiving regions (Fusco; Duarte, 2010). However, discussions about migration in the Northeast frequently marginalise environmental issues, treating them as peripheral to the debate (Ojima, 2013).

Since the 1990s, migration flows have been analysed more broadly, emphasising regional development policies specific to the Northeast. While such policies are crucial for understanding migration movements, they remain insufficient to address the specific context of the semi-arid region (Ojima, 2013). With the worsening of climate change, extreme events like droughts are expected to intensify, increasing migration flows and reshaping local vulnerabilities (Barbieri *et al.*, 2010; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). However, the role of migration as an adaptation strategy to climate and environmental changes remains controversial. While some authors argue that migration can serve as a form of adaptation, others contend that it may exacerbate vulnerability in both origin and destination regions (Adger *et al.*, 2015; Barbieri, 2011; Koubi; Stoll; Spilker, 2016).

The various forms of human migration—ranging from voluntary movements to forced displacements and migrations driven by stress—are widely recognised as potential responses by families and communities to climate risks and environmental disasters (HORTON *et al.*, 2021; McLeman *et al.*, 2021a; Piguet, 2011). However, the interpretation of migration within this context varies significantly depending on the perspectives adopted (Sakdapolrak; Sterly, 2020).

In some cases, migration is viewed as an indicator of failures in adaptation strategies, occurring when families' efforts to mitigate risks prove insufficient, or their livelihoods collapse. Under such circumstances, families often resort to stress-induced migration or involuntary displacement, frequently accompanied by a significant reduction in security and well-being (Hauer; Evans; Mishra, 2016). Conversely, migration can be a proactive and effective adaptation mechanism, enabling families to diversify risks and maintain well-being during crises. An example is sending members to urban areas to compensate for agricultural income losses through remittances, particularly during severe droughts (Warner, 2012).

Early research tended to emphasise migration as an indicator of vulnerability or adaptive failure (El Hinnawi, 1985; Meyer, 2002). However, in recent years, the understanding of migration as a tool for climate change adaptation has grown significantly (Black *et al.*, 2011; Gemenne; Blocher, 2017; Vinke *et al.*, 2020). This recognition was spurred by events such as COP 16 in Cancun, which highlighted migration in the context of climate adaptation (Warner, 2012), and the 2011 British government report *Foresight on Migration and Global Environmental Change*, which shaped academic and policy debates on the topic (Foresight, 2011).

Extreme climatic events, such as droughts and floods, can have significant consequences for agricultural activities, leading to production declines and the need for adaptation by farmers. Studies such as those by Khan *et al.* (2005) and Vidal-Macua *et al.* (2018) demonstrate that prolonged droughts reduce crop productivity, resulting in economic losses and food insecurity. In response, farmers may choose to switch crops or adopt new agricultural practices, as described by Monteiro (2021), who characterise these changes as adaptive strategies to mitigate the adverse effects of climate change.

Matope *et al.* (2020) showed that families affected by droughts in Zimbabwe adopted behavioural changes both locally and through migration. Farmers in subhumid areas turned to migration, focusing on finding pasture for livestock during drought periods, while those in semi-arid regions opted to supplement livestock feed to offset food shortages caused by droughts (Matope *et al.*, 2020).

Gray and Mueller (2012), for instance, observed that severe droughts in Ethiopia increased the likelihood of labour migration among adult men, confirming mobility as a response to extreme climatic events. This effect was even more pronounced among men from landless households, indicating greater vulnerability due to limited adaptive capacity to drought. For women, however, the study found that moderate droughts reduced short-distance mobility and marriage opportunities, resulting in difficulties managing the costs of mobility and forming new households (Gray; Mueller, 2012).

McLeman *et al.* (2021b) identified a predominantly male migration pattern among individuals aged 30 to 35 years returning to drought-affected areas in South Dakota in 1976. The study also revealed that most farmers responded to the drought by selling livestock and incurring more debt. The authors concluded that the drought had a delayed impact on population patterns, with high rates of farm bankruptcies, unemployment, and population decline in the most affected counties only emerging in the early 1980s (McLeman *et al.*, 2021b).

Similarly, a study in Mexico examined the relationship between perceptions of droughts, temperatures, hurricanes and migration, identifying a predominantly male migration pattern (Shinbrot *et al.*, 2019). Shinbrot *et al.* (2019) also highlight that farmers' perceptions of risks associated with high temperatures and droughts can be crucial in determining a range of behavioural changes, such as crop diversification and migration. However, only a small fraction of this population responded to these extreme climatic events by migrating, both to rural (16%) and urban (11%) areas, with behavioural changes linked to land and agricultural machinery ownership (Shinbrot *et al.*, 2019). These findings align with recent results from Debnath and Nayak (2022), who recorded an increase in male migration in an Indian region affected by droughts.

These impacts on agriculture are not limited to rural areas; they also influence the supply and demand for basic services in both the regions of origin and the migration destinations. As agricultural productivity declines, rural populations may be forced to move to urban areas, increasing pressure on essential services such as healthcare, education, and sanitation. Moreover, this migration to urban areas can alter socioeconomic dynamics, leading to higher demand for jobs and housing, and potentially exacerbating social problems such as inequality and urban segregation (Oliveira; Pereda, 2020). Additionally, there is evidence that climatic shocks are associated with mobility within urban areas (De Longueville; Zhu; Henry, 2019), as well as migration aimed at diversifying household capital portfolios (Loebach, 2016).

De Longueville, Zhu, and Henry (2019) using a climate database from 1970 to 1998, estimated the impact of temperature changes on mobility in Burkina Faso. The study revealed that climatic shocks increased mobility to urban areas but reduced international migration and rural-to-rural mobility (De Longueville; Zhu; Henry, 2019). Similarly, Loebach (2016) found varied results depending on the type of mobility after Hurricane Mitch in 1998 in Nicaragua. The study indicated that mobility related to small business travel decreased, while migration increased in response to the disaster. Furthermore, the study suggested that the hurricane spurred an increase in migration aimed at diversifying household capital portfolios but reduced mobility associated with small enterprises (Loebach, 2016).

The impacts of extreme climate events also extend to urban areas. Sherbinin *et al.* (2008) highlight that migration from rural to urban areas due to environmental degradation can overwhelm public and ecosystem services in cities, exacerbating existing challenges such as inadequate infrastructure, precarious housing, and insufficient healthcare services. This added pressure can increase the vulnerability of urban populations, particularly those already living in poverty.

Extreme climate events are a significant driver of environmental migration. Studies by Gray and Bilsborrow (2013), Gray and Mueller (2012), and Hunter *et al.* (2014) demonstrate that natural disasters can intensify both internal and international migration by creating unsustainable living conditions in affected areas. Migration is often used as a survival strategy, where individuals and families seek better living conditions and economic opportunities elsewhere.

In the Brazilian semi-arid region, there is consensus on the relationship between emigration and environmental changes, although gaps in understanding this dynamic remain. The difficulty in capturing various forms of mobility and their complex motivations in official statistics has been an obstacle to fully understanding these flows (Barbieri, 2011). Moreover, the socioeconomic conditions of receiving regions, combined with the lack of adaptation policies in areas of origin, play a crucial role in individuals' migration decisions, along with environmental factors (Barbieri, 2011; Ojima, 2013).

Migration decisions, as argued by Hugo (1996), lie on a continuum between purely economic motivations and forced movements, characteristic of environmental migrants. However, as Barbieri (2011) points out, "pure profiles" of migrants are rare and difficult to observe empirically. In many cases, migrants end up being more vulnerable than the already established local population, although the creation of social networks and the building of social capital can mitigate these risks and vulnerabilities (Adger *et al.*, 2015; Black *et al.*, 2011).

In this regard, it is essential to promote a broader debate that incorporates both vulnerability to droughts and adaptive responses, considering the implications for receiving regions. Thus, population mobility and urbanisation in semi-arid areas, despite some negative consequences, can offer alternatives for reducing vulnerability (Ojima, 2013; Vanwey; Guedes; D'antona, 2012). Furthermore, drought and other factors, such as social programs and survival strategies, should be seen as interconnected and addressed in an integrated manner (Ribot, 1996; Sivakumar; Das; Brunini, 2005).

Additionally, environmental migration is not always a viable option for everyone. As discussed by Correia and Ojima (2019), Findley (1994), and Henry, Schoumaker, and Beauchemin (2004), conditions of (im)mobility may arise. This is particularly true when individuals lack the resources necessary to migrate, resulting in a population trapped in risk areas, and continuously exposed to the impacts of disasters (Correia, 2024). In the absence of adequate policies, this condition can create a vicious cycle of vulnerability and poverty, where the inability to migrate perpetuates exposure to climate risks.

3 DATA AND METHODS

The data analysed in this study come from an urban household survey conducted in 2017, which gathers information on the demographic and socioeconomic characteristics of the population, as well as perceptions of environmental issues and drought in the Seridó Potiguar region (Figure 1). The data are representative of the urban areas of the region. The field research is part of the project "Vulnerability and Adaptation in the Brazilian Northeast: Local and Regional Perspectives on Urbanisation in the Seridó Potiguar", supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and funded by the Brazilian Research Network on Global Climate Change (Rede Clima).

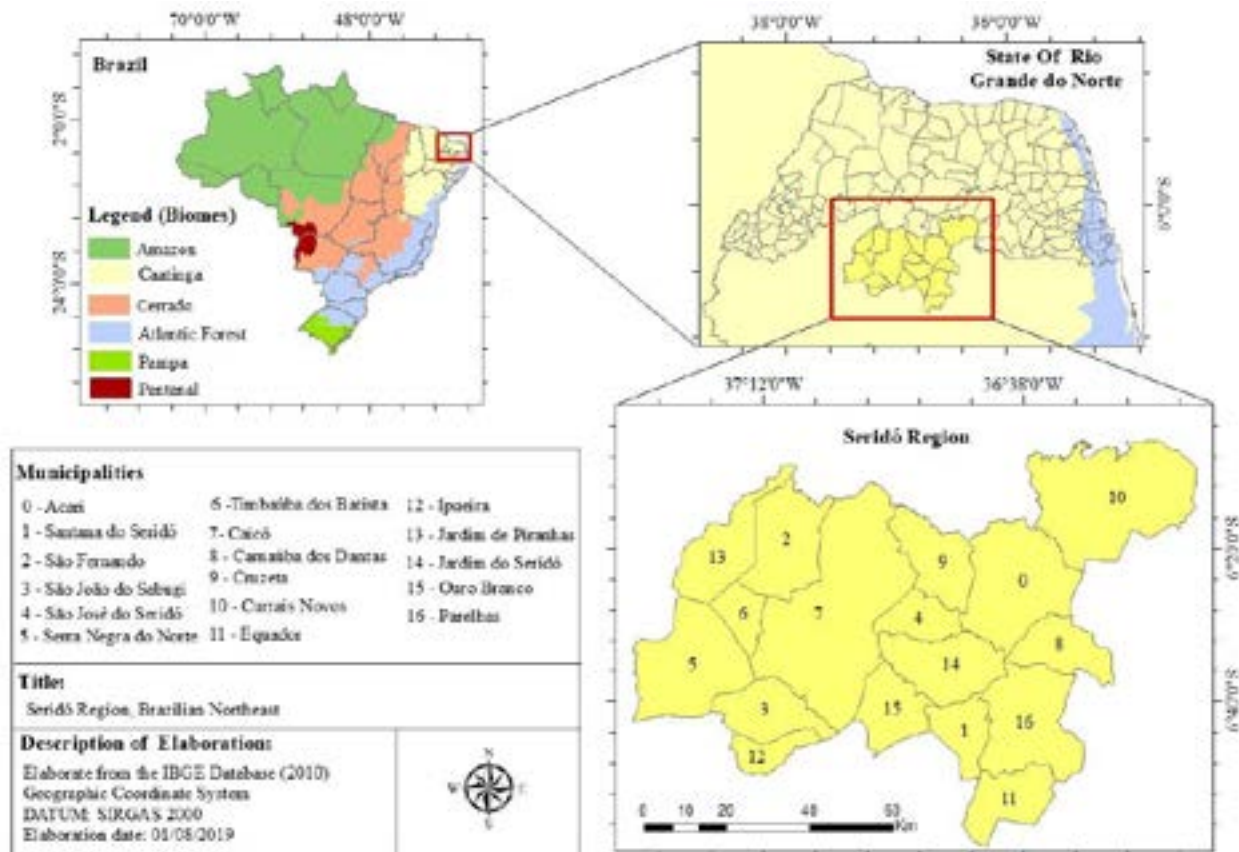


Figure 1 – Location of the municipalities in Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte (Brazil)

Source: Elaborate from the IBGE Database (2010).

The research employed a probabilistic sample of 1,064 households representative of the urban population of the Seridó Potiguar region. Fieldwork took place between January and February 2017, with the assistance of six DTI-C CNPq fellows and two volunteers, including the thesis author. The questionnaires were administered over three weeks, with an average duration of 35 minutes per household.

The sample selection followed three steps: (1) random selection of municipalities, proportional to the number of urban sectors; (2) random selection of census tracts, covering 20% of the urban sectors in each municipality; (3) stratified sampling with two income-based strata: stratum 1 (income up to R\$ 300.00) and stratum 2 (income above R\$ 300.00) (Correia, 2018). The number of households per sector ranged from 25 to 30, depending on the sector's density, and the interval between households was adjusted to ensure coverage.

In cases of refusal, the questionnaire was applied to a neighbouring household, alternating randomly to the left or right (Correia; Ojima; Barbieri, 2020). The 2017 sample included 3,554 individuals, with an average of 3.34 residents per household. To calibrate sample weights, a projection of 193,448 urban residents for the Seridó region was used, resulting in an estimated 59,268 urban households (193,448/3.34).

Regarding the concept of migrants, a fixed-date criterion was adopted, considering migrants as those who, five years prior, did not reside in the municipality where they were living at the time of data collection (Baptista; Campos; Rigotti, 2017). Based on this, the following categories were defined:

1. Non-migrant: An individual born in and continuously residing in the current municipality, located within Seridó Potiguar.
2. Migrant: An individual who, as of the fixed date (07/31/2010), resided outside the Seridó Potiguar region but, at the time of the survey, resided in a municipality within Seridó Potiguar. Since the research was conducted in January 2017, migrants identified according to this criterion are individuals who undertook some form of migration, even temporarily, between the fixed date and the data collection period.

A binary logistic regression model was estimated to analyse the factors associated with migration in the Seridó Potiguar region. This approach is appropriate given the binary nature of the response variable, which indicates whether an individual migrated from a municipality in the Seridó Potiguar region (1 = migrated, 0 = did not migrate) during the drought period from 2011 to 2016. Binary logistic regression is thus used to model the probability of an individual belonging to the group of migrants. Since the dependent variable follows a distribution defined by the expression $Y_i = 1$ when $P(Y_i = 1)$ corresponds to the event of migration occurring (π_i) or $Y_i = 0$ when ($Y_i = 0$) represents the individual being a non-migrant ($1-\pi_i$), we have:

$$E(Y_i) = \pi_i = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_n X_{ni})} \quad (4.1)$$

The condition presented by equation (4.1) represents the probability that the combination of the observed pairs, $\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_n X_{ni}$, favours the occurrence of migration. In this way, $E(Y_i)$ indicates the likelihood that the n th person has migrated, and X_{zi} , with z ranging from 1 to n , is the total number of explanatory variables observed in the model. Thus, by applying the logistic transformation, we obtain:

$$\text{logit}(\pi_i) = \log\left(\frac{P(Y=1)}{P(Y=1-\pi_i)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_n X_{ni} \quad (4.2)$$

In equation (4.2), the dependent variable is the natural logarithm of the odds ratios, which estimates how many times more likely it is for migration to occur compared to not occurring. The odds ratio analysis is more common in cases involving binary or dichotomous variables, as is the case in this study.

X_{ni} represents the independent variables, which include socioeconomic and demographic characteristics, as well as perceptions of drought, namely: gender (male, female), age (15-19, 20-24, ..., 80+), marital status (ever married, currently married, never married), receipt of government social benefits (no, yes), main occupation sector (agricultural and non-agricultural), perception of the city's biggest environmental problem (drought and other), and whether anyone in the household had health issues related to lack of water (yes, no).

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

The results presented in Table 1 indicate variations in migration proportions according to different socioeconomic, demographic, and environmental characteristics in the Seridó Potiguar region in 2010/2016, a period corresponding to one of the most severe droughts experienced in the entire Brazilian semi-arid region. Although women represent the majority of both migrants (76.9%) and non-migrants (79.3%), men exhibit a higher relative proportion of migration (23.1%) compared to women (20.7%). This pattern may reflect greater male mobility, aligning with the literature suggesting that women, due to family responsibilities and economic barriers, tend to migrate less. However, since the percentage of female migrants is still significant, this suggests a complex dynamic in the region, possibly related to the impact of the drought on economic activities and the role of women within families (Correia; Barbieri, 2019).

Table 1 – Seridó Potiguar: distribution of individuals according to migration status (2010/2016) and selected characteristics.

Characteristics	Migrant		Non-migrant	
	Abs.	%	Abs.	%
Gender				
Male	8,474	23.1	4,675	20.7
Female	28,187	76.9	17,932	79.3
Marital Status				
Ever married	8,724	23.8	4,987	22.2
In union	20,354	55.5	11,329	50.3
Never married	7,583	20.7	6,195	27.5
Age Group				
15-19	1,228	3.4	1,086	4.8
20-24	1,637	4.5	2,004	8.9
25-29	2,757	7.5	1,718	7.6
30-34	3,15	8.6	2,146	9.5
35-39	4,285	11.7	2,514	11.1
40-44	4,874	13.3	1,749	7.7
45-49	3,686	10.1	1,591	7.0
50-54	2,428	6.6	3,16	14.0
55-59	2,554	7.0	1,73	7.7
60-64	3,071	8.4	938	4.1
65-69	3,426	9.4	1,541	6.8
70-74	944	2.6	1,144	5.1
75-79	1,25	3.4	609	2.7
80+	1,348	3.7	675	3.0
Are you a beneficiary of any income transfer program?				
Not	67,363	84.3	47,488	83.2
Yes	12,526	15.7	9,587	16.8
Main job activity sector				
Agricultural	4,004	3.6	4,378	5.2
Non-agricultural	105,949	96.4	79,117	94.8
City's biggest environmental issue				
Others	9,216	25.1	7,513	33.3
Drought	27,445	74.9	15,064	66.7
Has anyone in the household had a health problem related to water scarcity?				
Not	35,833	97.8	22,017	97.7
Yes	795	2.2	528	2.3

Source: Seridó Potiguar Survey 2017.

Another interesting aspect is the relationship between marital status and migration. Individuals in unions have a higher proportion of migrants (55.5%) compared to non-migrants (50.3%), suggesting that migration may be a family strategy to cope with the socioeconomic challenges of the region, especially those related to drought. Individuals who have never been in a union have a lower participation rate in the migrant group (20.7%) compared to non-migrants (27.5%), which may indicate that single individuals or those without family ties may face greater difficulties in migrating or may choose to remain in their communities of origin. These data reinforce the idea that migration is often a collective and family decision, particularly in contexts of economic vulnerability, emphasizing the hypothesis of migration as a strategy for diversifying the livelihoods of households affected by droughts (Sherbinin *et al.*, 2008).

Drought stands out as the primary environmental issue associated with migration, as among migrants, 74.9% identified drought as the biggest environmental problem in their cities, while among non-migrants, this proportion was 66.7%. Although the perception that drought is the main problem in the city does not imply that it is the reason for migration, it highlights the critical role that drought can play as a driving factor for migration in the Seridó Potiguar, as individuals affected by water scarcity tend to seek better living conditions in other places, as pointed out in literature on migration as an adaptation strategy (De Longueville; Zhu; Henry, 2019; Findley, 1994; Gray; Mueller, 2012).

Moreover, the incidence of health problems related to water scarcity, although relatively low (2.2% among migrants and 2.3% among non-migrants), may also be an exacerbating factor in the decision to migrate, especially in households facing additional difficulties caused by environmental conditions.

The analysis of Table 2 presents estimates of the Odds Ratio (OR) of migration in the Seridó Potiguar between 2010 and 2016, considering different demographic and socioeconomic characteristics. These results allow for comparisons with existing literature, particularly regarding intersections between sex, age, occupation, and environmental factors such as drought. First, it is observed that women are less likely to migrate compared to men (OR=0.723, 95% CI: 0.687-0.761, $p < 0.001$). This finding aligns with studies by Gray and Mueller (2012), which suggest that women, particularly in vulnerable households, face greater economic and social constraints when migrating. Factors such as caregiving responsibilities and lack of financial resources, as highlighted by Correia and Ojima (2019), reinforce the concept of (im)mobilities, where female mobility is limited.

Table 1 – Seridó Potiguar: distribution of individuals according to migration status (2010/2016) and selected characteristics.

Characteristics	OR	95% C.I.		p-value	Signif.	OR	95% C.I.		p-value	Signif.
		Inf.	Sup.				Inf.	Sup.		
Gender										
Male	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Female	0,723	0,687	0,761	0,000		0,737	0,700	0,775	0,0	***
Marital Status										
Ever married	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
In union	1.111	1.054	1.172	0	***	1.114	1.056	1.174	0	***
Never married	740	694	789	0	***	745	698	794	0	***
Age Group										
15-19	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	
20-24	730	643	828	0	***	679	599	771	0	
25-29	1.568	1.387	1.772	0	***	1.525	1.350	1.724	0	
30-34	1.229	1.087	1.389	1	***	1.183	1.046	1.336	7	

Characteristics	OR	95% C.I.		p-value	Signif.	OR	95% C.I.		p-value	Signif.
		Inf.	Sup.				Inf.	Sup.		
35-39	1.276	1.133	1.437	0	***	1.258	1.118	1.416	0	***
40-44	2.362	2.090	2.670	0	***	2.346	2.076	2.651	0	***
45-49	2.618	2.304	2.975	0	***	2.476	2.180	2.813	0	***
50-54	723	640	816	0	***	686	607	774	0	***
55-59	1.729	1.521	1.967	0	***	1.715	1.509	1.950	0	***
60-64	3.037	2.656	3.473	0	***	3.067	2.683	3.505	0	***
65-69	2.561	2.243	2.924	0	***	2.601	2.279	2.968	0	***
70-74	1.102	953	1.274	189		1.094	947	1.264	224	
75-79	1.695	1.460	1.969	0	***	1.687	1.453	1.959	0	***
80+	1.832	1.575	2.130	0	***	1.641	1.413	1.907	0	***
Are you a beneficiary of any income transfer program?										
Not	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Yes	964	922	1.009	117		964	921	1.009	113	
Main job activity sector										
Agricultural	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Non-agricultural	1.131	1.035	1.235	6	***	1.136	1.040	1.240	5	***
City's biggest environmental issue										
Others	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.					
Drought	1.241	1.186	1.298	0	***					
Has anyone in the household had a health problem related to water scarcity?										
Not						ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Yes						2.782	2.304	3.359	0	***
		R ² Cox & Snell	R ² Nagelkerke			R ² Cox & Snell	R ² Nagelkerke			
		57	0.078			0.058	0.079			
		AIC	Num. obs =			AIC	Num. obs =			
		61,188.2	860			61,116.4	= 859			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1.

Source: Seridó Potiguar Survey 2017.

With regard to marital status, individuals in union have a higher likelihood of migrating (OR=1.111, 95% CI: 1.054-1.172, p<0.001) compared to those who have previously been in a union or who have never been in one. This result suggests that migration, in some cases, may be a coordinated family strategy, where decisions regarding displacement are made collectively in pursuit of better living conditions. The literature, as pointed out by Khan *et al.* (2005), highlights that families migrate primarily in response to threats to food and economic security, especially in drought contexts.

The relationship between age and migration also yields interesting results. Younger individuals, between 20 and 24 years old, have a lower likelihood of migrating (OR=0.730, 95% CI: 0.643-0.828, p<0.001), while the odds increase for those in the 25 to 29 age range (OR=1.568, 95% CI: 1.387-1.772, p<0.001), peaking among individuals aged 60 to 64 years (OR=3.037, 95% CI: 2.656-3.473, p<0.001). However, since the time frame for migration is 2010/2016, an individual may have migrated at any point between 2010 and 2016. Nevertheless, individuals who were 20 years old at the time of the

interview but migrated in 2011 would have been only 14 years old when they migrated. This finding contradicts the assumption that young adults are the most likely to migrate, as discussed by Vidal-Macua *et al.* (2018), who associate youth migration with the pursuit of employment. In the context of Seridó Potiguar, migration at older ages may be related to the search for better living conditions or healthcare services, reflecting the cumulative impacts of drought.

Regarding social benefit receipt, the fact of receiving benefits did not show significance for migration (OR=0.964, 95% CI: 0.922-1.009, $p=0.117$). While some studies indicate that social assistance programs may reduce the need for migration, in Seridó Potiguar, these benefits do not seem to be a determining factor for population mobility. This supports the findings of Oliveira and Pereda (2020), who indicate that, in many cases, social benefits may be insufficient to offset the economic losses caused by drought.

Those working in non-agricultural sectors have a significantly higher likelihood of migrating (OR=1.131, 95% CI: 1.035-1.235, $p=0.006$). This data suggests that, although the agricultural sector may be the most impacted by drought, people employed outside of agriculture may have greater flexibility to migrate in search of new opportunities. Shinbrot *et al.* (2019) emphasise that migration is more common among populations with diversified income and jobs not directly linked to agriculture.

Finally, drought emerges as an environmental factor strongly associated with migration, with an OR of 1.241 (95% CI: 1.186-1.298, $p<0.001$). Additionally, the presence of health issues related to water scarcity at home nearly triples the chance of migration (OR=2.782, 95% CI: 2.304-3.359, $p<0.001$). These results are in line with literature that highlights migration as an adaptation strategy to adverse environmental conditions. Sherbinin *et al.* (2008) discuss how environmentally induced migration, such as that caused by drought, can overburden receiving urban areas, and Monteiro (2021) notes how rural populations' health is directly impacted by water scarcity, leading to migration in search of better living conditions.

These results provide evidence that migration in Seridó Potiguar between 2010 and 2016 is associated with demographic, socioeconomic, and environmental factors. The impact of drought is identified as one of the aspects related to this migration, corroborating literature findings on climate-induced environmental migration. Furthermore, the lower likelihood of migration among women and younger age groups suggests a specific vulnerability that requires public policies focused on mobility and climate adaptation. This dynamic was discussed by authors such as Black *et al.* (2011), who argue that perceived vulnerability is a key factor for mobility in response to environmental shocks, especially among rural and agricultural populations. Vulnerability to the direct impact of drought on agricultural livelihoods may explain this difference.

Studies like those by Gray and Bilsborrow (2013) also point to the critical role of perception and vulnerability in the migration process. In contexts where farmers face income and productivity loss due to drought, as seen by Khan *et al.* (2005) in Ceará, migration becomes a survival strategy. Similarly, Hunter *et al.* (2014) argue that the departure of agricultural workers may be directly related to the decline in their ability to maintain productive activities in areas severely affected by drought.

Therefore, the results of this analysis reinforce the idea that migration in response to drought is a multicausal phenomenon, dependent on the combination of socioeconomic characteristics and individual perceptions of the environment. This aligns with existing literature, which demonstrates that the combination of factors such as occupation, drought perception, and other socioeconomic variables is essential for understanding migration decisions (Henry *et al.*, 2004; Loebach, 2016).

5 FINAL CONSIDERATIONS

Understanding environmental migrations is essential for formulating policies that integrate both strategies for adapting to climate change and extreme weather events and the internal migration dynamics of affected regions. The results of this study indicate that migration can be influenced by various factors, such as occupation type, gender, and individual perception of drought. This reveals that the decision to migrate is a multifaceted process, involving a complex combination of socioeconomic factors and perceptions of the environment.

In the context of global climate change, it is anticipated that periods of drought will become more severe and frequent. Recent years, marked by persistent droughts in Brazil's semi-arid region and, more recently, in the Amazon, as well as heavy rains leading to flooding in 2021 in southern Bahia and northern Minas Gerais, and in the state of Rio Grande do Sul in 2024, reinforce the urgency of understanding mobility and immobility dynamics in vulnerable scenarios. The evidence presented in this study provides an important foundation for supporting new research focused on future scenarios and specific regional issues. Understanding how households adjust their behaviour in response to droughts and environmental disasters, in general, is crucial for developing effective interventions that address this phenomenon in an integrated manner. Thus, this work can be complemented by future research contributing to the development of a consolidated agenda on Drought Demography and the socioeconomic aspects of climate change and natural disasters in Brazil.

In this context, the implications for public policy are significant. One such implication is that potential responses to drought, such as migration, should be considered in planning to ensure access to basic services such as health and education in increasingly urban areas. For example, if access to education directly influences migration decisions, policies that expand higher education opportunities can play a crucial role not only in adapting to drought but also in strengthening the region's human capital. This, in turn, can yield positive economic returns for both individuals and regional and national economic growth.

However, migration can only be seen as an effective adaptation strategy if it significantly improves the living conditions of the affected population. Furthermore, it is essential to ensure that these responses are available to a broad spectrum of the population affected by droughts, promoting more equitable and inclusive adaptation. Otherwise, drought may generate (im)mobility, where more vulnerable groups, such as the poor, the less educated, and those with fewer support networks, lack the resources to migrate and become trapped in areas of greater vulnerability. In these cases, immobility can lead to prolonged exposure to the negative impacts of drought, such as food insecurity, unemployment, and worsening living conditions.

REFERENCES

- ADGER, W. N. *et al.* Focus on environmental risks and migration: causes and consequences. **Environ. Res. Lett.**, v. 10, n. 1, 060201, 2015.
- BAPTISTA, E. A.; CAMPOS, J.; RIGOTTI, J. I. R. Migração de retorno no Brasil. **Mercator**, v. 16, e16010, 2017.
- BARBIERI, A. F. *et al.* Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050. **Popul. Environ.**, v. 31, p. 344-370, 2010.
- BARBIERI, A. F. Mudanças climáticas, mobilidade populacional e cenários de vulnerabilidade para o Brasil. **REMHU, Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 36, p. 95-112, 2011.
- BARBIERI, A. F. *et al.* Population mobility and adaptation to droughts in the Brazilian semi-arid. In: Meeting of Population Association of American (PAA). **Annals [...]** Austin, Texas: PAA, 2019. v. 1, p. 1-15.

BLACK, R. *et al.* Migration as adaptation. **Nature**, v. 478, n. 7370, p. 447–449, 2011.

CASTLES, S.; OZKUL, D. Circular migration: triple win, or a new label for temporary migration. In: BATTISTELLA, G. (Ed.), **Global and Asian perspectives on international migration** (Global Migration Issues 4) (p. 27–49). Springer, 2020.

CORREIA, I. A. **Vulnerabilidade e adaptação no Seridó Potiguar**: a (i)mobilidade e estratégias domiciliares. 124f. Dissertação (Mestrado em Demografia) –Departamento de Demografia e Ciências Atuariais – DDCA/UFRN. Natal/RN: UFRN, 2018.

CORREIA, I. A. Andando pelos sertões: intenções de mobilidade em áreas urbanas diante das secas no Seridó Potiguar. REMHU, **Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 26, n. 62, p. 133-150, 2021.

CORREIA, I. A. Desastres e migração ambiental no semiárido brasileiro. **Informe GEPEC**, v. 28, n. 2, p. 537-559, 2024.

CORREIA, I. A.; BARBIERI, A. F. Vulnerabilidade à seca e (i)mobilidade no Nordeste brasileiro: partir ou resistir? **Sustentabilidade em Debate**, v. 10, n. 2, p. 125-141, 2019.

CORREIA, I. A.; OJIMA, R. Migração e (i)mobilidade no Nordeste brasileiro: adaptação para quem? **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 5, p. 138-151, 2019.

CORREIA, I. A.; OJIMA, R.; BARBIERI, A. F. Emigração e transferências monetárias como estratégias de adaptação às secas no Seridó Potiguar. REMHU, **Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 28, n. 59, p. 177-197, 2020.

DEBNATH, M.; NAYAK, D. K. Rural out-migration as a coping strategy in the drought-prone areas of Rarh region of Eastern India. **Int. Migr.**, v. 60, n. 3, p. 209-227, 2022.

De LONGUEVILLE, F.; ZHU, Y.; HENRY, S. Direct and indirect impacts of environmental factors on migration in Burkina Faso: application of structural equation modelling. **Popul. Environ.**, v. 40, n. 4, p. 456-479, 2019.

El HINNAWI, E. **Environmental refugees**. UNEP (Nairobi), 1985.

FINDLEY, S. Does drought increase migration? A study of migration from rural Mali during the 1983–1985 drought. **Int. Migr. Rev.**, v. 28, n. 3, p. 539-553, 1994.

FORESIGHT. **Migration and Global Environmental Change**. Final Project Report London: The Government Office for Science, 2011. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf. Access: 10 out. 2024.

FUSCO, W.; DUARTE, R. Regiões metropolitanas do Nordeste: origens, destinos e retorno dos migrantes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES, 17, 2010, Caxambu. **Annals [...]** Caxambu/MG: ABEP, 2010.

GEMENNE, F.; BLOCHER, J. How can migration serve adaptation to climate change? Challenges to fleshing out a policy ideal. **The Geographical Journal**, v. 183, n. 4, p. 336–347, 2017.

GORI MAIA, A.; SCHONS, S. Z. The effect of environmental change on out-migration in the Brazilian Amazon rainforest. **Popul. Environ.**, v. 42, p. 183–218, 2020.

GRAY, C.; BILSBORROW, R. Environmental influences on human migration in rural Ecuador. **Demography**, v. 50, p. 1217-1241, 2013.

GRAY, C.; MUELLER, V. Drought and population mobility in rural Ethiopia. **World Dev.**, v. 40, n. 1, p. 134-145, 2012.

- HAUER, M. E.; EVANS, J. M.; MISHRA, D. R. Millions projected to be at risk from sea-level rise in the continental United States. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 7, p. 691–695, 2016.
- HENRY, S.; SCHOUMAKER, B.; BEAUCHEMIN, C. The impact of rainfall on the first outmigration: a multi-level event-history analysis in Burkina Faso. **Popul. Environ.**, v. 25, n. 5, p. 423-460, 2004.
- HORTON, R. M. *et al.* Assessing human habitability and migration. **Science**, v. 372, n. 6548, p. 1279–1283, 2021.
- HUGO, G. Environmental Concerns and International Migration. **Int. Migr. Rev.**, v. 30, n. 1, p. 105-31, 1996.
- HUNTER, L. M. *et al.* Rural out-migration, natural capital, and livelihoods in South Africa. **Popul. Space Place**, v. 20, n. 5, p. 402-420, 2014.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report (AR5)**. Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional Aspects. Chapter 24: Asia, p.1355, 2014.
- KHAN, A. S. *et al.* Efeito da seca sobre a produção, a renda e o emprego agrícola na microrregião geográfica de Brejo Santo e no estado do Ceará. **Rev. Econ. NE**, v. 36, n. 2, p. 242-262, 2005.
- KOUBI, V.; STOLL, S.; SPILKER, G. Perceptions of environmental change and migration decisions. **Climatic Change**, v. 138, p. 439-451, 2016.
- LOEBACH, P. Household migration as a livelihood adaptation in response to a natural disaster: Nicaragua and Hurricane Mitch. **Popul. Environ.**, v. 38, n. 2, p. 185-206, 2016.
- LOPES, K. S. C.; MYRRHA, L. J. D.; QUEIROZ, S. N. Diferenciais de gênero ao acesso à água na zona urbana do Sericó Potiguar – RN. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 55, p. 75-98, 2020.
- MARENGO, J.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 4, p. 49-54, 2016.
- MATOPE, A. *et al.* Mitigating the effects of drought on cattle production in communal rangelands of Zimbabwe. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 52, n. 1, p. 321-330, 2020.
- McLEMAN, R. *et al.* Conceptual framing to link climate risk assessments and climate-migration scholarship. **Climatic Change**, v. 165, n. 1-2, p. 1–7, 2021a.
- McLEMAN, R. *et al.* Population responses to the 1976 South Dakota drought: insights for wider drought migration research. **Popul. Space Place**, v. 28, n. 2, e2465, p. n/a, 2021b.
- MEYER, N. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: biological sciences**, v. 357, n. 1420, p. 609–613, 2002.
- MONTEIRO, G. F. **Migration and Crop Change**: evidence from Brazil using a spatial equilibrium model. 58p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2021.
- OJIMA, R.; COSTA, J. V.; CALIXTA, R. K. Minha vida é andar por esse país...: a emigração recente no semiárido setentrional, políticas sociais e meio ambiente. **REMHU, Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 43, p. 149-167, 2014.
- OJIMA, R. Urbanização, dinâmica migratória e sustentabilidade no semiárido nordestino: o papel das cidades no processo de adaptação ambiental. **Cad. Metrop.**, v. 15, n. 29, p. 35-54, 2013.

OLIVEIRA, J.; PEREDA, P. The impact of climate change on internal migration in Brazil. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 103, p. 102340, 2020.

PIGUET, E. **Migration and climate change**. Cambridge University Press, 2011.

RIBOT, J. C. Introduction. Climate variability, climate change and vulnerability: moving forward by looking back. In: RIBOT, J. C.; MAGALHÃES, A. R.; PANAGIDES, S. S. (Comps.). **Climate variability, climate change and social vulnerability in the semi-arid tropics**. Reino Unido e Nova Iorque: Cambridge University Press, 1996. p. 1-13.

SAKDAPOLRAK, P.; STERLY, H. **Building Climate Resilience through Migration in Thailand**. Migration Information Source, 2020. Available at: www.migrationpolicy.org/article/building-climateresilience-through-migration-thailand. Access: 15 nov. 2024.

SAKDAPOLRAK, P. *et al.* Translocal social resilience dimensions of migration as adaptation to environmental change. **PNAS**, v. 121, n. 3, e2206185120, 2024.

SHERBININ, A. *et al.* Rural households, livelihoods and the environment. **Glob. Environ. Change**, v. 18, n. 1, p. 38-53, 2008.

SHINBROT, X. A. *et al.* Smallholder farmer adoption of climate-related adaptation strategies: the importance of vulnerability context, livelihood assets, and climate perceptions. **Environ Manage**, v. 63, n. 5, p. 583-595, 2019.

SIVAKUMAR, M. V. K.; DAS, H. P.; BRUNINI, O. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. **Climatic Change**, v. 70, n. 1, p. 31-72, 2005.

VANWEY, L. K.; GUEDES, G. R.; D'ANTONA, A. O. Out-migration and land-use change in agricultural frontiers: insights from Altamira settlement project. **Popul. Environ.**, v. 34, n. 1, p. 44-68, 2012.

VIDAL-MACUA, J. J. *et al.* Environmental and socioeconomic factors of abandonment of rainfed and irrigated crops in northeast Spain. **Appl. Geogr.**, v. 90, p. 155-174, 2018.

VINKE, K. *et al.* Migration as adaptation? **Migration Studies**, v. 8, n. 4, p. 626–634, 2020.

WARNER, K. Human migration and displacement in the context of adaptation to climate change: the Cancun adaptation framework and potential for future action. **Environment and Planning C: government and policy**, v. 30, n. 6, p. 1061–1077, 2012.

Migração ambiental, (i)mobilidade e adaptação às secas no Seridó Potiguar

*Environmental migration, (im)mobility, and adaptation
to droughts in the Seridó Potiguar*

Isac Alves Correia ¹

¹ Doutorado em Demografia, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – Cedeplar-UFMG.
Doutorando em Economia, Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, BA, Brasil
E-mail: isc.correia49@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55532

Received: 16/09/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMO

Este artigo analisa a decisão de migração no período da seca de 2011-2016 no Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte, Brasil, considerando características socioeconômicas, demográficas e percepções sobre a seca. Os dados são oriundos de uma pesquisa domiciliar com representatividade amostral para a zona urbana da região. Utilizando modelos de regressão logística binária para a análise, os resultados revelam que as mulheres têm menor probabilidade de migrar em comparação aos homens durante a seca. Trabalhadores de setores não agrícolas também têm uma probabilidade maior de migrar. Há uma maior probabilidade de migração entre aqueles que a percebem como o principal problema ambiental da cidade, e entre os que presenciaram problemas de saúde relacionados à falta de água em casa destaca a seca como um fator fortemente associado à migração, sendo esta última uma estratégia de diversificação dos meios de subsistência das famílias, especialmente no contexto das secas e mudanças climáticas.

Palavras-chave: Migração Ambiental. Imobilidade. Secas. Adaptação. Meios de Subsistência.

ABSTRACT

This article examines migration decisions during the 2011–2016 drought in Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte, Brazil, considering socioeconomic and demographic characteristics as well as perceptions of the drought. The data came from a household survey with a sample representative of urban areas in the region. Using binary logistic regression models for analysis, the results reveal that women are less likely to migrate compared to men during the drought. Workers in non-agricultural sectors also show a higher probability of migration. The greater likelihood of migration among those who perceive the drought as the main environmental problem in their city and among those who faced health issues related to water scarcity at home highlights the drought as a factor strongly associated with migration. Thus, migration emerges as a strategy for diversifying family livelihoods, particularly in the context of droughts and climate change.

Keywords: Environmental Migration. Immobility. Droughts. Adaptation. Livelihoods.

1 INTRODUÇÃO

A região do Seridó Potiguar, localizada no estado do Rio Grande do Norte, no Brasil, tem enfrentado severos desafios ambientais e socioeconômicos, especialmente durante a seca de 2011-2016. O Seridó, situado em uma área do semiárido brasileiro em processo de desertificação, se caracteriza por uma vulnerabilidade acentuada às mudanças climáticas, com baixa fertilidade do solo e elevados índices de aridez. Esses fatores naturais se somam às dificuldades no acesso a recursos hídricos, o que acentua os impactos da estiagem sobre a população local. No contexto dessa crise ambiental, as estratégias de adaptação da população e a dinâmica demográfica da região tornam-se objetos cruciais de estudo, particularmente em relação à migração (Barbieri *et al.*, 2019).

As secas prolongadas, comuns no semiárido brasileiro, impactam fortemente as condições de vida das comunidades do Seridó, agravando a insegurança alimentar e o acesso a recursos básicos como a água (Lopes; Myrrha; Queiroz, 2020). Durante esses períodos, o declínio na produção agrícola e pecuária é inevitável, gerando perdas econômicas significativas para os pequenos produtores, que são maioria na região (Khan *et al.*, 2005). Em resposta a esses desafios, muitos indivíduos e famílias optam pela migração como uma estratégia de sobrevivência, buscando melhores condições de trabalho e vida em áreas urbanas ou em outras regiões. Esse fenômeno se torna mais pronunciado quando o impacto da seca se estende por longos períodos, como observado entre 2011 e 2016 (Marengo; Cunha; Alves, 2016).

Historicamente, a saída de pessoas do Nordeste em direção a outras regiões do Brasil tem sido associada à busca por melhores oportunidades econômicas, especialmente durante períodos de seca (Correia, 2021; Ojima; Costa; Calixta, 2014). No caso do Seridó Potiguar, essa tendência também está relacionada às características socioeconômicas e demográficas da população, como o nível de escolaridade, a idade e o envolvimento em atividades não agrícolas. Além disso, as percepções sobre a severidade da seca desempenham um papel fundamental na decisão de migrar, indicando que as escolhas individuais estão intimamente ligadas às condições climáticas e à percepção de risco.

A migração humana, seja voluntária ou forçada, é amplamente reconhecida como uma resposta das famílias e comunidades aos riscos climáticos e desastres ambientais, podendo refletir tanto falhas na adaptação, quando estratégias de mitigação de riscos falham e levam ao colapso dos meios de subsistência, quanto funcionar como uma estratégia proativa de adaptação, permitindo diversificação de riscos e manutenção do bem-estar por meio de remessas ou mobilidade laboral (Hauer; Evans; Mishra, 2016; Pigué, 2011). Embora inicialmente vista como um indicador de vulnerabilidade (El Hinnawi, 1985), cresce o reconhecimento da migração como instrumento de adaptação climática, que destaca o potencial de redistribuir riscos em um mundo cada vez mais conectado (Foresight, 2011; Warner, 2012). Sob essa perspectiva, a migração é frequentemente interpretada como uma solução que pode beneficiar tanto as comunidades de origem e destino quanto os próprios migrantes, mas exige abordagens interdisciplinares para discutir sua complexidade (Castles; Ozkul, 2020).

Quando a mobilidade é impedida e a conectividade é interrompida por conflitos violentos, crises financeiras ou regimes fronteiriços altamente securitizados, os impactos podem ser significativos tanto para os migrantes quanto para as comunidades de origem e destino. Situações em que lugares geograficamente distantes enfrentam simultaneamente riscos decorrentes do caráter global e sistêmico ou da multiplicidade de crises, como as mudanças climáticas e a pandemia de Covid-19, evidenciam as limitações das estratégias de adaptação baseadas na migração (Sakdapolrak *et al.*, 2024). O mesmo ocorre diante de eventos climáticos extremos, desde as secas no semiárido brasileiro (Correia, 2021) e atualmente na Amazônia (Gori Maia; Schons, 2020) até as fortes chuvas que provocaram enchentes em 2021 no sul da Bahia e no norte de Minas Gerais, e mais recentemente no estado do Rio Grande do Sul em 2024, que testam a capacidade das populações de se adaptarem e reorganizarem suas vidas. Essas condições colocam em xeque a resiliência das comunidades e a eficácia das políticas de apoio em contextos de vulnerabilidade crescente.

Diante desse contexto, o presente artigo busca analisar a dinâmica migratória da população do Seridó Potiguar no período da seca de 2011-2016, levando em consideração as características socioeconômicas e demográficas dos migrantes, bem como suas percepções sobre a seca. Ao investigar as motivações e os padrões de migração, o estudo visa contribuir para uma compreensão mais ampla dos impactos das mudanças climáticas nas populações do semiárido brasileiro, e como as secas, em particular, moldam as estratégias de adaptação e sobrevivência dessas comunidades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Durante muitos anos, a literatura sobre migração na Região Nordeste do Brasil esteve amplamente centrada no fenômeno da seca, que foi tratada como um dos principais fatores de expulsão populacional. Esse enfoque destaca como a seca contribuiu para a exploração política e econômica da região, mas pouco se avançou em termos de políticas que promovessem uma adaptação sustentável ou que quebrassem a dependência das populações locais em relação ao discurso da seca (Ojima, 2013). Além disso, o Nordeste é frequentemente caracterizado como uma região que expulsa sua população, seja devido a fatores ambientais, como a própria seca, seja em função de indicadores socioeconômicos que são inferiores aos das regiões receptoras (Fusco; Duarte, 2010). Todavia, as discussões em torno da migração nordestina frequentemente deixam de centralizar a questão ambiental, considerando-a como periférica ao debate (Ojima, 2013).

A partir dos anos 1990, os fluxos migratórios passaram a ser analisados sob uma ótica mais abrangente, com ênfase nas particularidades da Região Nordeste, como as políticas de desenvolvimento regional. Embora essas políticas sejam essenciais para compreender os movimentos migratórios, ainda são insuficientes para lidar com o contexto específico do semiárido (Ojima, 2013). Diante do agravamento das mudanças climáticas, eventos extremos como a seca tendem a se intensificar, acentuando os fluxos migratórios e reconfigurando as vulnerabilidades locais (Barbieri *et al.*, 2010; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014). No entanto, o papel da migração como estratégia de adaptação às mudanças climáticas e ambientais é um tema controverso. Enquanto alguns autores defendem que a migração pode ser uma forma de adaptação, outros argumentam que ela pode intensificar cenários de vulnerabilidade, tanto nas regiões de origem quanto nas receptoras (Adger *et al.*, 2015; Barbieri, 2011; Koubi; Stoll; Spilker, 2016).

As múltiplas formas de migração humana – desde movimentos voluntários até deslocamentos forçados e migrações motivadas por situações de estresse – são amplamente reconhecidas como respostas possíveis de famílias e comunidades ante os riscos climáticos e desastres ambientais (Horton *et al.*, 2021; McLeman *et al.*, 2021a; Pigué, 2011). No entanto, a interpretação da migração nesse contexto varia amplamente, dependendo das perspectivas adotadas (Sakdapolrak; Sterly, 2020).

Em alguns casos, a migração é vista como um indicador de falhas nas estratégias de adaptação, ocorrendo quando os esforços das famílias para mitigar riscos não são suficientes ou quando seus meios de subsistência colapsam. Nessas circunstâncias, muitas vezes resta às famílias a migração por estresse ou deslocamentos involuntários, frequentemente acompanhados de uma redução significativa na segurança e no bem-estar (Hauer; Evans; Mishra, 2016). Por outro lado, a migração pode ser um mecanismo proativo e eficaz de adaptação, permitindo às famílias diversificarem riscos e preservarem o bem-estar durante crises. Um exemplo disso é o envio de membros para áreas urbanas como forma de compensar a perda de renda agrícola com o encaminhamento de remessas, especialmente em cenários de seca severa (Warner, 2012).

Pesquisas iniciais tendiam a enfatizar a migração como um indicador de vulnerabilidade ou fracasso adaptativo (El Hinnawi, 1985; Meyer, 2002). Entretanto, nos últimos anos, a compreensão da migração como um instrumento de adaptação às mudanças climáticas tem crescido significativamente (Black *et al.*, 2011; Gemenne; Blocher, 2017; Vinke *et al.*, 2020). Esse reconhecimento foi impulsionado por

eventos como a COP 16 em Cancún, que destacou a migração no contexto da adaptação climática (Warner, 2012), e pelo relatório de 2011 do governo britânico Foresight on Migration and Global Environmental Change, que moldou debates acadêmicos e políticos sobre o tema (Foresight, 2011).

Os eventos climáticos extremos, como secas e inundações, podem ter consequências significativas nas atividades agrícolas, levando à queda na produção e à necessidade de adaptação por parte dos agricultores. Estudos como os de Khan *et al.* (2005) e Vidal-Macua *et al.* (2018) evidenciam que secas prolongadas reduzem a produtividade das culturas, resultando em perdas econômicas e insegurança alimentar. Como resposta, os agricultores podem optar por mudar as culturas cultivadas ou adotar novas práticas agrícolas, como apontado por Monteiro (2021), que descreve essa mudança como uma estratégia de adaptação para mitigar os efeitos adversos das mudanças climáticas.

Matope *et al.* (2020) mostraram que as famílias afetadas pelas secas no Zimbábue adotaram mudanças de comportamento tanto localmente quanto por meio da migração. Os agricultores em áreas subúmidas, em particular, recorreram à migração, com foco em encontrar pastagens para o gado durante os períodos de seca. Já aqueles que viviam em regiões semiáridas optaram por suplementar a alimentação do gado para compensar a falta de alimentos causada pelas secas (Matope *et al.*, 2020).

Gray e Mueller (2012), por exemplo, observaram que períodos de seca severa na Etiópia aumentam a probabilidade de migração por trabalho entre homens adultos, confirmando a mobilidade como uma resposta a eventos climáticos extremos. Esse efeito é ainda mais pronunciado para homens que vivem em domicílios sem posse de terra, o que sugere uma maior vulnerabilidade desse grupo devido à menor capacidade de adaptação às secas. Para as mulheres, entretanto, o estudo indicou que secas moderadas reduziram a mobilidade de curta distância e diminuíram as chances de casamento, resultando em uma situação de dificuldade para lidar com os custos da mobilidade e da formação de novas famílias (Gray; Mueller, 2012).

McLeman *et al.* (2021b) identificaram um padrão de migração predominantemente composto por homens de 30 a 35 anos que retornaram para as áreas atingidas pela seca em Dakota do Sul em 1976. O estudo também revela que a maioria dos agricultores respondeu à seca vendendo seus rebanhos e assumindo maiores dívidas. Os autores concluíram que a seca teve um impacto tardio nos padrões populacionais, já que foi apenas no início da década de 1980 que se observaram altas taxas de falências agrícolas, desemprego e declínio populacional nos municípios mais afetados pela seca de 1976 (McLeman *et al.*, 2021b).

Outro estudo, realizado no México, examinou a relação entre as percepções sobre secas, temperaturas e furacões, e as migrações, identificando um padrão de migração predominantemente masculina (Shinbrot *et al.*, 2019). Shinbrot *et al.* (2019) destacam ainda que a percepção dos agricultores sobre os riscos das altas temperaturas e secas pode ser crucial para determinar uma série de mudanças comportamentais, como a diversificação de culturas e a migração. No entanto, apenas uma pequena fração dessa população reagiu a esses eventos climáticos extremos migrando, tanto para áreas rurais (16%) quanto urbanas (11%), e as mudanças de comportamento estavam ligadas à posse de terra e de máquinas agrícolas (Shinbrot *et al.*, 2019). Esses achados corroboram as descobertas mais recentes de Debnath e Nayak (2022), que registraram um aumento na migração masculina em uma região da Índia afetada por secas.

Esses impactos na agricultura não se restringem apenas às áreas rurais, eles também influenciam a oferta e a demanda por serviços básicos tanto nas regiões de origem quanto nos destinos da migração. Com a diminuição da produtividade agrícola, as populações rurais podem ser obrigadas a se deslocar para áreas urbanas, o que aumenta a pressão sobre serviços essenciais, como saúde, educação e saneamento. Além disso, essa migração para áreas urbanas pode alterar a dinâmica socioeconômica, resultando em maior demanda por emprego e moradia, o que pode agravar problemas sociais, como desigualdade e segregação urbana (Oliveira; Pereda, 2020). Adicionalmente, há evidências de que choques climáticos estão associados à mobilidade nas áreas urbanas (De Longueville; Zhu; Henry, 2019), bem como à migração com o objetivo de diversificar o portfólio de capitais dos domicílios (Loebach, 2016).

De Longueville, Zhu e Henry (2019), ao utilizarem uma base de dados climáticos de 1970 a 1998, estimaram o impacto das mudanças de temperatura sobre a mobilidade em Burkina Faso. O estudo revelou que os choques climáticos aumentaram a mobilidade para áreas urbanas, mas reduziram a migração internacional e a mobilidade rural-rural (De Longueville; Zhu; Henry, 2019). Da mesma forma, Loebach (2016) encontrou resultados variados dependendo do tipo de mobilidade após o Furacão Mitch de 1998 na Nicarágua. O estudo indicou que a mobilidade relacionada a viagens de pequenos negócios diminuiu, enquanto a migração aumentou em resposta ao desastre. Além disso, o estudo sugeriu que o furacão estimulou um aumento na migração com o objetivo de diversificar o portfólio de capitais dos domicílios, mas reduziu a mobilidade associada a pequenos empreendimentos (Loebach, 2016).

Os impactos dos eventos climáticos extremos também se estendem às áreas urbanas. Sherbinin *et al.* (2008) destacam que a migração de áreas rurais para urbanas devido à degradação ambiental pode sobrecarregar os serviços públicos e ecossistêmicos nas cidades, exacerbando os desafios já existentes, como a falta de infraestrutura adequada, habitação precária e serviços de saúde insuficientes. Essa pressão adicional pode levar ao aumento da vulnerabilidade das populações urbanas, especialmente aquelas que já vivem em condições de pobreza.

Os eventos climáticos extremos são um fator importante na indução das migrações ambientais. Estudos de Gray e Bilsborrow (2013), Gray e Mueller (2012), e Hunter *et al.* (2014) mostram que desastres naturais podem acentuar as migrações, tanto internas quanto internacionais, ao criar condições de vida insustentáveis nas áreas afetadas. A migração é frequentemente usada como uma estratégia de sobrevivência, em que indivíduos e famílias buscam melhores condições de vida e oportunidades econômicas em outros locais.

No semiárido brasileiro, há um consenso sobre a relação entre emigração e mudanças ambientais, embora ainda existam lacunas no entendimento dessa dinâmica. A dificuldade de capturar, nas estatísticas oficiais, as várias formas de mobilidade e suas motivações complexas tem sido um obstáculo para a compreensão completa desses fluxos (Barbieri, 2011). Além disso, as condições socioeconômicas das regiões receptoras, combinadas com a falta de políticas de adaptação nas áreas de origem, desempenham um papel crucial nas decisões migratórias dos indivíduos, em conjunto com os fatores ambientais (Barbieri, 2011; Ojima, 2013).

As decisões de migração, conforme defendido por Hugo (1996), situam-se em um contínuo entre motivações puramente econômicas e movimentos forçados, característicos dos migrantes ambientais. No entanto, como Barbieri (2011) destaca, os “perfis puros” de migrantes são raros e difíceis de observar empiricamente. Em muitos casos, os migrantes acabam sendo mais vulneráveis do que a população local já estabelecida, embora a criação de redes sociais e a construção de capital social possam mitigar esses riscos e vulnerabilidades (Adger *et al.*, 2015; Black *et al.*, 2011).

Nesse aspecto, é fundamental promover um debate mais abrangente que incorpore tanto a vulnerabilidade às secas quanto as respostas adaptativas, considerando as implicações para as regiões receptoras. Assim, a mobilidade populacional e a urbanização em áreas do semiárido podem oferecer, apesar de algumas consequências negativas, alternativas para a redução da vulnerabilidade (Ojima, 2013; Vanwey; Guedes; D’antona, 2012). Além disso, a seca e outros fatores, como programas sociais e estratégias de sobrevivência, devem ser vistos como interligados e abordados de maneira integrada (Ribot, 1996; Sivakumar; Das; Brunini, 2005).

Ademais, a migração ambiental nem sempre é uma opção viável para todos. Como discutido por Correia e Ojima (2019), Findley (1994) e Henry, Schoumaker e Beauchemin (2004), condições de (i)mobilidade podem surgir. Isso ocorre, especialmente, quando os indivíduos não têm os recursos necessários para migrar, resultando em uma população presa em áreas de risco e exposta continuamente aos impactos dos desastres (Correia, 2024). Essa condição, na ausência de políticas adequadas, pode criar um ciclo vicioso de vulnerabilidade e pobreza, no qual a incapacidade de migrar perpetua a exposição aos riscos climáticos.

3 DADOS E MÉTODOS

Os dados analisados neste estudo provêm de uma pesquisa domiciliar urbana realizada em 2017, que reúne informações relacionadas às características demográficas e socioeconômicas da população, bem como a percepção sobre questões ambientais e a seca na região do Seridó Potiguar (Figura 1). Os dados são representativos para a área urbana da região. A pesquisa de campo é resultante do projeto “Vulnerabilidade e Adaptação no Nordeste Brasileiro: perspectivas locais e regionais sobre a urbanização no Seridó Potiguar”, com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e financiamento da Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede Clima).

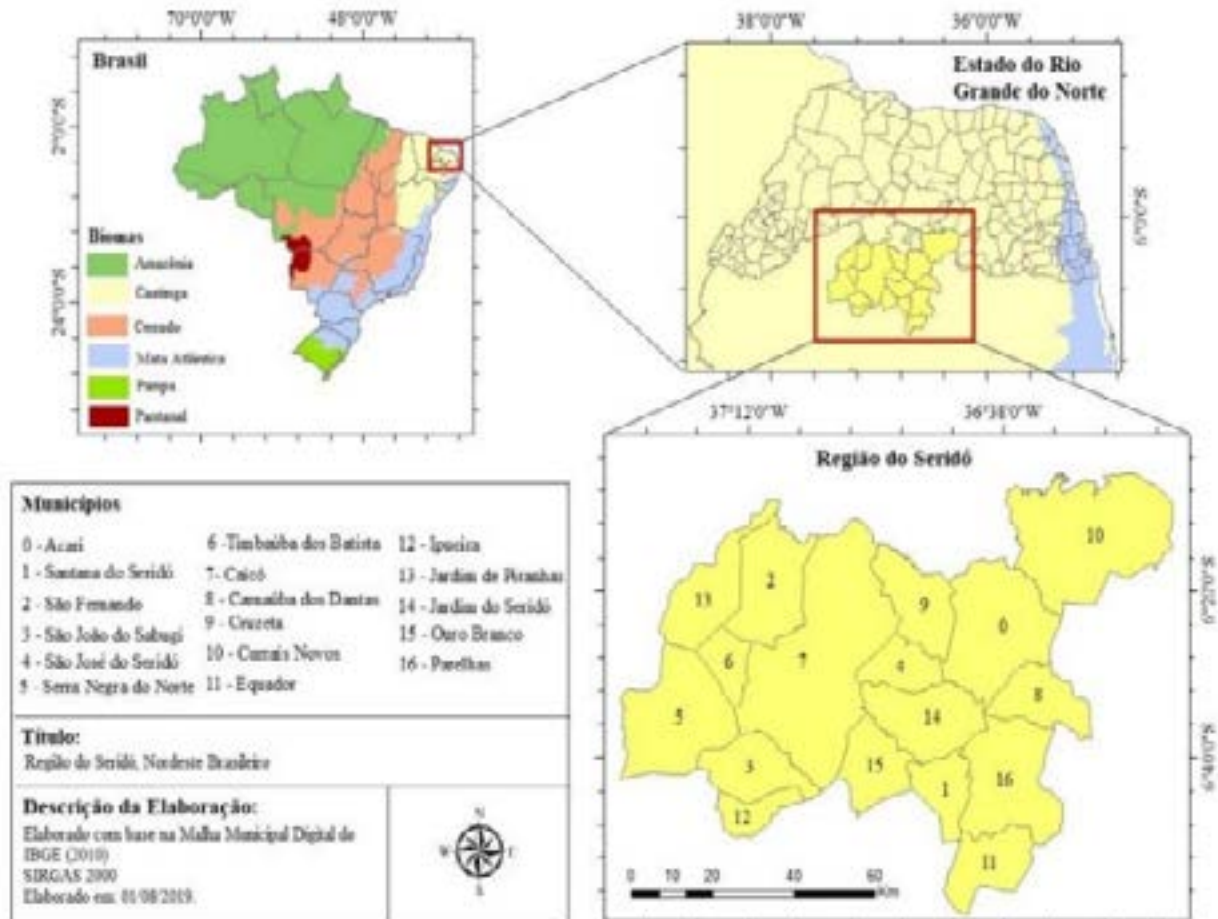


Figura 1 – Localização dos municípios do Seridó Potiguar, Rio Grande do Norte (Brasil)

Fonte: Elaborada com base na Malha Municipal Digital, IBGE (2010).

A pesquisa utilizou uma amostra probabilística de 1.064 domicílios representativa da população urbana do Seridó Potiguar. O trabalho de campo ocorreu entre janeiro e fevereiro de 2017, com a ajuda de seis bolsistas do DTI-C do CNPq e dois voluntários, incluindo o autor da tese. Os questionários foram aplicados em três semanas, com duração média de 35 minutos por domicílio.

A amostra foi selecionada em três etapas: (1) sorteio aleatório dos municípios, proporcional ao número de setores urbanos; (2) escolha aleatória dos setores censitários, com 20% dos setores urbanos de cada município; (3) amostragem estratificada com dois estratos baseados na renda: estrato 1 (renda até R\$ 300,00) e estrato 2 (renda acima de R\$ 300,00) (Correia, 2018). O número de domicílios por setor variou entre 25 e 30, com base na densidade do setor, e o intervalo entre os domicílios foi ajustado para

garantir a cobertura. Em casos de recusa, o questionário foi aplicado no domicílio vizinho, alternando aleatoriamente para a esquerda ou para a direita (Correia; Ojima; Barbieri, 2020).

A amostra de 2017 teve 3.554 indivíduos, com uma média de 3,34 moradores por domicílio. Para calibrar os pesos da amostra, utilizou-se a projeção de 193.448 habitantes urbanos para o Seridó, o que resultou em uma estimativa de 59.268 domicílios urbanos (193.448/3,34).

No que diz respeito ao conceito de migrante, adotou-se o critério de data fixa, ou seja, considera-se migrantes aqueles que, há cinco anos, não residiam no município onde moravam na data da coleta dos dados (Baptista; Campos; Rigotti, 2017). Assim, são definidas as categorias:

1. Não migrante: indivíduo que nasceu e sempre morou no município de residência atual, incluído no Seridó Potiguar.
2. Migrante: indivíduo que residia, em uma data fixa (31/07/2010), fora do Seridó Potiguar, mas na data da pesquisa, residia em um município do Seridó Potiguar. Como a pesquisa foi realizada durante o mês de janeiro de 2017, os migrantes captados segundo esse quesito correspondem a indivíduos que efetuaram algum movimento migratório, mesmo que temporário, entre a data fixa e a coleta dos dados.

Estimou-se um modelo de regressão logística binária para analisar os fatores associados à migração no Seridó Potiguar, que é apropriado devido à natureza binária da variável resposta, que indica se o indivíduo migrou ou não de um município do Seridó Potiguar (1 = migrou, 0 = não migrou) no período da seca de 2011-2016. Assim, a regressão logística binária é utilizada para modelar a probabilidade de um indivíduo pertencer ao grupo de migrantes. Uma vez que a variável dependente segue uma distribuição dada mediante a expressão $Y_i = 1$, caso $P(Y_i = 1)$ seja igual ao evento acontecer a migração (π_i) ou $Y_i = 0$ para quando ($Y_i = 0$) o indivíduo for não migrante ($1 - \pi_i$), temos que:

$$E(Y_i) = \pi_i = \frac{1}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_n X_{ni})} \quad (4.1)$$

A condição apresentada pela equação (4.1) representa a probabilidade de que a combinação dos pares observados, $\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_n X_{ni}$, favoreça a ocorrência da migração. Dessa forma, $E(Y_i)$ indica a chance da i -ésima pessoa ter realizado a migração, e X_{zi} , com z variando de 1 a n , é o total de variáveis explicativas observadas no modelo. Assim, ao aplicar a transformação logística, obtemos:

$$\text{logit}(\pi_i) = \log\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_n X_{ni} \quad (4.2)$$

Na equação (4.2), a variável dependente é o logaritmo natural das razões de chances, que estima quantas vezes a probabilidade de ocorrer a migração é maior em relação à probabilidade de não ocorrer. A análise de razão de chances é mais comum em casos que envolvem variáveis binárias ou dicotômicas, como é o caso deste estudo.

X_{ni} são as variáveis independentes, que incluem características socioeconômicas, demográficas e percepção da seca, a saber: sexo (masculino, feminino), idade (15-19, 20-24, ..., 80+), estado conjugal (ao menos uma vez unido, em união e nunca unido), recebimento de benefício social do governo (não e sim), ramo de atividade do trabalho principal (agrícola e não agrícola), percepção sobre o maior problema ambiental da cidade (seca e outros) e se alguém no domicílio teve algum problema de saúde relacionado à falta de água (sim e não).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam variações nas proporções de migração segundo diferentes características socioeconômicas, demográficas e ambientais na região do Seridó Potiguar em 2010/2016, um período que corresponde a uma das maiores secas já vivenciadas em todo o semiárido brasileiro. Embora as mulheres representem a maioria dos migrantes (76,9%) e dos não migrantes (79,3%), os homens apresentam uma maior proporção relativa de migração (23,1%) em comparação às mulheres (20,7%). Esse padrão pode refletir a maior mobilidade masculina, alinhada à literatura que sugere que as mulheres, devido a responsabilidades familiares e barreiras econômicas, tendem a migrar menos. No entanto, como a porcentagem de mulheres migrantes ainda é significativa, isso sugere uma dinâmica complexa na região, possivelmente relacionada ao impacto da seca nas atividades econômicas e no papel das mulheres dentro das famílias (Correia; Barbieri, 2019).

Tabela 1 – Seridó Potiguar: distribuição dos indivíduos segundo a condição de migração (2010/2016) e as características selecionadas..

Característica	Migrante		Não migrante	
	Abs.	%	Abs.	%
Sexo				
Masculino	8,474	23.1	4,675	20.7
Feminino	28,187	76.9	17,932	79.3
Estado conjugal				
Ao menos uma vez unido	8,724	23.8	4,987	22.2
Em união	20,354	55.5	11,329	50.3
Nunca unido	7,583	20.7	6,195	27.5
Gr. Etário				
15-19	1,228	3.4	1,086	4.8
20-24	1,637	4.5	2,004	8.9
25-29	2,757	7.5	1,718	7.6
30-34	3,15	8.6	2,146	9.5
35-39	4,285	11.7	2,514	11.1
40-44	4,874	13.3	1,749	7.7
45-49	3,686	10.1	1,591	7.0
50-54	2,428	6.6	3,16	14.0
55-59	2,554	7.0	1,73	7.7
60-64	3,071	8.4	938	4.1
65-69	3,426	9.4	1,541	6.8
70-74	944	2.6	1,144	5.1
75-79	1,25	3.4	609	2.7
80+	1,348	3.7	675	3.0
Recebe benefício social?				
Não	67,363	84.3	47,488	83.2
Sim	12,526	15.7	9,587	16.8
Ramo da atividade do trabalho principal				
Agrícola	4,004	3.6	4,378	5.2
Não Agrícola	105,949	96.4	79,117	94.8

Característica	Migrante		Não migrante	
	Abs.	%	Abs.	%
Maior problema ambiental da cidade				
Outros	9,216	25.1	7,513	33.3
Seca	27,445	74.9	15,064	66.7
Alguém no domicílio teve problema de saúde relacionado à falta de água?				
Não	35,833	97.8	22,017	97.7
Sim	795	2.2	528	2.3

Fonte: Survey Seridó Potiguar 2017.

Outro aspecto interessante é a relação entre o estado conjugal e a migração. Os indivíduos em união têm uma maior proporção de migrantes (55,5%) em relação aos não migrantes (50,3%), sugerindo que a migração pode ser uma estratégia familiar para enfrentar as dificuldades socioeconômicas da região, especialmente aquelas relacionadas à seca. Indivíduos que nunca estiveram unidos têm menor participação no grupo de migrantes (20,7%) em comparação aos não migrantes (27,5%), o que pode indicar que pessoas solteiras ou sem vínculos familiares podem encontrar mais dificuldades para migrar, ou podem optar por permanecer em suas comunidades de origem. Esses dados reforçam a ideia de que a migração pode ser frequentemente uma decisão coletiva e familiar, especialmente em contextos de vulnerabilidade econômica, enfatizando a hipótese da migração como uma estratégia de diversificação dos meios de subsistência dos domicílios afetados pelas secas (Sherbinin *et al.*, 2008).

A seca se destaca como o principal problema ambiental associado à migração, uma vez que, entre os migrantes, 74,9% identificaram a seca como o maior problema ambiental de suas cidades, enquanto entre os não migrantes essa proporção foi de 66,7%. Embora a percepção de que a seca seja o maior problema da cidade não implique que essa é a razão da migração, isso evidencia o papel crítico que a seca pode ter como um fator impulsionador da migração no Seridó Potiguar, já que os indivíduos afetados pela escassez hídrica tendem a buscar melhores condições de vida em outras localidades, conforme apontado na literatura sobre migrações como estratégia de adaptação (De Longueville; Zhu; Henry, 2019; Findley, 1994; Gray; Mueller, 2012).

Além disso, a incidência de problemas de saúde relacionados à falta de água, embora seja relativamente baixa (2,2% entre migrantes e 2,3% entre não migrantes), também pode ser um fator agravante para a decisão de migrar, especialmente em famílias que enfrentam dificuldades adicionais causadas pelas condições ambientais.

A análise da Tabela 2 apresenta estimativas da Razão de Chance (OR) de migração no Seridó Potiguar entre 2010 e 2016, considerando diferentes características demográficas e socioeconômicas. Esses resultados permitem traçar paralelos com a literatura existente, especialmente em relação às interseções entre sexo, idade, ramo de atividade e fatores ambientais, como a seca. Primeiramente, observa-se que as mulheres têm menor probabilidade de migrar em comparação aos homens (OR=0,723, IC 95%: 0,687-0,761, $p < 0,001$). Esse achado está alinhado com estudos de Gray e Mueller (2012), que sugerem que mulheres, especialmente em domicílios vulneráveis, enfrentam maiores restrições econômicas e sociais para migrar. Fatores como responsabilidades com os cuidados familiares e a falta de recursos financeiros, apontados por Correia e Ojima (2019), reforçam o conceito de (i)mobilidades, em que a mobilidade feminina é limitada.

Tabela 2 – Seridó Potiguar: distribution of individuals according to migration status (2010/2016) and selected characteristics.

Característica	OR	95% C.I.		p-valor	Signif.	OR	95% C.I.		p-valor	Signif.
		Inf.	Sup.				Inf.	Sup.		
Sexo										
Masculino	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Feminino	0,723	0,687	0,761	0,000		0,737	0,700	0,775	0,0	***
Estado conjugal										
Ao menos uma vez unido	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Em união	1.111	1.054	1.172	0	***	1.114	1.056	1.174	0	***
Nunca unido	740	694	789	0	***	745	698	794	0	***
Gr. Etário										
15-19	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	
20-24	730	643	828	0	***	679	599	771	0	
25-29	1.568	1.387	1.772	0	***	1.525	1.350	1.724	0	
30-34	1.229	1.087	1.389	1	***	1.183	1.046	1.336	7	
35-39	1.276	1.133	1.437	0	***	1.258	1.118	1.416	0	***
40-44	2.362	2.090	2.670	0	***	2.346	2.076	2.651	0	***
45-49	2.618	2.304	2.975	0	***	2.476	2.180	2.813	0	***
50-54	723	640	816	0	***	686	607	774	0	***
55-59	1.729	1.521	1.967	0	***	1.715	1.509	1.950	0	***
60-64	3.037	2.656	3.473	0	***	3.067	2.683	3.505	0	***
65-69	2.561	2.243	2.924	0	***	2.601	2.279	2.968	0	***
70-74	1.102	953	1.274	189		1.094	947	1.264	224	
75-79	1.695	1.460	1.969	0	***	1.687	1.453	1.959	0	***
80+	1.832	1.575	2.130	0	***	1.641	1.413	1.907	0	***
Recebe benefício social?										
Não	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Sim	964	922	1.009	117		964	921	1.009	113	
Ramo da atividade do trabalho principal										
Agrícola	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Não Agrícola	1.131	1.035	1.235	6	***	1.136	1.040	1.240	5	***
Maior problema ambiental da cidade										
Outros	ref.	ref.	ref.	ref.	ref.					
Seca	1.241	1.186	1.298	0	***					
Alguém no domicílio teve problema de saúde relacionado à falta de água?										
Não						ref.	ref.	ref.	ref.	ref.
Sim						2.782	2.304	3.359	0	***

Característica	OR	95% C.I.		p-valor	Signif.	OR	95% C.I.		p-valor	Signif.
		Inf.	Sup.				Inf.	Sup.		
	R ² Cox & Snell	R ²	Nagelkerke			R ² Cox & Snell	R ²	Nagelkerke		
	57	0.078				0.058	0.079			
	AIC	Num. obs =				AIC	Num. obs			
	61,188.2	860				61,116.4	= 859			

Signif. codes: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1.

Fonte: Survey Seridó Potiguar 2017

No que diz respeito ao estado conjugal, os indivíduos em união apresentam uma maior probabilidade de migrar (OR=1,111, IC 95%: 1,054-1,172, p<0,001) em comparação àqueles que já estiveram unidos ou que nunca se uniram. Esse resultado sugere que a migração, em alguns casos, pode ser uma estratégia familiar coordenada, em que as decisões de deslocamento são tomadas em conjunto em busca de melhores condições de vida. A literatura, como apontado por Khan *et al.* (2005), ressalta que famílias migram principalmente em resposta a ameaças à segurança alimentar e econômica, especialmente em contextos de seca.

A relação entre idade e migração também revela resultados interessantes. Indivíduos mais jovens, entre 20 e 24 anos, apresentam menor probabilidade de migrar (OR=0,730, IC 95%: 0,643-0,828, p<0,001), enquanto as chances aumentam para aqueles na faixa etária de 25 a 29 anos (OR=1,568, IC 95%: 1,387-1,772, p<0,001), atingindo um pico entre os indivíduos de 60 a 64 anos (OR=3,037, IC 95%: 2,656-3,473, p<0,001). Contudo, sendo que o referencial temporal da migração é 2010/2016, o indivíduo pode ter efetuado a migração em qualquer momento entre 2010 e 2016. De todo modo, os indivíduos que tinham 20 anos de idade no momento da entrevista, mas que porventura migraram no ano de 2011, tinham apenas 14 anos de idade quando migraram. Esse achado contraria a suposição de que os jovens adultos são os mais propensos a migrar, como discutido por Vidal-Macua *et al.* (2018), que associam a migração jovem à busca por emprego. No contexto do Seridó Potiguar, a migração em idades mais avançadas pode estar relacionada à busca por melhores condições de vida ou serviços de saúde, refletindo os impactos cumulativos da seca.

No que tange ao recebimento de benefícios sociais, o fato de recebê-los não se mostrou significativo para a migração (OR=0,964, IC 95%: 0,922-1,009, p=0,117). Enquanto alguns estudos indicam que programas de assistência social podem reduzir a necessidade de migração, no Seridó Potiguar esses benefícios parecem não ser um fator determinante para a mobilidade populacional. Isso corrobora as conclusões de Oliveira e Pereda (2020), que indicam que, em muitos casos, os benefícios sociais podem ser insuficientes para compensar as perdas econômicas provocadas pela seca.

Aqueles que trabalham em setores não agrícolas têm uma probabilidade significativamente maior de migrar (OR=1,131, IC 95%: 1,035-1,235, p=0,006). Esse dado sugere que, embora o setor agrícola possa ser o mais impactado pela seca, as pessoas que atuam fora da agricultura podem ter mais facilidade em migrar em busca de novas oportunidades. Shinbrot *et al.* (2019) ressaltam que a migração é mais comum entre populações com renda diversificada e empregos não vinculados diretamente à agricultura.

Por fim, a seca emerge como um fator ambiental fortemente associado à migração, com uma OR de 1,241 (IC 95%: 1,186-1,298, p<0,001). Além disso, a presença de problemas de saúde relacionados à falta de água no domicílio quase triplica a chance de migração (OR=2,782, IC 95%: 2,304-3,359, p<0,001). Esses resultados estão em consonância com a literatura, que destaca a migração como uma estratégia de adaptação a condições ambientais adversas. Sherbinin *et al.* (2008) discutem como a migração induzida por problemas ambientais, como a seca, pode sobrecarregar áreas urbanas receptoras, e Monteiro (2021) observa como a saúde das populações rurais é diretamente impactada pela escassez de água, levando à migração em busca de melhores condições de vida.

Esses resultados fornecem evidências de que a migração no Seridó Potiguar entre 2010 e 2016 está associada a fatores demográficos, socioeconômicos e ambientais. O impacto da seca é apontado como um dos aspectos relacionados à essa migração, corroborando os achados da literatura sobre migração ambiental induzida pelas mudanças climáticas. Além disso, a menor propensão à migração entre as mulheres e as camadas mais jovens sugere uma vulnerabilidade específica que requer políticas públicas voltadas para a mobilidade e adaptação climática.

Essa dinâmica foi discutida por autores como Black *et al.* (2011), que argumentam que a vulnerabilidade percebida é um fator-chave para a mobilidade em resposta a choques ambientais, especialmente entre populações rurais e agrícolas. A vulnerabilidade ao impacto direto da seca sobre os meios de subsistência agrícolas pode explicar essa diferença.

Estudos como o de Gray e Bilsborrow (2013) também apontam para o papel crítico da percepção e da vulnerabilidade no processo de migração. Em contextos em que os agricultores enfrentam perda de renda e produtividade devido à seca, como visto por Khan *et al.* (2005) no Ceará, a migração torna-se uma estratégia de sobrevivência. De maneira semelhante, Hunter *et al.* (2014) argumentam que a saída de trabalhadores agrícolas pode estar diretamente relacionada ao declínio da capacidade de manter atividades produtivas em áreas severamente impactadas por secas.

Portanto, os resultados desta análise reforçam a ideia de que a migração em resposta à seca é um fenômeno multicausal, dependente da combinação entre características socioeconômicas e percepções individuais sobre o ambiente. Isso está em consonância com a literatura existente, que demonstra que a combinação de fatores, como ocupação, percepção da seca e outras variáveis socioeconômicas são fundamentais para entender as decisões de migração (Henry *et al.*, 2004; Loebach, 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão das migrações ambientais é essencial para a formulação de políticas que integrem tanto as estratégias de adaptação às mudanças climáticas e eventos climáticos extremos quanto as dinâmicas migratórias internas das regiões afetadas. Os resultados deste estudo indicam que a migração pode ser influenciada por diversos fatores, como o tipo de ocupação, o sexo, além da percepção individual da seca. Isso revela que a decisão de migrar é um processo multifacetado, envolvendo uma combinação complexa de fatores socioeconômicos e percepções sobre o ambiente.

No cenário de mudanças climáticas globais, prevê-se que os períodos de seca se tornem mais severos e frequentes. Os últimos anos, desde as secas persistentes no semiárido brasileiro e, mais recentemente, na Amazônia, além das fortes chuvas que resultaram em enchentes em 2021 no sul da Bahia e no norte de Minas Gerais, assim como no estado do Rio Grande do Sul em 2024, reforçam a urgência de compreender as dinâmicas de mobilidade e imobilidade em cenários de vulnerabilidade. As evidências apresentadas neste estudo oferecem uma base importante para embasar novos estudos, com foco em cenários futuros e questões regionais específicas. Entender como os domicílios ajustam seus comportamentos diante das secas e dos desastres ambientais de um modo geral é fundamental para o desenvolvimento de intervenções eficazes que abordem esse fenômeno de forma integrada. Assim, este trabalho pode ser complementado por futuras pesquisas que contribuam para o desenvolvimento de uma agenda consolidada sobre a Demografia das Secas, aspectos socioeconômicos das mudanças climáticas e dos desastres naturais no Brasil.

Nesse contexto, as implicações para as políticas públicas são significativas. Uma dessas implicações é que as respostas potenciais à seca, como a migração, devem ser consideradas no planejamento para garantir o acesso a serviços básicos, como saúde e educação, em áreas cada vez mais urbanizadas. Por exemplo, se o acesso à educação influencia diretamente as decisões migratórias, políticas que ampliem a oferta de vagas no ensino superior podem desempenhar um papel crucial não só na

adaptação à seca, mas também no fortalecimento do capital humano da região. Isso, por sua vez, pode gerar retornos econômicos positivos tanto para os indivíduos quanto para o crescimento econômico regional e nacional.

Contudo, a migração só pode ser vista como uma estratégia de adaptação efetiva se contribuir para a melhoria significativa das condições de vida da população afetada. Além disso, é fundamental garantir que essas respostas estejam disponíveis para um espectro amplo da população impactada pelas secas, promovendo uma adaptação mais equitativa e inclusiva. Do contrário, a seca pode gerar (i)mobilidades, cujos grupos mais vulneráveis, como os mais pobres, os menos escolarizados e aqueles com menores redes de apoio, que não possuem os recursos necessários para migrar, acabam presos em áreas de maior vulnerabilidade. Nesses casos, a imobilidade pode resultar em uma exposição prolongada aos impactos negativos da seca, como insegurança alimentar, desemprego e precarização das condições de vida.

REFERÊNCIAS

ADGER, W. N. *et al.* Focus on environmental risks and migration: causes and consequences. **Environ. Res. Lett.**, v. 10, n. 1, 060201, 2015.

BAPTISTA, E. A.; CAMPOS, J.; RIGOTTI, J. I. R. Migração de retorno no Brasil. **Mercator**, v. 16, e16010, 2017.

BARBIERI, A. F. *et al.* Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050. **Popul. Environ.**, v. 31, p. 344-370, 2010.

BARBIERI, A. F. Mudanças climáticas, mobilidade populacional e cenários de vulnerabilidade para o Brasil. REMHU, **Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 36, p. 95-112, 2011.

BARBIERI, A. F. *et al.* Population mobility and adaptation to droughts in the Brazilian semi-arid. In: Meeting of Population Association of American (PAA). **Annals [...]** Austin, Texas: PAA, 2019. v. 1, p. 1-15.

BLACK, R. *et al.* Migration as adaptation. **Nature**, v. 478, n. 7370, p. 447-449, 2011.

CASTLES, S.; OZKUL, D. Circular migration: triple win, or a new label for temporary migration. In: BATTISTELLA, G. (Ed.), **Global and Asian perspectives on international migration** (Global Migration Issues 4) (p. 27-49). Springer, 2020.

CORREIA, I. A. **Vulnerabilidade e adaptação no Seridó Potiguar: a (i)mobilidade e estratégias domiciliares**. 124f. Dissertação (Mestrado em Demografia) –Departamento de Demografia e Ciências Atuariais – DDCA/UFRN. Natal/RN: UFRN, 2018.

CORREIA, I. A. Andando pelos sertões: intenções de mobilidade em áreas urbanas diante das secas no Seridó Potiguar. REMHU, **Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 26, n. 62, p. 133-150, 2021.

CORREIA, I. A. Desastres e migração ambiental no semiárido brasileiro. **Informe GEPEC**, v. 28, n. 2, p. 537-559, 2024.

CORREIA, I. A.; BARBIERI, A. F. Vulnerabilidade à seca e (i)mobilidade no Nordeste brasileiro: partir ou resistir? **Sustentabilidade em Debate**, v. 10, n. 2, p. 125-141, 2019.

CORREIA, I. A.; OJIMA, R. Migração e (i)mobilidade no Nordeste brasileiro: adaptação para quem? **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 5, p. 138-151, 2019.

CORREIA, I. A.; OJIMA, R.; BARBIERI, A. F. Emigração e transferências monetárias como estratégias de adaptação às secas no Seridó Potiguar. REMHU, **Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 28, n. 59, p. 177-197, 2020.

DEBNATH, M.; NAYAK, D. K. Rural out-migration as a coping strategy in the drought-prone areas of Rarh region of Eastern India. **Int. Migr.**, v. 60, n. 3, p. 209-227, 2022.

De LONGUEVILLE, F.; ZHU, Y.; HENRY, S. Direct and indirect impacts of environmental factors on migration in Burkina Faso: application of structural equation modelling. **Popul. Environ.**, v. 40, n. 4, p. 456-479, 2019.

El HINNAWI, E. **Environmental refugees**. UNEP (Nairobi), 1985.

FINDLEY, S. Does drought increase migration? A study of migration from rural Mali during the 1983–1985 drought. **Int. Migr. Rev.**, v. 28, n. 3, p. 539-553, 1994.

FORESIGHT. **Migration and Global Environmental Change**. Final Project Report London: The Government Office for Science, 2011. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf. Access: 10 out. 2024.

FUSCO, W.; DUARTE, R. Regiões metropolitanas do Nordeste: origens, destinos e retorno dos migrantes. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE MIGRAÇÕES, 17, 2010, Caxambu. **Annals [...]** Caxambu/MG: ABEP, 2010.

GEMENNE, F.; BLOCHER, J. How can migration serve adaptation to climate change? Challenges to fleshing out a policy ideal. **The Geographical Journal**, v. 183, n. 4, p. 336–347, 2017.

GORI MAIA, A.; SCHONS, S. Z. The effect of environmental change on out-migration in the Brazilian Amazon rainforest. **Popul. Environ.**, v. 42, p. 183–218, 2020.

GRAY, C.; BILSBORROW, R. Environmental influences on human migration in rural Ecuador. **Demography**, v. 50, p. 1217-1241, 2013.

GRAY, C.; MUELLER, V. Drought and population mobility in rural Ethiopia. **World Dev.**, v. 40, n. 1, p. 134-145, 2012.

HAUER, M. E.; EVANS, J. M.; MISHRA, D. R. Millions projected to be at risk from sea-level rise in the continental United States. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 7, p. 691–695, 2016.

HENRY, S.; SCHOUMAKER, B.; BEAUCHEMIN, C. The impact of rainfall on the first outmigration: a multi-level event-history analysis in Burkina Faso. **Popul. Environ.**, v. 25, n. 5, p. 423-460, 2004.

HORTON, R. M. *et al.* Assessing human habitability and migration. **Science**, v. 372, n. 6548, p. 1279–1283, 2021.

HUGO, G. Environmental Concerns and International Migration. **Int. Migr. Rev.**, v. 30, n. 1, p. 105-31, 1996.

HUNTER, L. M. *et al.* Rural out-migration, natural capital, and livelihoods in South Africa. **Popul. Space Place**, v. 20, n. 5, p. 402-420, 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fifth Assessment Report (AR5)**. Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional Aspects. Chapter 24: Asia, p.1355, 2014.

KHAN, A. S. *et al.* Efeito da seca sobre a produção, a renda e o emprego agrícola na microrregião geográfica de Brejo Santo e no estado do Ceará. **Rev. Econ. NE**, v. 36, n. 2, p. 242-262, 2005.

KOUBI, V.; STOLL, S.; SPILKER, G. Perceptions of environmental change and migration decisions. **Climatic Change**, v. 138, p. 439-451, 2016.

LOEBACH, P. Household migration as a livelihood adaptation in response to a natural disaster: Nicaragua and Hurricane Mitch. **Popul. Environ.**, v. 38, n. 2, p. 185-206, 2016.

LOPES, K. S. C.; MYRRHA, L. J. D.; QUEIROZ, S. N. Diferenciais de gênero ao acesso à água na zona urbana do Seridó Potiguar – RN. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 55, p. 75-98, 2020.

MARENGO, J.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 4, p. 49-54, 2016.

MATOPE, A. *et al.* Mitigating the effects of drought on cattle production in communal rangelands of Zimbabwe. **Trop. Anim. Health Prod.**, v. 52, n. 1, p. 321-330, 2020.

McLEMAN, R. *et al.* Conceptual framing to link climate risk assessments and climate-migration scholarship. **Climatic Change**, v. 165, n. 1-2, p. 1–7, 2021a.

McLEMAN, R. *et al.* Population responses to the 1976 South Dakota drought: insights for wider drought migration research. **Popul. Space Place**, v. 28, n. 2, e2465, p. n/a, 2021b.

MEYER, N. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: biological sciences**, v. 357, n. 1420, p. 609–613, 2002.

MONTEIRO, G. F. **Migration and Crop Change**: evidence from Brazil using a spatial equilibrium model. 58p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2021.

OJIMA, R.; COSTA, J. V.; CALIXTA, R. K. Minha vida é andar por esse país...: a emigração recente no semiárido setentrional, políticas sociais e meio ambiente. **REMHU, Rev. Interdiscip. Mobil. Hum.**, v. 43, p. 149-167, 2014.

OJIMA, R. Urbanização, dinâmica migratória e sustentabilidade no semiárido nordestino: o papel das cidades no processo de adaptação ambiental. **Cad. Metrop.**, v. 15, n. 29, p. 35-54, 2013.

OLIVEIRA, J.; PEREDA, P. The impact of climate change on internal migration in Brazil. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 103, p. 102340, 2020.

PIGUET, E. **Migration and climate change**. Cambridge University Press, 2011.

RIBOT, J. C. Introduction. Climate variability, climate change and vulnerability: moving forward by looking back. In: RIBOT, J. C.; MAGALHÃES, A. R.; PANAGIDES, S. S. (Comps.). **Climate variability, climate change and social vulnerability in the semi-arid tropics**. Reino Unido e Nova Iorque: Cambridge University Press, 1996. p. 1-13.

SAKDAPOLRAK, P.; STERLY, H. **Building Climate Resilience through Migration in Thailand**. Migration Information Source, 2020. Available at: www.migrationpolicy.org/article/building-climate-resilience-through-migration-thailand. Acess: 15 nov. 2024.

SAKDAPOLRAK, P. *et al.* Translocal social resilience dimensions of migration as adaptation to environmental change. **PNAS**, v. 121, n. 3, e2206185120, 2024.

SHERBININ, A. *et al.* Rural households, livelihoods and the environment. **Glob. Environ. Change**, v. 18, n. 1, p. 38-53, 2008.

SHINBROT, X. A. *et al.* Smallholder farmer adoption of climate-related adaptation strategies: the importance of vulnerability context, livelihood assets, and climate perceptions. **Environ Manage**, v. 63, n. 5, p. 583-595, 2019.

SIVAKUMAR, M. V. K.; DAS, H. P.; BRUNINI, O. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. **Climatic Change**, v. 70, n. 1, p. 31-72, 2005.

VANWEY, L. K.; GUEDES, G. R.; D'ANTONA, A. O. Out-migration and land-use change in agricultural frontiers: insights from Altamira settlement project. **Popul. Environ.**, v. 34, n. 1, p. 44-68, 2012.

VIDAL-MACUA, J. J. *et al.* Environmental and socioeconomic factors of abandonment of rainfed and irrigated crops in northeast Spain. **Appl. Geogr.**, v. 90, p. 155-174, 2018.

VINKE, K. *et al.* Migration as adaptation? **Migration Studies**, v. 8, n. 4, p. 626–634, 2020.

WARNER, K. Human migration and displacement in the context of adaptation to climate change: the Cancun adaptation framework and potential for future action. **Environment and Planning C: government and policy**, v. 30, n. 6, p. 1061–1077, 2012.

Gold rush in West Africa: ecological and health impacts in the Bougouriba River sub-basin, Burkina Faso

Corrida do ouro na África Ocidental: impactos ecológicos e na saúde na sub-bacia do Rio Bougouriba, Burkina Faso

Assonsi Soma ¹

¹ PhD in Geography, Senior Lecturer, Department of Geography, Joseph KI-ZERBO University, Ouagadougou, Burkina Faso
E-mail: somaas78@yahoo.fr

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55729

Received: 16/09/2024
Accepted: 02/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

In a context where artisanal gold mining is expanding rapidly in West Africa, particularly in Burkina Faso, the debate focuses on the positive and negative impacts of this activity on the environment and human beings. This article analyses the environmental changes, the ecological crisis, and the impacts on human health caused by gold panning in the Bougouriba River catchment area in the southwest of the country. To achieve this, a methodology was adopted that combined the collection, processing, and geospatial analysis of data collected from 100 people chosen at random from the various gold panning sites. The results show that the tools and chemicals used by gold miners cause almost irreversible damage to natural resources and create a risk of disease for the miners themselves, people living in the surrounding villages, and animals. Despite the perceptible harmful effects, gold panning is seen as a 'necessary evil' in this basin. The study suggests that the sector needs to be better supervised to reduce the negative impact on the environment and the health of gold miners and neighbouring communities.

Keywords: Gold rush. Bougouriba River sub-basin. Ecological crisis. Environmental health impacts.

RESUMO

Num contexto em que a extração artesanal de ouro se expande rapidamente na África Ocidental, e particularmente em Burkina Faso, o debate centra-se nos impactos positivos e negativos dessa atividade no ambiente e nos seres humanos. Este artigo analisa as alterações ambientais, a crise ecológica e os impactos na saúde humana causados pela extração de ouro na bacia hidrográfica do Rio Bougouriba, no sudoeste do país. Para tal, foi adotada uma metodologia que combinou a coleta, o tratamento e a análise geoespacial de dados de 100 pessoas escolhidas aleatoriamente nos vários locais de garimpo. Os resultados mostram que as ferramentas e os produtos químicos utilizados pelos garimpeiros causam danos quase irreversíveis aos recursos naturais e criam riscos de doenças para os próprios garimpeiros, para as pessoas que vivem nas aldeias vizinhas e para os animais. Apesar dos efeitos nocivos perceptíveis, a garimpagem de ouro é vista como um "mal necessário" nessa bacia. O estudo sugere que o setor deve ser mais bem supervisionado, a fim de reduzir o impacto negativo no ambiente e na saúde dos mineiros e das comunidades vizinhas

Palavras-chave: Corrida ao ouro. Sub-bacia do Rio Bougouriba. Crise ecológica. Impactos na saúde ambiental.

1 INTRODUCTION

In different parts of the world, gold mining activity plays a great role in enhancing livelihoods (Mencho, 2022; Ontoyin; Agyemang, 2014). According to this author, it is estimated that thirteen million households were directly involved in mining operations around the world. Casso-Hartmann *et al.* (2022) and Vergara-Murillo *et al.* (2022) note that artisanal and small-scale gold mining (ASGM) directly and indirectly employs more than 100 million people in over 70 countries around the world. An estimated 10–15 million people work directly on ASGM activities worldwide, out of which 4–5 million are women and children. Macro-scale mining operations provide sources of employment, income, and foreign currency (Mencho, 2022). This is due to the increasing consumption of gold, as well as other mining raw materials throughout the globe (Mencho, 2022). Even though, mining stimulates vital economic growth and development, unattainable mining operations can harm the environment. However illegal mining activities blatantly violate international laws (Basta *et al.*, 2023; McMillen, 2024). According to Casso-Hartmann (2022), South America is the largest emitter of mercury pollution from ASGM (53 %), followed by East and Southeast Asia (36 %) and Sub-Saharan Africa (8 %).

In West African countries, mining, whether industrial or artisanal, has been booming since the cost of gold rose in the early 2000s. In this part of the continent, gold mining is practised in two forms: the first, which is older, is artisanal and practised by local people, while the second, which is more modern and recent, is industrial or semi-industrial and practised by large foreign mining companies (Kiemtoré, 2012). Although the Sahelian zone experienced a boom in mining just after Western colonization in 1960, it was the great droughts of the 1970s that forced people looking for alternatives to survive to mine the riverbeds and gradually dig tunnels in search of gold (Soma *et al.*, 2021). In rural areas, artisanal gold mining is now an inescapable reality and a source of income on par with agriculture and livestock farming (Affessi *et al.*, 2016). According to these authors, the actions of gold miners, in their quest for well-being, are undoubtedly causing social and territorial changes with harmful environmental consequences.

In Burkina Faso, several analyses have been carried out in recent years on the actual contribution of gold panning to gold production in general. According to Kiemtoré (2012), artisanal gold mining began between the 15th and 18th centuries. However, it was from the 2000s onwards that this gold mining activity exploded, impacting the economy of the people and the country (Kaboré, 2014). Indeed, the gold sector is an essential component in the country's economic and social development with an estimated 30 metric tons per year (National Institute of Statistics and Demography, INSD, 2017, Sollazzo, 2018). Gold mining's share of Gross Domestic Product (GDP) is growing and is estimated to reach 12.2% in 2023. Gold also accounts for almost 43% of the country's exports and has brought in nearly \$336 346 800 a year since 2010, making it the country's leading source of foreign currency, ahead of cotton (Konkobo; Sawadogo, 2020). According to the Ministry of Mines and Quarries, the gold panning sector has directly and indirectly employed between 1 and 1.2 million people, representing 10% of the working population in 2018. According to the Department of Artisanal and Semi-Mechanised Mining (Roamba, 2014, p.1), there are more than 800 gold-panning sites in Burkina Faso, of which only 217 have a mining license.

Artisanal mining, particularly of gold, is therefore seen as an alternative source of poverty alleviation and direct and indirect job creation, such as catering and trade on gold panning sites. However, at all levels, the negative effects of this poorly controlled artisanal activity on the environment and people's health are perceptible, even if they are not regularly assessed. There are many associated factors that, insidiously or explicitly, contribute to the almost irreversible degradation of the environment and the exposure of populations to health risks due to soil, water, and air pollution, thus creating an ecological crisis (Ki *et al.*, 2013).

The Bougouriba sub-catchment, which contains one of the country's largest rivers (2,774 km) in the south-western part of the country, as well as numerous classified forests and towns, are exposed to

pollution and resource degradation as a result of gold-panning activities that have been taking place there for the past twenty years. This situation can be attributed to some unsuitable practices, including the use of dangerous chemicals. However, people living in the river's sub-basin use the water, plant resources, and soil for a variety of uses. While artisanal gold mining in the river's sub-basin may be seen as a lucrative activity because of the great enthusiasm it arouses among gold miners, it has many perceptible harmful effects on natural resources and human health.

Given this situation, this study raises the following main question: What are the environmental changes and health problems caused by gold panning in the Bougouriba River sub-catchment? The main objective of the study is therefore to analyze the various changes in natural resources due to gold panning in the river's sub-catchment area and the risks to the health of gold panners and local populations. Specifically, the aim is to identify gold panning practices in the Bougouriba River sub-catchment, describe the environmental changes brought about by gold panning, and understand the vulnerability, health risks, and perceptions of stakeholders concerning artisanal gold panning.

The article is structured around the following key points: location of the study area, analysis method, and tools, results of the study, and discussion.

2 METHODOLOGY

2.1 DESCRIPTION OF THE STUDY AREA

The Bougouriba river sub-basin is part of the Mouhoun River Watershed, which covers all or part of six regions of Burkina Faso: the *Boucle du Mouhoun*, the *Cascades*, the *Hauts Bassins*, the *Centre-Ouest*, the *North* and the *Southwest* (Soma et al., 2021). This sub-basin covers an area of 1,52695 square kilometres, with several rivers, the most important of which is the Bougouriba (the province bears its name), the *Poni*, the *Bambassou*, and the *Koulbi*. The Bougouriba sub-basin is drained by the Bougouriba River, the longest and most important watercourse in the South-West region, which flows for 95 km at a rate of 147 m³/s. It rises in the sandstone of the *Cascades* region at an altitude of 500 m and flows towards the centre-west of the *Hauts-Bassins* region on a very gentle gradient, making a bend in the Mou forest and receiving the water from its effluents, and heads south to penetrate the territory of Ghana's republic before flowing into the Atlantic Ocean (Ministry of Economic and Development, 2006). In addition, the Bougouriba River sub-basin covers a dozen classified forests and partial reserves, 4 urban agglomerations, 22 administrative villages, and 68 farming hamlets (Geographical Institute of Burkina Faso, 2012). The figure below shows the location of the sub-basin within Burkina Faso.

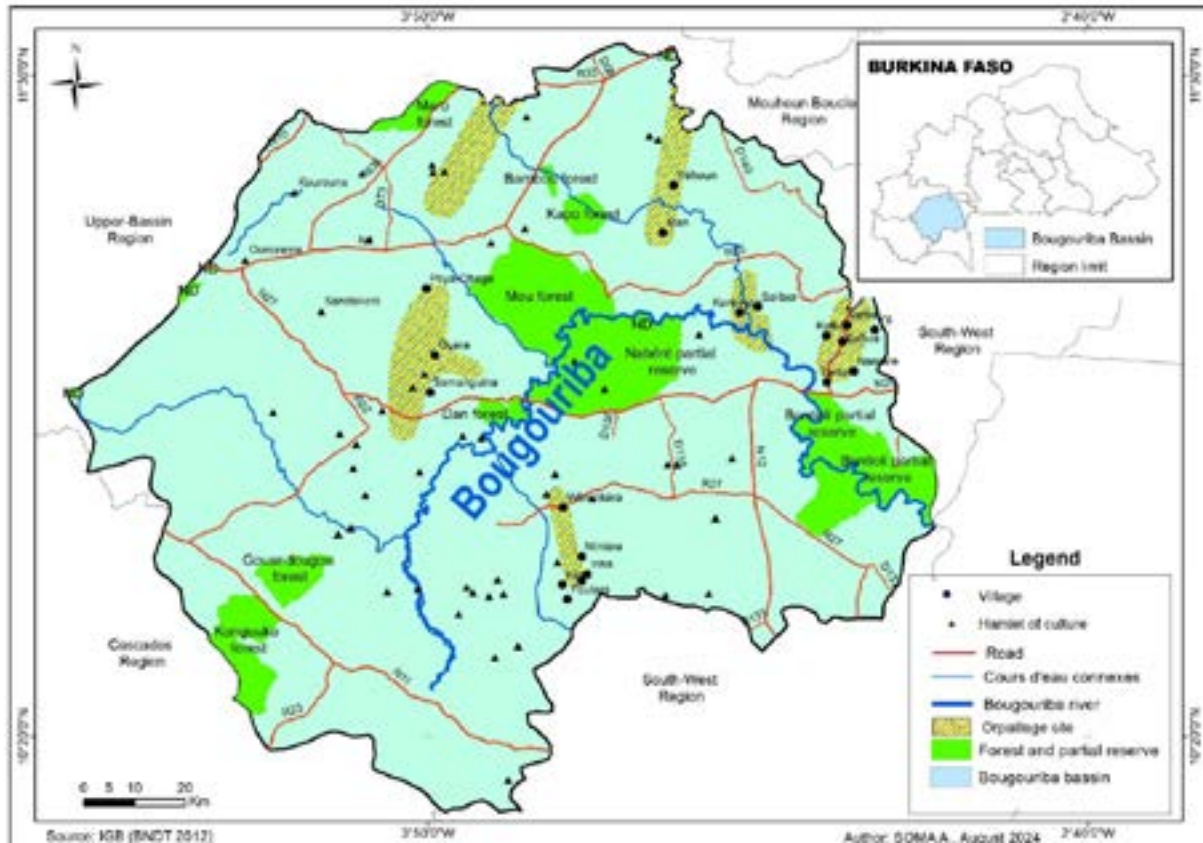


Figure 1 – Location and configuration of the study area

Source: Geographical Institute of Burkina (2012), Soma (2024)

2.2 METHODOLOGICAL APPROACH

To carry out the analysis more effectively, a traditional methodological approach has been followed. It consisted of collecting primary and secondary data on the sub-catchment, from gold miners, people living along the river, local authorities and the technical services of the Mouhoun water agency, the environment, and health and hygiene service workers. Secondary data were collected through documentary research in various libraries and online search sites. Primary data was collected successively in March 2022, June 2023 and September 2024 using questionnaires, individual interviews through interview guides, and site observations. The questionnaire was designed using KoboToolBox software. The demographic sample used to collect the necessary primary data was 500 gold miners (Table 1) out of an estimated 5000.

Table 1 – Breakdown by locality of stakeholders surveyed

Localities	Headcount	Men	Women	Children
Namaré	50	30	15	5
Baforé	52	32	15	5
Ouééré	55	25	17	13
Somanguina	55	35	15	5
Salibor	40	21	14	5
Foutara	60	35	15	10
Miniera	42	15	15	12

Localities	Headcount	Men	Women	Children
Irina	45	17	15	13
Werankera	55	30	15	10
Man	46	22	14	10
Total	500	262	150	88

Source: Soma (March 2022, June 2023 and September 2024)

This sample was chosen randomly to collect the perceptions of those involved about the practice of gold panning and the risks to their health and the environment. Men (between 20 and 60 years old) represent 52,4% of the population surveyed. Children (between 8 and 16 years old) surveyed represent 17,6% of the population. Individual interviews were carried out with resource people to gain a better understanding of the institutional and regulatory provisions governing the management of gold panning and the risks to people's health and the environment. The participants included five local authorities, two managers from the technical services of the Mouhoun water agency, two environmental managers, and two health officers.

MS Excel 2016 ArcGIS 10.4 software has been used for graphical, statistical, and cartographic processing of the data collected for the presentation of the study area and the analysis of gold panning sites.

In sum, the methodology used for this study complies with the standards of ethical considerations in research expected by all parties involved in the act of publication of this article.

3 RESULTS OF STUDY

The methodological approach followed produced results presented under three main headings: the methods and practices adopted, the environmental and biophysical changes brought about by gold panning and the health risks, and the perceptions of those involved in artisanal gold mining.

3.1 GOLD PANNING METHODS AND PRACTICES IN THE SUB-BASIN

Several methods and techniques are used by gold miners for artisanal gold extraction.

3.1.1 METHODS AND ORGANISATION OF ARTISANAL GOLD MINING ON THE SITES

Two main methods of artisanal gold mining were observed on the various sites visited. These are open-pit mining and underground mining. Open-pit mining, also known as alluvial or open-cut mining, consists of removing all the barren ground covering the gold to be mined, which allows easy access to the ore. It is done by stripping the overburden and then extracting the gold. This method is generally used when the gold is relatively close to the earth's surface. At this level, the gold-bearing alluvial deposits are clayey and sandy, more or less rich in pebbles. There are therefore two phases to this type of mining: stripping and ore extraction. Underground gold mining is used for deposits with mineralization at a depth of more than ten meters. To ensure the health and safety of gold miners, this method requires careful dewatering, lighting, ventilation, and lining of the galleries dug, as noted by Kaboré (2014) and Soma *et al.* (2021).

Moreover, artisanal gold mining is a strenuous activity that requires good organization if it aims to be exploited collectively. Thus, on the gold panning sites created along the banks of the Bougouriba River, there are individual practices (especially on the eluvial and alluvial sites along the river), the family

form of exploitation by a group of gold panners made up of members of the same family or from the same village, the associative form in groups of gold panners either by region or by private organization of gold panners, or in the form of gold panners' cooperatives.

3.1.2 THE VARIOUS STAGES OF ARTISANAL GOLD MINING ON THE SITES

Gold rush in the Bougouriba River sub-basin follows the traditional approach and methods used by gold miners on any gold panning site. It essentially comprises seven stages: prospecting, sinking, ore testing, crushing, grinding or milling, washing, refining, cyanidation, and refining-cyanidation-recovery of the gold (Kaboré, 2014; Soma *et al.*, 2021).

- Prospecting or site identification

This is the very first stage in gold extraction. In the Bougouriba River sub-basin, prospecting is most often carried out by experienced former gold miners walking around and observing the area. The aim is to find an indicator of the presence of gold on the site. It is generally done intuitively or using ore detection equipment, supported by tools such as pickaxes and shovels to dig and clear the rock in the direction of the gold vein.

- Sinking

This involves digging cavities to reach the gold ore. Depending on the ore bed, the cavity can be vertical or horizontal, varying in size from 1.5x1 m to 3x2 m, and in depth from 4 to 20 meters. Some craters reach the water table. To prevent landslides and consolidate the walls of the excavations, support structures are built using solid tree trunks cut from classified forests, averaging 20 trunks per meter of depth.

The sinking equipment consists of shovels, picks, hammers, picks, bags, ropes, machetes, and battery-operated torches to light the diggers inside the hole. Because of the low resistance of the soil, dynamites are rarely used on the sites. The extracted ore is taken outside in sacks and transported to the stockpile by cart. Sinking is the most arduous stage in artisanal gold mining in the river sub-basin.

- Testing the mineral

The third stage involves testing the ore to check whether it contains gold. If the test is positive, the ore is recovered for the rest of the processing chain; if not, it is deposited, i.e. left on the ground. The equipment consists of a mortar and a metal pestle to break up the rock, a plate, and a bowl to pre-wash the ore and assess its gold content.

- Crushing

This fourth stage consists of reducing the size of the extracted ore to a small size using a hammer, an anvil (made of iron, granite, or quartz), and a sack knot to avoid splashing particles and protect the fingers.

- Grinding or milling

This fifth stage consists of reducing the ore entirely to a powder known as flour. The ore is ground in mills using fuel and then dried to reduce the moisture content.

- Washing

The sixth stage involves washing the ground flour. The flour is placed in 50 kg sacks, mixed with water, and washed on a ramp. The washing process is meticulous: first, a small quantity of the mixture is

placed in a sieve, and then water is poured to liquefy the flour. The ramp is covered with a carpet that gravimetrically traps the gold, and the light material is drawn down into a hole, as shown in the following photograph. The carpet is rinsed in a basin of water to remove the gold.



Figure 2 – Washing ore at the Bontcholi gold mine

Source: Image credit, Bancé A. L. (2018)

After washing, the light material recovered from the hole is left to settle, and then the sludge is recovered for further processing. The concentrate with added mercury is rubbed with a bare hand to obtain the gold-mercury amalgam.

- Refining, cyanidation, or gold recovery

This is the last and most dangerous stage in artisanal gold extraction. The first sub-stage involves refining. This involves heating the resulting gold-mercury amalgam with a blowtorch over an empty gas cylinder to remove the mercury by evaporation and dispose of the gold. This technique is called mercury amalgamation. The second sub-step is cyanidation. This process involves separating the gold by immersing the ore in an alkaline cyanide bath (using gloves) and then recovering the gold for weighing.

3.1.3 WORK TOOLS

Gold miners use a variety of tools to extract gold from sites in the Bougouriba River sub-watershed. Despite the ban on the use of chemicals in gold panning throughout Burkina Faso, gold miners continue to use them on a massive scale.

Various pollutants are used on all the gold panning sites in the study area, including mercury, cyanide salts, sulfuric and nitric acids. Detergents, gas cylinders, hydrocarbons, and battery components are also pollutants used in the activity. Mercury is the most toxic chemical of the pollutants used on sites to amalgamate gold. Cyanide, which is used to capture the gold in the ore, is also volatile and very harmful to health, especially when combined with sulfuric and nitric acid. Detergents are used to rid the ore of oils from the crushing and grinding mills. Hydrocarbons are used at various sites to run work equipment such as motor pumps, dynamites, mills, and motorbikes. Torch batteries are used to light shafts and galleries. They are essential for all sinking work because of the darkness in the shafts.

3.2 ENVIRONMENTAL AND BIOPHYSICAL CHANGES CAUSED BY GOLD PANNING

Artisanal gold mining in the Bougouriba River sub-basin causes several environmental problems. The negative effects are perceptible on water resources, plant cover, wildlife, air quality, and soil.

3.2.1 EFFECTS ON WATER RESOURCES

Water is used in almost every stage of artisanal gold mining. The washing and mercury extraction stages are the most water-intensive. According to the surveys carried out, for example, it takes around 200 litres of water to wash a 50-kilogram sack of ore powder during gold extraction. Furthermore, the use of chemicals such as cyanide and mercury dangerously compromises the health of water resources in the river's sub-basin. These chemicals, which are lost through amalgamation, as well as the production of solid and liquid waste, find their way into drainage systems, causing progressive contamination of the river, its tributaries, and other water reservoirs, as illustrated in this picture.



Figure 3 – Pollution and silting of the Bougouriba River

Source: Image credit, J K, Sidwaya (2023).

Also, the dumping of used batteries inside shafts during sinking contributes to the pollution of groundwater resources. In addition, even if water consumption is not significant for cooling the mill engines after crushing and grinding the ore, this practice near or in the major river bed contributes to the discharge of used oils and hydrocarbons, which pollutes water resources that are heavily laden with suspended matter and thus increases their turbidity. In addition to all these activities, the gold miners themselves have a daily need for water for drinking, eating, washing, and showering, all of which add to the pressure on the Bougouriba River.

In short, the effects of gold panning on water are the depletion and pollution of surface and groundwater in the Bougouriba River sub-basin.

3.2.2 EFFECTS ON PLANT COVER AND WILDLIFE

The installation of gold miners necessarily requires clearing, cutting of wood and straw for mining, construction of houses, huts, sheds, chairs or makeshift beds for living or trading purposes, and firewood for cooking meals. The plant cover, particularly in classified forests and savannah, is thus exposed to unprecedented deforestation, despite the control and dissuasion measures taken by the technical services in charge of the environment. According to the surveys, to support shafts and galleries during the sinking, for example, 15 tree trunks are cut for every meter of depth, i.e. 400 to 500 tree trunks for a 30 meters shaft, to serve as a ladder for descending and consolidating the walls to prevent landslides. All around the sites visited, nature has been stripped of its plant cover, as this photograph shows.



Figure 4 – Unauthorised installation of gold miners in the Nabéré classified forest

Source: Mouhoun Water Agency (2018).

In terms of wildlife, gold panning and related activities contribute to the migration of certain species due to deforestation, the destruction of ecological niches, and deafening and stressful noise emissions for animals. The asphyxiation of the aquatic environment resulting from the increase in the concentration of suspended solids (dyes) in watercourses receiving ore processing sludge by cyanide and mercury is also a reality in the various watercourses of the Bougouriba River sub-basin.

3.2.3 EFFECTS ON SOIL AND AGRICULTURAL FIELDS

Mineral prospecting and extraction inevitably degrade soil quality. Artisanal mining operations effectively degrade arable land. Turning over the soil and piling up the spoil also destroys the arable land used by farmers in the surrounding villages. Shafts and galleries abandoned after mining expose the soil to gullyng, leaching, and intensive erosion. These phenomena are virtually irreversible and can become catastrophic, creating an ecological crisis.

In addition, pollutant discharges are affecting market gardens and agricultural fields, reducing their fertility and hence their productivity, according to 100% of those surveyed.

3.2.4 EFFECTS ON THE AIR

Air pollution comes from mining dust (ore crushing, alluvial ore winnowing) and gas emissions from the use of chemicals, particularly mercury vapour during amalgam burning. This is very noticeable at the various sites visited. The air is also polluted by the decomposition of solid and liquid waste generated by gold panning activities and released into the environment without any treatment measures.

Another perverse effect is the faecal peril caused by the fact that gold miners (60% of those surveyed) defecate in the wild, either for lack of infrastructure or for pleasure. This practice contributes to air pollution by dust, which is particularly harmful to health.

Noise pollution from water pumping and ore sinking and washing equipment also contributes to the deterioration in the quality of the living environment for local residents.

In short, solid, liquid, gaseous, and noise emissions from artisanal gold mining activities in the Bougouriba River sub-watershed have harmful consequences for the various components of the environment. They undoubtedly expose various categories of stakeholders to various health risks.

3.3 HEALTH RISKS AND PERCEPTIONS OF ARTISANAL GOLD MINERS

Artisanal gold mining in the Bougouriba River sub-catchment presents health risks. However, the activity is perceived differently by the stakeholders.

3.3.1 HEALTH RISKS AND ASSOCIATED DISEASES

Gold panning exposes its actors and other categories of people to various health risks due to the precarious living and working conditions on the sites (Figure 5). Depending on the stage of the operation, a distinction is made between the risks incurred by diggers or smelters, mechanical processors, washers and refiners, and those responsible for cyanidation. However, it should be emphasised that the various risks are also incurred by other people living on the gold panning sites or in the neighbouring villages.

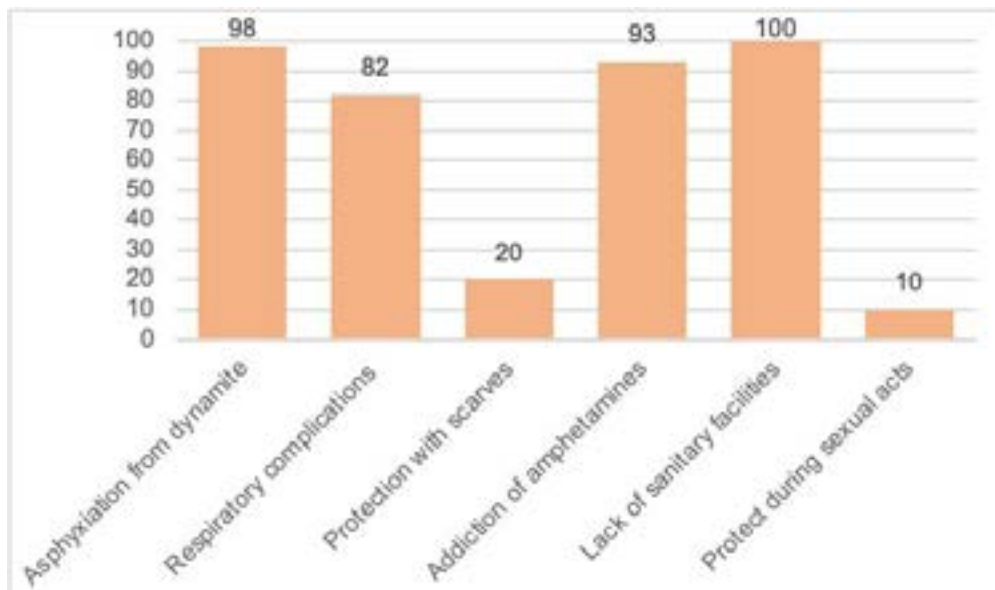


Figure 5 – Health risks and associated diseases according to actors surveyed

Source: Soma (September 2024).

Because of the methods used to extract gold, miners are exposed to major physical hazards, in particular the risk of asphyxiation from motor-driven pumps or dynamite, and the risk of collapsing shafts and galleries, which can lead to death. The use of motor-driven pumps and dynamite releases toxic gases such as carbon dioxide and nitrogen, which reduce the quality of the air in the wells. They are also exposed to skin absorption of harmful rock constituents, ore dust, and reptile bites in shafts and galleries. These hazards were experienced at least once by 98% of the people surveyed.

Like the miners, the majority of mechanical ore processors or preparers (crushers, grinders, millers) work without protective equipment. Of the 50 preparers surveyed, only 12, or 24%, protect themselves with goggles or a muffler when crushing or grinding ore. However, the dust raised during these operations and the gas produced by the mercury are inhaled directly by the workers, causing respiratory complications over time. This was noted by 82% of those surveyed. They are also subject to injuries from hammering or being thrown by crushed ore. Stone throwing, although prevented by the use of sack knots, often results in injuries to limbs and eyes. They are also continuously exposed to smoke from crushing and grinding machinery.

For washers and refiners, the main risk is skin and oral absorption of mercury during gold-mercury amalgamation. Before being burnt with a blowtorch, the amalgam is pressed with a handkerchief to remove the water it contains. This water, which still contains mercury particles, is unfortunately sucked up by some washers, resulting in oral absorption of the mercury. The mixture also produces dust, which is breathed in by those involved. The rate of protection, often with makeshift means such as scarves, also remains low in this stage of ore processing, at 20% of those surveyed.

Once the ore has been extracted, the aggregates are treated with cyanide to extract the fine gold particles. Unfortunately, those in charge of cyanidation often handle the chemicals at this stage without protection against toxic gases and hydrocyanic, sulfuric, and nitric liquids. Similarly, some operators enter the tanks containing cyanide to extract gold-enriched zinc, which exposes them to depigmentation and skin absorption of the chemicals. These lesions have been observed in some people in the field.

In fact, 93% of gold miners, especially the 'excavators, claim to use amphetamines 'to increase their physical strength and endurance, and to give them the courage to face the darkness and even death in the holes'. These products, commonly referred to by gold miners as 'missiles', are for the most part doping agents whose regular use leads to dependence, which is one of the causes of behavioural problems among many gold miners.

In addition to these various risks incurred directly by gold miners, there are other risks referred to as domino effects on the gold mining sites and in the surrounding villages. The fact that gold miners, the majority of whom are illiterate, have no control over chemical mixtures and reactions is often the cause of explosions and fires, endangering the lives of people on the sites. This was the case in February 2022, when a large explosion occurred in the market square at the Gomgombiro gold panning site in the locality of Gbomblora, killing more than 60 people. In addition, the storage of mercury balls in makeshift sheds, under which women usually rest with their children, exposes the latter to danger. Children sometimes accidentally handle the balls within their reach, exposing them to mercury absorption through the skin and nose. Women may also use the basins used for gold-mercury amalgamation for washing up or doing the laundry. This practice also leads to accidental oral and dermal absorption of mercury. Similarly, the risk associated with the use of water from streams or wells for cooking or drinking is noted at the sites. At most of the sites, the problem of drinking water remains crucial, forcing people to consume contaminated water. This is undoubtedly at the root of certain pathologies, as the water is infected by microbiological and physico-chemical organisms and metallic elements. What's more, the stagnation of treatment water is also a breeding ground for mosquito larvae, vectors of diseases such as malaria and yellow fever.

Other actors, such as buyers and resellers of the metal who require assistance in refining the extracted gold 'to avoid theft', find themselves exposed to the mercury vapour that escapes because they are unprotected. Similarly, the inhabitants of the surrounding villages are exposed to the harmful effects of cyanide and mercury left in the environment without prior treatment. Surface and groundwater, soil, and crops for human consumption are all exposed to pollution and degradation, reducing the productivity of fields and market gardens.

In short, all this risky behaviour is a source of disease for both gold miners and the local population. The extent of the risk varies according to the activity and the degree of intervention in the various stages of gold extraction and exposure, depending on proximity to the sites. The major diseases commonly encountered on the various gold panning sites in the Bougouriba River sub-watershed are diverse. They have been grouped into three (03) categories. These are diseases caused directly by gold panning, diseases linked to living conditions, and behavioural diseases.

100% of those surveyed said that the illnesses caused directly by gold panning were traumatic injuries, acute respiratory infections, and skin lesions. Tiredness, headaches, eye aches, backaches, etc. are also reported among gold panners. This is linked to the endurance of their activity and the inhalation of dust and chemicals. According to 95% of those surveyed, illnesses linked to living conditions are mainly due to the lack of sanitary facilities, drinking water, the quality of food, the nature of the habitat, and the use of amphetamines. Digestive disorders (bloody and non-bloody diarrhoea, parasitosis, gastritis, ulcers, etc.) caused by bacteria, viruses, or parasites living most often in contaminated water, and malaria, are the most common illnesses. And for 18% of those surveyed behavioral illnesses result from the different attitudes that gold miners have in their daily activities. They are generally encouraged by the consumption of amphetamines, adulterated alcohol, and drugs. The main causes are sexually transmitted infections (STIs) and AIDS. In almost all the sites, prostitution is a fact of life. Field visits revealed the presence of young girls commonly known as 'sex workers' or 'joy girls' on the sites. The sexual disorder of the gold miners and these young girls, often under the influence of stimulants, facilitates the spread of STIs and AIDS. In fact, out of 20 people who gave their opinion on this practice, 10 said they did not protect themselves during sex. This option is often justified by the fact that 'it's good luck once you're in the hole looking for gold' or 'to get money quickly, it's better to become a gold digger's mistress'. According to the head nurse at the Health and Social Promotion Centre (CSPS) in the village of Djakaribougou, 20 cases of HIV/AIDS were recorded in 2021, the victims of which come from gold panning sites.

In addition, faecal peril was noted as a factor in behavioural illnesses. It appears that sanitary conditions are not a priority for some gold miners, for whom 'it's enough to have a hidden place in the wild to relieve themselves and get on with their work'.

3.3.2 STAKEHOLDER PERCEPTIONS OF ARTISANAL GOLD MINING

Artisanal gold mining in the Bougouriba River sub-catchment is perceived differently by stakeholders (Figure 6).

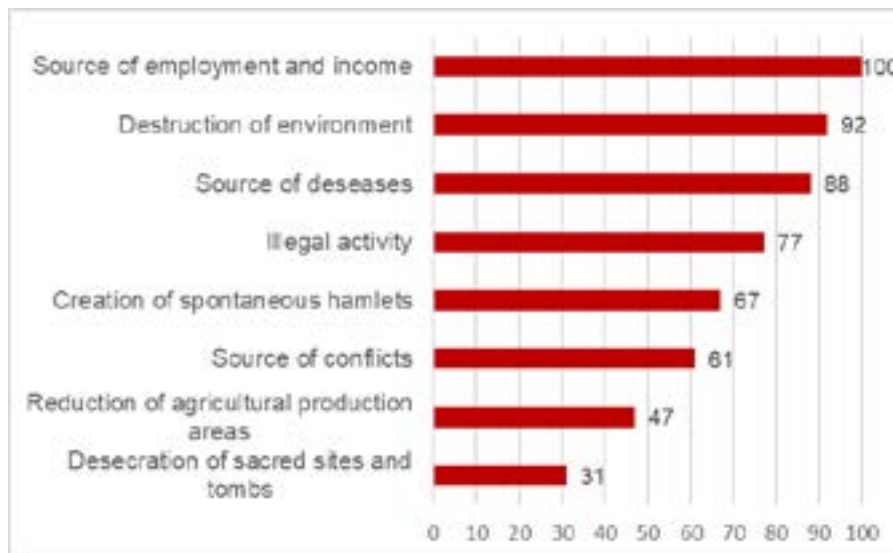


Figure 6 – Stakeholder perceptions of artisanal gold mining

Source: Soma (September 2024).

For 100% of the gold miners surveyed, this activity is a source of employment and income, and thus a means of combating unemployment and poverty. It has enabled many people to build private infrastructure, including luxury homes, hostels, restaurants, schools, shops, and so on. A. S., who has lived on the Kapo site since 2016, said:

‘Thanks to gold panning, I’ve been able to build houses and shops in the village, of Ouagadougou. With this activity, I take care of my two wives and my ten children, one of whom is away studying. So I can say that it’s a very profitable business’.

However, some gold miners are aware of the negative effects of their activities on the environment and their health: ‘We are well aware that our activity destroys the forests, the water in the marshes, the river, and the soil, but we have no choice. We have to feed our families’ according to K. A.

For the local authorities, gold panning in the Bougouriba River sub-basin is having harmful consequences and threatening the survival of natural resources. According to the Mayor of the rural commune of Gbomblora for instance, gold-panning activities have made the water in the river and other related watercourses murky and reddish. He added that cyanide pits created without respect for standards and controls are exposing groundwater to underground pollution, and this has been going on for years without anything being done to stop these practices.

According to the technical services for the environment and water, ‘the largest watercourse in south-west Burkina Faso, as well as the classified forests in the river’s sub-catchment area, are threatened with pollution as a result of gold panning’. Indeed, ‘following the first rains of 2020, we have witnessed a fish kill in the river’, said the Chief Inspector of Water and Forests. ‘We called on people not to eat these fish, but unfortunately, they were already being sold on the market,’ he lamented. He added that species such as crocodiles and certain rare varieties of fish such as clarias and eels, no longer able to live in this uncomfortable environment, are disappearing or dying out. In addition, according to the High Commissioner for Bougouriba province, the supply of drinking water to the population by the National Office for Water and Sanitation has been disrupted because of suspected pollution of the river. According to him, ‘in connection with the processing of ore along the Bougouriba River, the office had to take these measures, as it did not have the special equipment needed for treatment in the event of proven cyanide contamination’.

According to the technical services for the environment and water, ‘the largest watercourse in south-west Burkina Faso, as well as the classified forests in the river's sub-catchment area, are threatened with pollution as a result of gold panning’. Indeed, ‘following the first rains of 2020, we have witnessed a fish kill in the river’, said the Chief Inspector of Water and Forests. ‘We called on people not to eat these fish, but unfortunately, they were already being sold on the market,’ he lamented. He added that species such as crocodiles and certain rare varieties of fish such as clarias and eels, no longer able to live in this uncomfortable environment, are disappearing or dying out. In addition, according to the High Commissioner for Bougouriba province, the supply of drinking water to the population by the National Office for Water and Sanitation has been disrupted as a result of suspected pollution of the river. According to him, ‘in connection with the processing of ore along the Bougouriba River, the office had to take these measures, as it did not have the special equipment needed for treatment in the event of proven cyanide contamination’.

For the health workers interviewed, all the abnormal or risky practices and health problems encountered on the sites make the gold miners themselves and the local populations vulnerable and expose them to various diseases.

In sum, the gold rush and mining activities are seen as a “necessary evil” supported by both state and municipal authorities as by the population. Indeed, unable to offer decent employment to all young people, the State is obliged to authorise the practice of gold panning, despite the existence of regulations governing the sector. Gold panners take advantage of this lax attitude on the part of the government and local authorities to rush into mining sites, which they exploit in an uncontrolled manner, with harmful consequences for the environment and human health. The conclusion is that this “necessary evil” of gold panning benefits the miners more than the government and local communities.

4 DISCUSSION

Various studies have documented the impacts of mining on the environment and population health. Some conclude that ASGM miners and nearby communities are often directly and indirectly exposed to dangerous substances such as mercury and other highly hazardous pollutants associated with the mining activities. Others address the harmful effects of mercury in soils, macroinvertebrates, fish, and humans.

The results of this present study are similar to those carried out by other authors in a critical and in-depth manner. While artisanal gold mining in the Bougouriba River sub-basin may appear to be an income-generating activity, given the great enthusiasm for it, it has many negative effects, both biophysical and especially on human health. This is demonstrated by Affessi *et al.* (2016), Casso-Hartmann *et al.* (2022), Cordoba-Tovar *et al.* (2023), Goh (2016), Martins Filho *et al.* (2023), and Mencho (2022) who note that although gold panning contributes to socio-economic development, it has harmful effects on the environment and the health of the miners themselves and other stakeholders, due to the dangerous methods and chemicals used. For instance, Vergara-Murillo *et al.* (2022) mention that recent studies in a Colombian Artisanal and Small-Scale Gold Mining Community, have shown that mercury is a powerful neurotoxic and induces serious health effects, such as irreversible neurological disorders, damage to the bone system, teratogenicity, oxidative stress, hormonal alterations, kidney injury, hearing loss, endocrine effects, infertility, menstrual alterations, spontaneous abortions, and other adverse health conditions. In Brazil, Ellwanger (2023) notes that indigenous peoples are currently suffering from similar health problems due to mercury contamination linked to illegal gold mining activities in the Amazon from 2010 to 2020. Kaboré (2014) and Soma *et al.* (2021) also point out that the tools used for gold panning (hammers, pickaxes, crowbars, shovels, wooden or rope ladders, buckets, calabashes, plastic or jute bags) are rudimentary and a source of physical health risks for the miners.

In terms of methods and practices, the study notes that artisanal gold mining in the river sub-basin follows a traditional approach and methods used by gold miners at all sites. It essentially comprises the following stages: prospecting, sinking, ore testing, crushing, grinding or milling, washing, refining, cyanidation, and refining-cyanidation-recovery of the gold using two main mining methods: open-pit mining and underground mining. These methods and practices are also described by authors such as Affessi *et al.* (2016), Kaboré (2014), Martins-Filho *et al.* (2023), Ofori *et al.* (2024), Soma *et al.* (2021), and Tilo (2014). For instance, Martins-Filho *et al.* (2023), note that historically, mercury has been used to amalgamate gold particles in the Brazilian Amazon (Malm, 1998), allowing for their easy separation from the ore.

Concerning environmental changes, the study shows that artisanal gold mining in the Bougouriba River sub-basin is causing several disruptions to the environment and the biophysical milieu. The negative effects are perceptible on water resources, plant cover, wildlife, air, and soil quality. This observation is also made by Affessi *et al.* (2016) and Soma *et al.* (2021), who note, for example, that the use of mercury in gold purification and certain chemical particles contained in rock and subsoil tailings lead to sedimentary deposits that pollute aquatic and atmospheric environments. The same analysis is made by the Programme for Forest Investment (PIF, 2017), which points out that the discovery of gold in the village of Siguinoghin, for example, has greatly degraded the plant cover of the National Park of *Deux Balé*, where gold miners illegally cut down hundreds of trees as part of their activities. Kiemtoré (2012) points out that the environmental changes caused by gold panning are reflected in landslides, pollution, and the degradation of natural resources. For Doucouré (2014), gold panning has given rise to problematic development in the Kédougou region in south-western Senegal, leading to a phenomenon of ‘multidimensional phagedenism’, i.e. the tendency for changes and problems on the social, economic, and environmental levels to spread, develop and worsen. He also notes that the lack of site rehabilitation, backfilling of artisanal mines in particular, contributes to soil degradation and the disfiguration of the natural landscape of gold mining villages (Doucouré, 2014). Martins Filho *et al.* (2023) show that mining activity creates a favourable environment for the breeding and spread of *Anopheles* mosquito species, as the dredging of ravines generates pools of water that serve as artificial breeding sites in the Brazilian Amazon.

Concerning the risks incurred and associated diseases, it emerges that gold panning exposes its actors and other categories of people to various health risks due to the living and working conditions on the sites. This finding corroborates that of other authors such as Kaboré (2014), who notes that the risks incurred on gold panning sites can be distinguished at three levels: by ‘diggers’, mechanical processors, washers, and refiners, as well as the risks incurred by cyanidation employees and other actors. According to Roamba (2014), nearly 2/3 of artisanal mine workers in Burkina Faso suffer from symptoms of chronic mercury exposure. The same observation was made by Obase *et al.* (2018), Ouédraogo (2006), Richard *et al.* (2015) and Soma *et al.* (2021), in their study areas.

All these risky behaviours are sources of disease for both gold miners and the local population. These include diseases arising directly from gold panning, diseases linked to living conditions, and behavioural diseases. However, there is no occupational health and safety system in the mining sites and miners are exposed to numerous risks inherent in artisanal gold mining activity, as indicated by Obase *et al.* (2018) in Cameroon.

In terms of the perception of the gold rush, the study reveals that the stakeholders, particularly the gold miners, are unanimous in their view that it is a “necessary evil”. All in all, responsibility seems to be shared for the rational exploitation and management of natural resources in the Mouhoun River sub-basin. The authorities seem to blame the gold miners for environmental degradation, while the latter feel they have no support or guidance from the technical services to help them carry out their activities. This observation is in line with the analysis by Soma *et al.* (2021) and Somé (2004), who believe that the social and technical exclusion of gold miners offers little chance of raising awareness and taking collective action against environmental degradation.

In conclusion, the discussion shows that the gold rush and illegal mining activities have significant adverse impacts on society, the economy and the environment directly and indirectly. As a result, it is better for the mining actor and Government to develop strategies to mitigate harmful environmental and health impacts, as suggested also by authors such as Mencho *et al.* (2022) and Ofori *et al.* (2024).

In addition, this study encountered difficulties due to the reluctance of these people to answer the questions, on the one hand, and the poor security situation in the country, especially at the gold-mining sites, on the other. This affected data collection and analysis. Also, the study's methodological approach had its limitations. Indeed, for the analysis of health risks, laboratory analyses of soil, vegetation and water contamination were not carried out, as some authors, such as Cordora-Tovar *et al.* (2023) and Vergara-Murillo *et al.* (2022), have done, to further investigate the results of the study. The study did not also look at conflicts between gold miners and the autochthon population, or between gold miners and farmers. These difficulties and limitations could be capitalised on for future research in the field of illegal mining.

5 CONCLUSION

The study addressed a global issue linked to concerns about the rational exploitation and management of mining resources, particularly gold. It attempted to highlight the contribution of research to the field of sustainability by looking at the illegal exploitation of gold in an anthropised sub-basin.

The mining sector, particularly gold mining, has become an increasingly important part of all countries, particularly Burkina Faso's economy in recent years. Gold miners see it as a “necessary evil”, given the negative and positive effects it generates. However, the negative effects are greater, particularly on the environment and people's health.

Faced with these dichotomous realities (positive and negative aspects) of the gold rush in the Bougouriba River sub-watershed, the potential stakeholders - the gold miners, the municipal authorities, the decentralized technical services of the Government and the local population must work to organize this activity properly to mitigate and prevent the harmful effects on people and the environment leading to an ecological crisis. It is better for the Government to take the lead in developing strategies to mitigate harmful environmental and health impacts. Current national regulations through Law N°036 2015/CNT on the mining code of Burkina Faso of October 29, 2015, provide for gold panning sites to be supervised by national operators who are issued artisanal mining permits by the mining administration. However, there are shortcomings in the application of these regulations. The beneficial effects of mining activity must not lead to lose sight of the serious consequences of such an activity in a vision of sustainable development of the resources of the river's sub-catchment area, which extends beyond the borders of Burkina Faso through the implementation of Sustainable Development Objectives (SDO). So, Gold miners must be made aware of and responsible for the cost of restoring the environment destroyed by gold mining. Capitalizing a methodological approach that is much more focused on the determinants of the gold rush, the responsibility of gold miners and in-depth analysis of the diseases caused by gold panning and related conflicts, are different fields of research to be explored in future studies.

REFERENCES

AFFESSI, A. S.; KOFFI, G. J.-C.; SANGARE, M. Social and environmental impacts of gold panning on the populations of the Bounkani region (Côte d'Ivoire). **European Scientific Journal edition**, v.12, n. 26, p. 288-306, 2016.

BASTA, P. C. Gold mining in the Amazon: the origin of the Yanomami health crisis. **Cad. Saúde Pública**, v. 39, n. 12, e00111823, p. 1-5, 2023.

CASSO-HARTMANN, L.; ROJAS-LAMOS, P.; MCCOURT, K.; VÉLEZ-TORRES, I.; BARBA-HO, L. E.; BOLAÑOS, B. W.; MONTES, C. L.; MOSQUERA, J.; VANEGAS D. Water pollution and environmental policy in artisanal gold mining frontiers: the case of La Toma, Colombia. **Science of the Total Environment**, v. 852, 158417, p. 1-10, 2022.

CORDOBA-TOVAR, L.; MARRUGO-NEGRETE, J.; BARON, P. A. R.; DÍEZ, S. Ecological and human health risk from exposure to contaminated sediments in a tropical river impacted by gold mining in Colombia. **Environmental Research**, 236, 116759, p. 1-9, 2023.

DOUCOURÉ, B. **Development of gold panning and changes in gold mining villages in south-eastern Senegal**. Council for the Development of Social Science Research in Africa and Development, v. XXXIX, n. 2, p. 47-67, 2014.

ELLWANGER, J. H. Brazil's heavy metal pollution harms humans and ecosystems. **Science in One Health**, v. 2, 100019, p. 1-4, 2023.

GOH, D. Artisanal gold mining in Côte D'Ivoire: the persistence of an illegal activity. **European Scientific Journal January**, v.12, n. 3, p.18-36, 2016.

KABORÉ, K. **Artisanal gold mining in Poura: issues and prospects**, 67 p., Master's thesis in Water and Environmental Engineering, 2IE, Ouagadougou, Burkina Faso, 2014.

KIEMTORÉ, I. **Environmental and health impacts of artisanal gold mining: the case of the Bouéré gold mining site in Tuy province (Burkina Faso)**, 101 p. Master's thesis in Water and Environmental Engineering, 2IE, Ouagadougou, Burkina Faso, 2012.

KONKOBO, H.; SAWADOGO, I. **Small-scale and semi-mechanised gold mining in Burkina Faso: stakeholders in the chain of operations, their day-to-day experience and perceptions of current attempts at supervision and formalisation**. GLOCON Junior Research Group, Freie Universität Berlin, Country Report, n. 5, v. 45, p., 2020.

MARTINS FILHO, P. R.; DAMASCENA, N. P.; ARAÚJO, A. P.; SILVA, M. C.; SANTIAGO, B. M.; DEITOS, A. R.; MACHADO, C. E. Letter to the editor: the devastating impact of illegal mining on indigenous health. A focus on malaria in the Brazilian Amazon. **EXCLI Journal**, n. 22, p. 400-402, 2023.

MCMILLEN, N. **Gold and Shadows: the illicit plunder of Latin America's resources**, Available at: <https://www.americanbar.org/advocacy/global-programs/news/2024/gol...>

MENCHO, B. B. Assessing the effects of gold mining on environment: a case study of Shekiso district, Guji zone, Ethiopia. **Heliyon**, v. 8, 11882, p. 1-9, 2022.

OBASE, R.; NGORAN, G.; NDE, F.; LUMA, H. NGWANE, G. Impact of Artisanal Gold Mining on Human Health and the Environment in the Batouri Gold District, East Cameroon. **Academic Journal of Interdisciplinary Studies**, v. 7, n. 1, p. 25-44, 2018.

OFORI, S. A.; DWOMOH, J.; YEBOAH, E. O.; AGGREY, M. L.; NTI, S.; PHILIP, A.; ASANTE, C. A ecological study of galamsey activities in Ghana and their physiological toxicity. **Asian Journal of Toxicology, Environmental, and Occupational Health, AJTEOH**, v. 2, n. 1, p. 40-57, 2024.

ONTOYIN, J.; AGYEMANG, I. Environmental and Rural Livelihoods Implications of Small Scale Gold Mining in Talensi-Nabdam District in Northern Ghana. **Journal of Geography and Regional Planning**, v. 7, p. 150-159. Available at: <https://doi.org/10.5897/JGRP2014.0447>, 2014.

RICHARD, M.; MOHER, P.; TELMER, K. **Gold panning and health: training tool-version**. Artisanal Gold Council, Beta 0.8, 40 p. 2015.

ROAMBA, J. **Environmental and health risks on gold panning sites in Burkina Faso**: life cycle of the main pollutants and perceptions of gold panners (case of the Zougnazagmligne site in the rural commune of Bouroum, Centre-North region), 101 p. Master's thesis in Water and Environmental Engineering, 2IE, Ouagadougou, Burkina Faso, 2014.

SOLLAZZO, R. Gold at the crossroads, Evaluation study of the supply chains for gold produced. In: Burkina Faso, Mali And Niger, Responsible Business Conduct. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **Study report**, 70 p., 2018.

SOMA, A.; COMPAORE-BAMBARA, N.; YAMEOGO, L. Gold mining, environmental changes and health risks in the Mouhoun river sub-watershed in Burkina Faso. **Journal of Space, Territories, Societies and Health**, v. 4, n. 7, p. 99-112, 2021.

SOME, D. B. **Gold panners in Burkina Faso**: social exclusion and relationship with the environment, 423 p. Doctoral thesis in Sociology, University of Daka, Senegal, 2004.

TILO, G. **The frontiers of gold panning in West Africa**, Autrepart, n. 30, p. 135-150, 2014.

VERGARA-MURILLO, F.; GONZÁLEZ-OSPINO, S.; CEPEDA-ORTEGA, N.; POMARES-HERRERA, F.; JOHNSON-RESTREPO, B. Adverse Health Effects and Mercury Exposure in a Colombian Artisanal and Small-Scale Gold Mining Community, **Toxics**, v. 10, n. 12, p. 723. Available at: <https://doi.org/10.3390/toxics10120723>, 2022

Social Cartography as a path to transdisciplinarity within the socio-environmental aspects of the NEXUS+ approach: a case study in the Jacaré-Curituba Settlement, Brazil

A Cartografia Social como caminho para a transdisciplinaridade dentro do aspecto socioambiental da abordagem NEXUS+: um estudo de caso no Assentamento Jacaré-Curituba, Brasil

Nelson Bernal Davalos ¹

Elton S. Oliveira ²

Roseli Santos ³

Guadalupe Satyr ⁴

Wesly Jean ⁵

Paula Rodrigues Alves Brown ⁶

Juliana Dalboni ⁷

Daniela Nogueira ⁸

¹ PhD in Sustainable Development, Researcher, INCT-Odisseia project, Center for Sustainable Development, UnB, Brasília, DF, Brazil
E-mail: neleduberdav@gmail.com

² PhD in Applied Geosciences, Researcher, INCT-Odisseia project, Professor, Center for Humanities, Federal University of Western Bahia, Barreiras, BA, Brazil
E-mail: cesoliveira@ufob.edu.br

³ Administrative technician, Community researcher, INCT-Odisseia project, Tiradentes University, Nossa Senhora da Glória, SE, Brazil
E-mail: ros.ely2010@hotmail.com

⁴ PhD in Sustainable Development, Researcher, INCT-Odisseia project, Center for Sustainable Development, UnB, Brasília, DF, Brazil
E-mail: guadalupesatiro@gmail.com

⁵ PhD in Mechanical Sciences, Researcher, INCT-Odisseia project, Center for Sustainable Development, UnB, Brasília, DF, Brazil
E-mail: weslyjean999@gmail.com

⁶ Specialist in Agroecology, Researcher, INCT-Odisseia project,
Center for Sustainable Development, UnB, Brasília, DF, Brazil
E-mail: pacastanho@gmail.com

⁷ PhD in Sustainable Development, Researcher, INCT-Odisseia project,
Center for Sustainable Development, UnB, Brasília, DF, Brazil
E-mail: juliana.rocha@unb.br

⁸ PhD in Sociology, Coordinator, Semiarid Project, INCT-Odisseia,
Center for Sustainable Development, UnB, Brasília, DF, Brazil
E-mail: danielanogueiracds@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.53909

Received: 14/05/2024
Accepted: 12/12/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

This article presents the results of the implementation of a “social cartography” in the INCT-Odisseia research project, in the study area of the Jacaré-Curituba agrarian reform settlement, located in the interior of the State of Sergipe, Brazil. The incorporation of social cartography as a methodological instrument in the research allowed the identification of attributes in the study area, organised using two approaches: “Analytic Hierarchy Process” (AHP) and Nexus+ (food, water, energy and socio-ecological security). Through these, it was possible to delimit the study area into agro-villages and identify more than 720 attributes or reference points, ranging from human activities to local infrastructure. The attributes were identified through action research techniques, participatory observation and collaborative research, using geographic information applications and satellite images. It was possible to generate relevant information about the study area in terms of potential, infrastructure, crops, and production, in addition to generating maps of the vulnerability situation linked to Nexus+ security (energy and water), which should be replicated since it allows highlighting the social, economic, environmental and infrastructure characteristics of a given area.

Keywords: Social Cartography; Analytic Hierarchy Process; Jacaré-Curituba Settlement; NEXUS+; Climate change; Social vulnerability.

RESUMO

Neste artigo apresentam-se resultados da implementação de uma “cartografia social” no projeto de pesquisa INCT-Odisseia, cuja área de estudo é o assentamento de reforma agrária Jacaré-Curituba, localizado no interior do estado de Sergipe, Brasil. A incorporação da cartografia social como instrumento metodológico na pesquisa permitiu identificar atributos na área de estudo, organizados mediante duas abordagens: “Analytic Hierarchy Process” (AHP) e Nexus+ (segurança alimentar, hídrica, energética e socioecológica). Por meio dessas abordagens, foi possível delimitar a área de estudo em agrovilas e identificar mais de 720 atributos ou pontos de referência, que vão desde atividades antrópicas à infraestrutura local. A identificação dos atributos foi realizada mediante técnicas de investigação-ação, observação participativa e pesquisa colaborativa, usando aplicativos de informação geográfica e imagens de satélite. Foi possível gerar informações relevantes da área de estudo em função das potencialidades, infraestrutura, culturas, produção, além de gerar mapas da situação de vulnerabilidade vinculadas às seguranças do Nexus+ (energética e hídrica), recomendando ser replicado, já que permite evidenciar as características sociais, econômicas, ambientais e de infraestrutura de uma determinada área.

Palavras-chave: Cartografia Social. Processo de Hierarquia Analítica. Assentamento Jacaré-Curituba. NEXO+. Mudanças Climáticas. Vulnerabilidade Social.

1 INTRODUCTION

Since 1990, several mapping initiatives have emerged proposing to involve local populations in the map production processes. Due to the diversity of approaches, purposes, interpretation and connection with the population involved, mapping initiatives vary considerably in their methodologies and terminologies (Acseirad *et al.*, 2008; Chapin *et al.*, 2005).

According to Herlihi and Knapp (2003), participatory mapping is the process by which the spatial and environmental knowledge of local populations is recognised and inserted into more conventional models of knowledge. Representations of the territory thus begin to outline the real exposure of an area, showing its characteristics and describing or defining it and, symbolically, establishing or possessing it (Bargas; Cardoso, 2015).

Also recognised by some authors as a social cartography methodology, participatory mapping is a form of collective knowledge construction; it represents the encounter with others to be able to approach the territory based on the experience of residents and the space they live in, allowing the creation of maps full of stories, feelings, governance and social relations of everyday life (Diez, 2018). This technique has been consolidated over the last few years as an instrument for fighting socio-environmental issues, through the recognition and construction of knowledge of territories, and is increasingly used by local populations and traditional communities (Diez, 2018; Jean *et al.*, 2021).

This is why this technique was implemented in the INCT-Odisseia Sitio Catinga project. This project, which stands for National Institute of Science and Technology (INCT) - Observatory of Socio-Environmental Dynamics (Odisseia), see <https://odisseia.unb.br/>, seeks to understand how socio-environmental dynamics occur in the different biomes of Brazil, analyzing the complexities inherent in the access and distribution of natural resources in socio-environmental systems. It prioritises the most vulnerable populations, in rural and urban areas, in three Brazilian biomes: Amazon, Cerrado and Caatinga. As a theoretical-analytical tool, it uses the Nexus+ approach (Araújo *et al.*, 2019), which enables the understanding of the vulnerabilities and adaptive capacities of socio-environmental systems, through integrated analyses of Security: Food, Water, Energy and Socio-Environmental.

The first element observed for the implementation of this methodological technique within the project was the diversity of information and data that participatory, social, ethnic or cartographic mapping makes it possible to obtain, recovering key information from the study area to understand more precisely aspects of the territory, its natural resources, in addition to existing social and environmental conflicts. In addition, it allows us to understand the social and environmental dynamics of the AJC based on the perception of local actors and residents, in terms of issues related to land, water, food, energy and the environment.

Therefore, the main objective of this article is to show the scientific community the advantages of applying social cartography, as well as the procedures incorporated and the results achieved in a project with a strongly socio-environmental and transdisciplinary approach; understanding that maps are cartographic products resulting from an abstraction of the real world, elaborated by a series of people from some point of view, objective or by simple self-belonging to the place.

2 PARTICIPATORY MAPPING AND SOCIAL CARTOGRAPHY

Over time, there has been a major movement in social cartography worldwide, in South America and Central America. Countries such as Brazil, Colombia, Ecuador and Mexico have stood out in the

process of consolidating this methodology, as they have important professionals who have contributed significantly to the cartographic process.

Different nomenclatures of social cartography have been established to date, however, they can be grouped into two large sets: 1) Nomenclatures used in the North; and 2) Nomenclatures used in South America and the rest of the world.

In the first case, the most frequently used nomenclatures are: traditional land use study, land use and traditional knowledge studies, land occupation and use studies, aboriginal land occupation and use studies, subsistence mapping and resource use mapping (Diez, 2018; Jean *et al.*, 2021). In the second case, some authors indicate that the following terminologies prevail: participatory mapping, participatory land use mapping, participatory natural resource mapping, community mapping, mapping of localised communities, ethnocartography, self-demarcation and delimitation of the ancestral domain (Chapin, 2005).

According to Acselrad and Coli (2008), these terminologies are associated with the various territorial, land, armed conflict, ethnic and political contexts from which various mapping initiatives were carried out. Until 2005, for example, ethnocartography sought to highlight problems not addressed by common methodological techniques, since in some cases this was linked to responding to needs, mimicking power relations. For this reason, cartography was not known within the scope of the Society and little discussed within the Brazilian Cartography Society, being discussed only among indigenous peoples, anthropologists and environmentalists.

According to Chapin, Lamb and Threlkeld (2005), participatory mapping in Brazil emerged in the 1990s, but incipiently, and only in 2001 did it adopt a more technical character. In these experiences, mapping also acquired different terminologies, including: ethnoecological surveys, ethnoenvironmental mapping of indigenous peoples, mapping of traditional uses of natural resources and forms of occupation of the territory, participatory community mapping, cultural mapping, participatory macrozoning, ethnozoning, ethnomapping, ethnoenvironmental diagnosis, social cartography, among others. For Corrêa (2007), these variations in the terms used reflect the different methodological strategies used.

In essence, participatory mapping promotes the spatial and environmental recognition of local populations by promoting the insertion of conventional knowledge models. It is claimed that its methodological roots are linked to participatory observation techniques and research methodologies. In this sense, participatory research methods combined with geotechnology, Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing were adopted to produce maps, generating a new horizon for the production and use of such spatial representation instruments (Herlihi, 2003).

This participatory mapping directly involves community members in collecting data on land use and the boundaries of their domains. The technologies used vary according to the projects implemented; however, the notion of participatory mapping arises from marginalised communities and social groups, allowing the identification of references and key points within a given territory (Acselrad, 2008). In the participatory mapping process, some initiatives focus their attention on identifying activities linked to economic production, ecological-economic zoning, planning, territorial planning, conflict and risk; incorporating actors and sectors of society in planning actions and in the local decision-making process (Ataide, 2011; Dalton, 2018).

Social cartography incorporates new elements of cartographic practices. In this process, the construction of maps is carried out considering the various fields of possibilities existing in the studied locations, resulting from a relationship between researchers and social agents, in which cartographic practice is questioned and legitimised by academia (Santos, 2016; Silva, 2018). In this sense, it is worth rethinking the incorporation of these new elements into the collection of information and the process of consolidating social cartography, since this process involves researchers from different backgrounds

and has, as a fundamental element, the participation of social agents during the elaboration of maps or representations of territories, in which participatory research methods combined with geotechnologies, art, drawing, among others, enable the delimitation, description and representation of areas (Santos, 2016; Silva, 2018).

In the process of social cartography, not only the uses of mapping results are problematised, in which territorial appropriation is highlighted, but also the ethical stance of researchers regarding the traditional knowledge of the populations studied (Vaian, 2008). Almeida (2013) states that the process of creating maps under this approach is considered a methodological procedure and not a methodology (Santos, 2016).

In Brazil, social cartography has gained visibility mainly in the Amazon, being used as an instrument of struggle by traditional forest communities (Acselrad, 2008; Jean, 2021) and enabling the spatialisation of various attributes present in the territory, listing existing conflicts and showing the local reality. According to Mendes (2005), this process has contributed significantly to the social, political and territorial struggle of these communities, making its implementation quite useful.

Authors from South America, specifically from Ecuador, Colombia and Brazil, have recently incorporated new types of representation into this technique, which are very important for the current debate. Authors such as Alfredo Wagner, Mike McCall, or working groups such as ESTEPA from Colombia; Geobrujas and Unam-Ciga from Mexico, Geografia Crítica from Ecuador and Costa Rica, among others, indicate that other ways of representing territory exist and that they need to be considered within social cartography to move away from the two-dimensionality of cartography.

According to McCall and Barragan (2023), for example, it is indicated that cartographic creation goes beyond common maps, with bodily representations (Barnsley, 2006), or spatial representations, such as the dance, for example, of the Australian aborigines, or recreations of space through hairstyles, as can be seen in images from the National Museum of Bogotá where images of women from the black community are presented. On the other hand, it is indicated that the introduction of a three-dimensional talking ceramic artefact, for example, narrates the perspective of the territory in a particular way, making it possible to share a process of co-creation, a multiplicity of emotions, feelings and thoughts that often come to the surface through a warm and passive silence, accompanied by the modelling of clay and the rhythm of resonant drums.

Ancestral sounds that evoke memories and feelings, and call for introspection from participants, generating poetic and reflective spaces that increasingly bring us closer to the narratives of the territorialities experienced by each of the participants (Escobar, 2014; Hurtado, 2013). Therefore, we consider it essential to address these new techniques within socio-environmental research, since in essence, we enter into a dialogue of physical-cultural representation, interconnected with the local environment.

In Brazil, the New Social Cartography of the Amazon Project (PNCSA) is a national and international reference for the application of this technique. The project aims to provide an opportunity for self-cartography by traditional peoples and communities in the Amazon. Through the material produced, it seeks to aggregate greater knowledge about the process of occupation of this region, and above all, to provide greater emphasis and a new instrument for strengthening the social movements that exist there.

It is indicated that such social movements consist of manifestations of collective identities, referring to peculiar and territorialised social situations (Lima, 2018). Territorialities are socially constructed by the various social agents. Here, cartography appears as an element of combat and the PNCSA seeks to materialise the manifestation of the self-cartography of peoples and communities through the use of some tools. Teaching GPS and mapping techniques, in addition to talking to the agents and collecting testimonies about the social history and problems of the community, the social agents produce sketches, mapping their region and indicating which elements are relevant to its composition.

These illustrations comprise drawings, sketches and reproductions of symbols and objects (cars, houses, boats, work tools, animals, plants, etc.) that are transformed, based on the work of the team of researchers and the community, into icons to compose the map legends.

3 STUDY AREA AND METHOD

In the Caatinga biome, there is the settlement "Jacaré Curitiba" (AJC), located between the municipalities of Canindé do São Francisco and Poço Redondo in the State of Sergipe (See Figure 1). Within the scope of INCT Odisseia, this region is called Sítio São Francisco. According to Codevasf (2018), until that year, more than 800 families lived in AJC. The choice to work in this area was due to different factors, among them: because it is considered one of the largest settlements in South America, for its socioeconomic and productive dynamics, as well as its environmental characteristics.

The application of social cartography began with the establishment of action research techniques, participatory observation and collaborative research, which together allowed the co-construction of knowledge. The linking of social actors to the co-construction process occurred through the incorporation of three community researchers into the project – understood as social agents and legitimate holders of local knowledge – allowing the collection of primary data and validation of secondary data.

Initially, a review of geospatial data was carried out using satellite images (Cbers 4A, WPM Camera - PAN with a spatial resolution of 2 meters) and maps provided by different public and private entities. At the same time, an approach to the local population was promoted through conversations, seeking to understand the studied area.

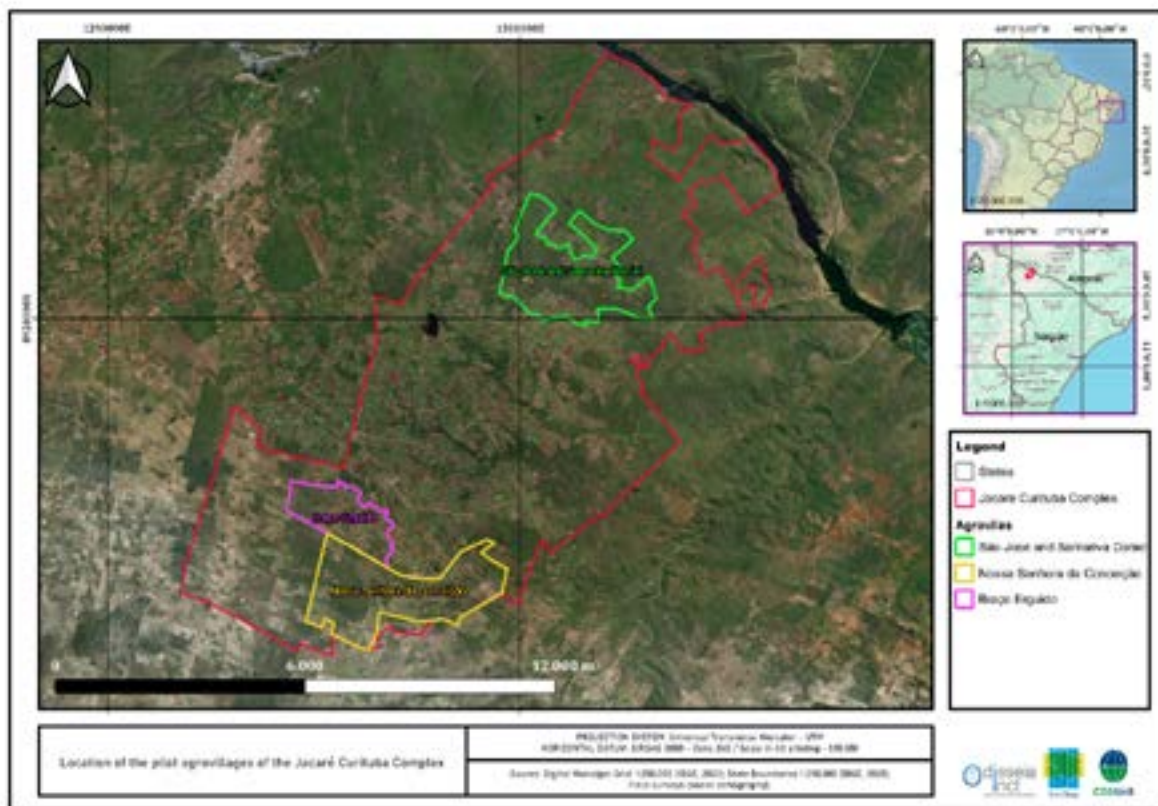


Figure 1 – Map of the settlement with the agro-villages identified

Source: Authors.

Subsequently, using the Tracklia application, which allows mapping to be developed through a webmap system, the delimitation of the four pilot areas of the study area was promoted, these being the agrovillages: São José, Braço Erguido, Samariva Daniel and Nossa Senhora da Conceição (See Figure 1). Once this was done, several attributes present in the territory were identified, which were established through a point survey guide, based on the aforementioned safety features of the Nexus+ approach (See Table 1).

Table 1 – Attributes to be identified in the settlement and pilot areas

<i>Points Identified in relation to the NEXUS+ approach</i>				
<i>Socioecological/land</i>	<i>Water</i>	<i>To feed</i>	<i>Energy</i>	<i>Socioecological</i>
Settlement and Agrovillage boundaries	Water supply network	Family farms	Local electrical network	Living areas
Lot dimensions	Sewage network	Production areas	Renewable energy sources	Degraded areas
Identification of agrovillages and boundaries	Irrigated or irrigated area	Types of production by area	Power distribution plants	Meeting locations
Delimitation of agrovillage areas	Areas at risk of contamination in rivers, reservoirs, etc.	Fishing Areas	Public lighting	Areas at risk due to the use of pesticides
Dryland areas	Areas of conflict over the use of water for irrigation	Agroecological production	Sub-power distribution plants	Areas of conflict due to the use of pesticides
Irrigation areas	Water supply points	Livestock raising areas and animal identification	Energy transformers in agrovillages	Areas contaminated by organic and solid waste
Invasions	Location of water pumps		Power transformers in pump houses	Conservation area
Land conflict	Reservoirs, water cisterns, tanks, others.			Family recreation
Irregular Lots	Wells			Conventions or socialisation
	Rivers			Areas of water contamination
	Springs			Extractivism

Source: Prepared by the authors.

The implementation of social cartography in the project went through five stages: 1) Analysis of secondary data from the study area; 2) Identification of the application, training and preparation of the cartographic guide; 3) Delimitation of the agrovillages and identification of the attributes of the study area; 4) Spatialisation of information; 5) Validation of data in the field and feedback.

Stage five (5), data validation and feedback, was the most important, since the local population, with the support of researchers from Brasília and also local researchers, verified and validated the attributes identified in the settlement, adjusting the location and including information (see Figure 2). This stage was proposed to guarantee the quality of the data and establish the co-construction of knowledge, jointly providing an overview of the settlement close to the current reality.

To this end, four participatory workshops were organised in the study area, where maps corresponding to each agro-village (4) were presented, plus one for the settlement (1). At the time, the participation of rural workers, peasants, traders, housewives, individual community entrepreneurs, local technicians, members of associations and educational centres and support entities or cooperatives was encouraged, which together made it possible to establish a comprehensive understanding of the local social and environmental problems, as well as identify possible suggested alternative solutions. In total, 57 people participated in the different workshops held and attended in response to an invitation extended to each of the families in the agro-villages studied. It is worth mentioning that to comply with the ethical considerations of the research, for all activities carried out, including recording speeches, images and social dynamics, terms of authorisation for the use of information and images were signed by each participant.



Figure 2 – Workshops for validating information on social cartography

Source: Authors (March 2021).

The workshops, as mentioned, made it possible to validate the mapping and add new elements to the data collected through a new participatory process, reaching the record of 720 pieces of information, which, due to their characteristics and robustness, required organisation and consideration.

These were organised by class, facilitating a hierarchy based on environmental, natural resources, infrastructure, physical and productive aspects. Additionally, the distribution of the dwellings was mapped based on 10 criteria, to understand the situation of each one in relation to occupation (See Table 2). The choice of criteria was the result of co-construction since their definition was consolidated together with the residents and community researchers.

Table 2 – Main attributes identified by social mapping

<i>Class 1</i>	<i>Class 2</i>	<i>Class 3</i>	<i>Amount of points</i>
Rural anthropology	Rural residence	Lot Residence / Association Lot / Residence	28
	Rural lot	Dryland or irrigated lot	17
	Fishing	Handmade	2
	Agrovilla	Name of the agrovillage	11
	Conflicts	Invasion	1
	Social spaces	Church / Football field / Football pitch / Meeting hall / Community centre / Office / Meeting name / Meeting points	30
	Business	Services (tyre shop and bars)	11
	Infrastructure	School / Roads / Silage / Pumping house / Cooling tank / Health post / Power substation / Milking / Wind energy / Solar energy / Factory / Confinement / Milk collection	96
Non-agricultural anthropogenic	Degraded areas	Garbage / Sewage / Burning / Salinisation / Deforestation	30
	Mining Area		0
Agricultural anthropology	Temporary culture	"Vegetables, Okra, Corn, Beans, Sorghum, Passion fruit, Cassava, String beans, Pepper, Cassava, Sweet potato, Watermelon, Allspice, Passion fruit, Pumpkin."	147
	Permanent culture	Acerola, Acerola and grass, Banana, Banana tree, Cashew, Coconut tree, Guava, Orange, Lemon, Cassava, Mango, Passion fruit, Corn, Palm, Okra, Tomato, Grape.	161
	Pasture	Cattle and sheep / Dryland plot / Pasture plot	18
	Fish farming	Breeding tanks / No fish at the time of the survey	2
	Plowed land	Farm in preparation	1
	Livestock	Creation name	48
	Water	Water mass	Dam / Weir
	watercourse	Stream	15
	Wet area	flooded area	4
	Infrastructure	Cistern / Water tank / Well / Water collection	37

Source: Authors.

Table 3 – Main attributes identified by social mapping

<i>Criterion</i>	<i>Situation</i>	<i>Description</i>
A	Closed house	The house has no occupants, but neighbours report that the family lives on the Lot.
B	Rented	The house is rented to relatives, people from the settlement or from outside.
C	Own RB	The house is occupied by first-generation beneficiaries.
D	Granted	The House was left to a family member or friend who is not in an RB situation.
E	Borrowed	House borrowed to live in.
F	Take care	House left in someone's care in exchange for maintenance and feeding of animals.

Criterion	Situation	Description
G	Occupied by the son of a settler	House inherited by beneficiaries from first-degree relatives
H	In court	House in litigation process
I	With a resident who only has a house in the agrovillage	House with a resident who only lives there and does not have a lot.
J	Others	Describe

Source:Authors.

In parallel and under the umbrella of the Nexus+ approach, we incorporated the Analytic method into social cartography. Hierarchy Process (AHP).

The AHP method, proposed by Saaty (1991), is efficient in analyzing landscape elements taking into account the influence that each variable has on the phenomena to be analyzed (Miara; Oka-Fiori, 2007). Thus, AHP allows us to understand the problem in an organised and hierarchical way (Marins et al., 2009). However, its structuring and attribution of weights for the variables used depends on the understanding and comparison between them, thus forming a relationship matrix.

This definition of priorities is based on the researcher's ability to perceive the phenomenon and the situations observed (Marins et al., 2009). In this sense, Saaty (1991) proposed the scale shown in Table 4, with values ranging from 1 to 9, where 1 indicates that the elements are of equal importance and 9 represents extreme importance of one element over the other, with intermediate values between them.

Table 4 – Parameter definition using AHP

Intensity	Definition	Explanation
1	Same importance	Two elements contribute equally to the objective.
3	Little importance of one over the other	Experience and judgment slightly favour one activity over the other.
5	Great or essential importance	Experience and judgment strongly favour one activity over another.
7	Very great or demonstrated importance	One activity is strongly favored over the other and its dominance is demonstrated in practice.
9	Absolute importance	The evidence in favour of one element over another is of the highest order of affirmation.
2, 4, 6, 8	Intermediate values between adjacent values	When looking for a compromise condition between two definitions.

Source:Saaty (1991).

From this, priority parameters are defined in the study and the cumulative weights associated with each one to determine the relative importance of each alternative in terms of each criterion.

4 RESULTS AND DISCUSSION

Field researchers used Tracklia to identify 720 attributes in the settlement (see Table 2). These include specific areas in agrovillages and lots, as well as local infrastructure, such as housing, production, access to natural resources and basic services, commerce and recreation.

Spatialising the information observed in the four agro-villages, it is observed that there are a total of 173 houses, distributed as follows: São José 27; Samariva Daniel 37; Braço Erguido 70 and Nossa Senhora da Conceição 39. Regarding the situation of each one, this differs by agro-village, showing an interesting dynamic in relation to occupation, transfer, presence of owners and leasing, mainly in Samariva Daniel and Nossa Senhora da Conceição.

Once all the attributes in the settlement and agro-village were identified, they were spatialised and plotted on a map (See Figure 3). As can be seen, there is a greater concentration of activities and infrastructure in the centre of the settlement, an area that in fact concentrates the largest number of homes, productive lots and local activities. One of the most important aspects identified was the distribution of productive activities in the area, which, linked to the perimeter, whether irrigated or dryland, shaped the size of the lots, animal breeding and production of derivatives, as well as the concentration of infrastructure for basic services and water supply.

Other data of interest that were possible to obtain and describe on the map were: reserve areas, irrigated areas, burning areas, productive areas, local practices, socialisation areas, as well as problems in the study area, including: soil salinity, problems for production and trade, conflict over the use of pesticides and water use, and poor water quality and supply. Regarding salinisation, a significant number of affected areas were observed at the settlement level, including some of the agro-villages studied, Samariva Daniel, São José and Nossa Senhora da Conceição. Regarding the problem of marketing, collection points for dairy and agricultural products were identified, and with this, the difficulties that families face in reaching their destinations, due to accessibility and the condition of the roads.

Regarding production, we observed that this issue is mainly linked to the areas (rainfed and irrigated) and the amount of water accessed, an aspect that, due to water pressure, gives rise to internal conflicts in some agro-villages. Regarding this aspect, points that indicate low water quality in the settlement's agro-villages were spatialised, as well as those that have access to drinking water, of which there are only three: Zumbi 2, Pereira and Santa Luiza.

All of these collected data were systematised based on the Nexus+ approach (securities: water, food, energy and socio-ecological – land), defining priority and transversality for each attribute (See Table 5). After this systematisation process, it was observed that a large number of attributes were considered transversal, that is, they form part of more than one security. Considering this aspect, it became necessary to organise them in a better way, placing priorities and weights per attribute, incorporating the *Analytic into the social cartography Hierarchy Process (AHP)*.

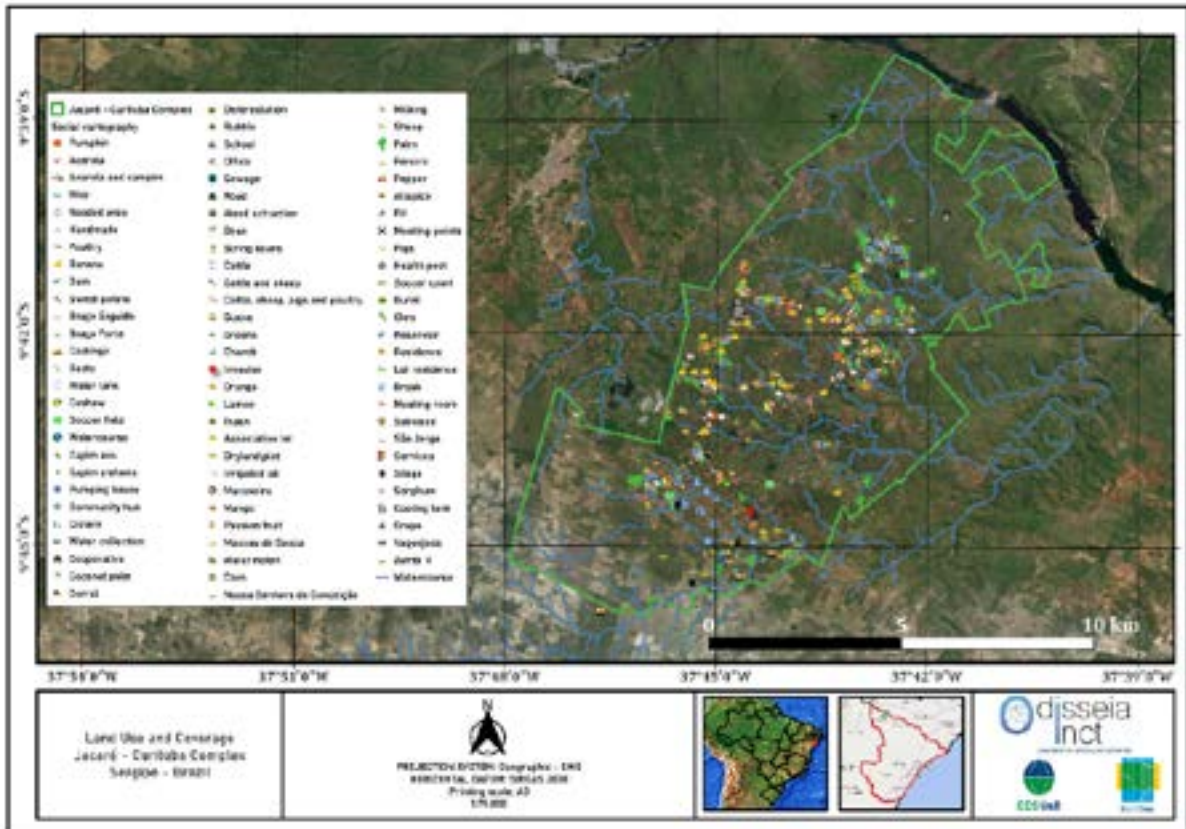


Figure 3 – Description of the settlement with all attributes identified

Source: Community researchers, local population and authors of the article.



Table 5 – Organisation of attributes by Nexus+ security, priority and transversality (P. Priority; T. Transversal)

Class 1	Class 2	Class 3	Cycle	Utility of Geospatial Data	To feed P or T	Water P or T	Land P or T	Energetics P or T	Socioecological P or T
	Rural residence	Lot Residence / Association Lot / Residence							
	Rural lot	Dryland or irrigated lot							
	Fishing	Handmade							
	Agrovilla	Name of the agrovillage							
Rural anthropology	Conflicts	Invasion	Average time for crop cycle, considering the harvest phase in irrigated areas	Describes how each piece of data can be applied to the study and its relationship with the safety analyzed in a primary and transversal way.	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Cross-sectional security variable. It can be used, but it does not have top priority. Mark using a "T".
	Social spaces	Business							
	Infrastructure	Degraded areas							
	Degraded areas	Mining Area							
	Degraded areas	Mining Area							
Non-agricultural anthropogenic	Degraded areas	Garbage / Sewage / Burning / Salinisation / Deforestation							
	Mining Area	No							

Class 1	Class 2	Class 3	Cycle	Utility of Geospatial Data	To feed P or T	Water P or T	Land P or T	Energy-tics P or T	Socioecological P or T
	Temporary culture	"Hortaliças, Okra, Corn, Beans, Sorghum, Passion fruit, Cassava, String beans, Pepper, Cassava, Sweet potato, Watermelon, Allspice, Passion fruit, Pumpkin."							
	Permanent culture	Acerola, Acerola and grass, Banana, Banana tree, Cashew, Coconut tree, Guava, Orange, Lemon, Cassava, Mango, Passion fruit, Corn, Palm, Okra, Tomato, Grape.							
Agricultural anthropology	Infrastructure	Corral	Average time for crop cycle, considering the harvest phase in irrigated areas	Describe how each piece of data can be applied to the study and its relationship with the safety analyzed in a primary and transversal way.	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Priority security for the variable. Mark using a "p".	Cross-sectional security variable. It can be used, but it does not have top priority. Mark using a "T".
	Pasture	Cattle and sheep / Dryland plot / Pasture plot							
	Fish farming	Breeding tanks							
	Plowed land	Farm in preparation							
	Livestock	Creation name							
	Forestry	Timber extraction							
Natural vegetation	Caatinga	Delimitation of the area							
	Water mass	Dam / Weir							
	watercourse	Stream							
	Wet area	flooded area							
Water	Infrastructure	Cistern / Water tank / Well / Water collection							

Source: Saaty (1991).

4.1 THE APPLICATION OF AHP WITHIN SOCIAL CARTOGRAPHY AND RESULTS

The use of AHP in line with social cartography allowed securities to be assessed qualitatively and quantitatively, thereby reducing the subjective nature of the weighting of the variables used. The information, together with secondary data acquired, allowed the creation of an analysis routine with a specific data set for each of the securities.

Given that the project is underway, some security analyses present preliminary data or cutouts. Therefore, what has been developed in some security vulnerability analyses, as well as some results, is shown here. In this sense, one of the security areas that is already at a more advanced stage in the analyses is energy and water. Below, we show the water security flowchart that guided the steps and data analyzed (see Figure 4).

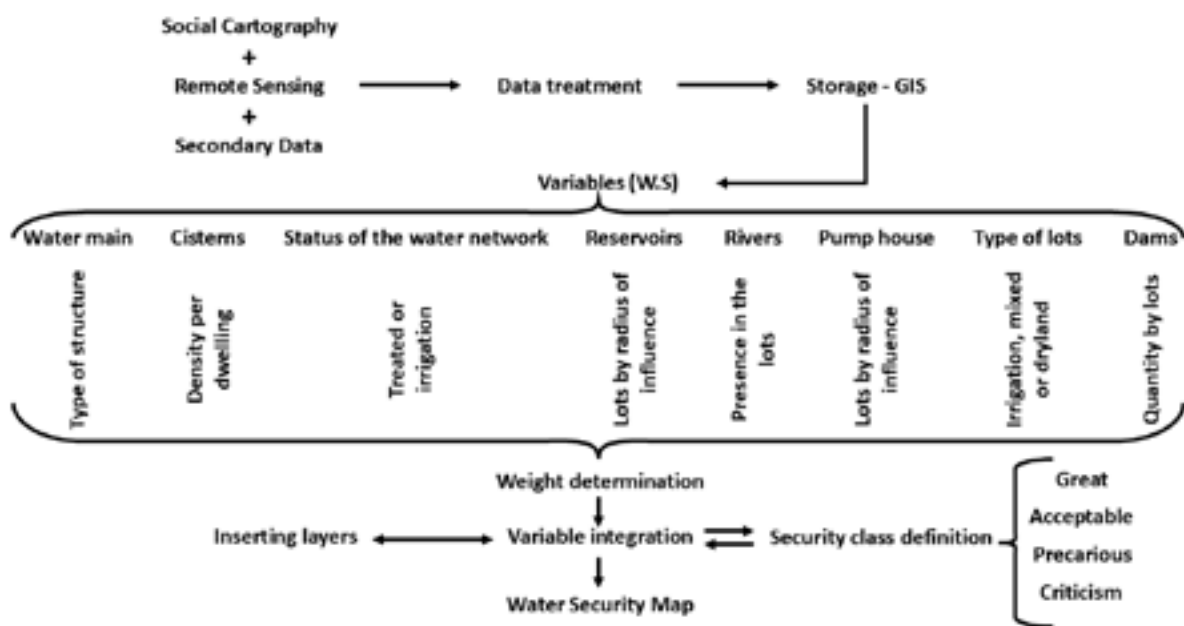


Figure 4 – Flowchart of steps and data used in water security

Source: Authors.

In this process, the use of secondary data: water network; information from remote sensing: dams, rivers and reservoirs; in addition to information collected by social mapping: cisterns, network status, pump house and types of lots; allowed the process to begin to measure the stage of water security in the area of the pilot agrovillages, all of this, through the weighting of the weights of each of the data layers used (See figure 5).

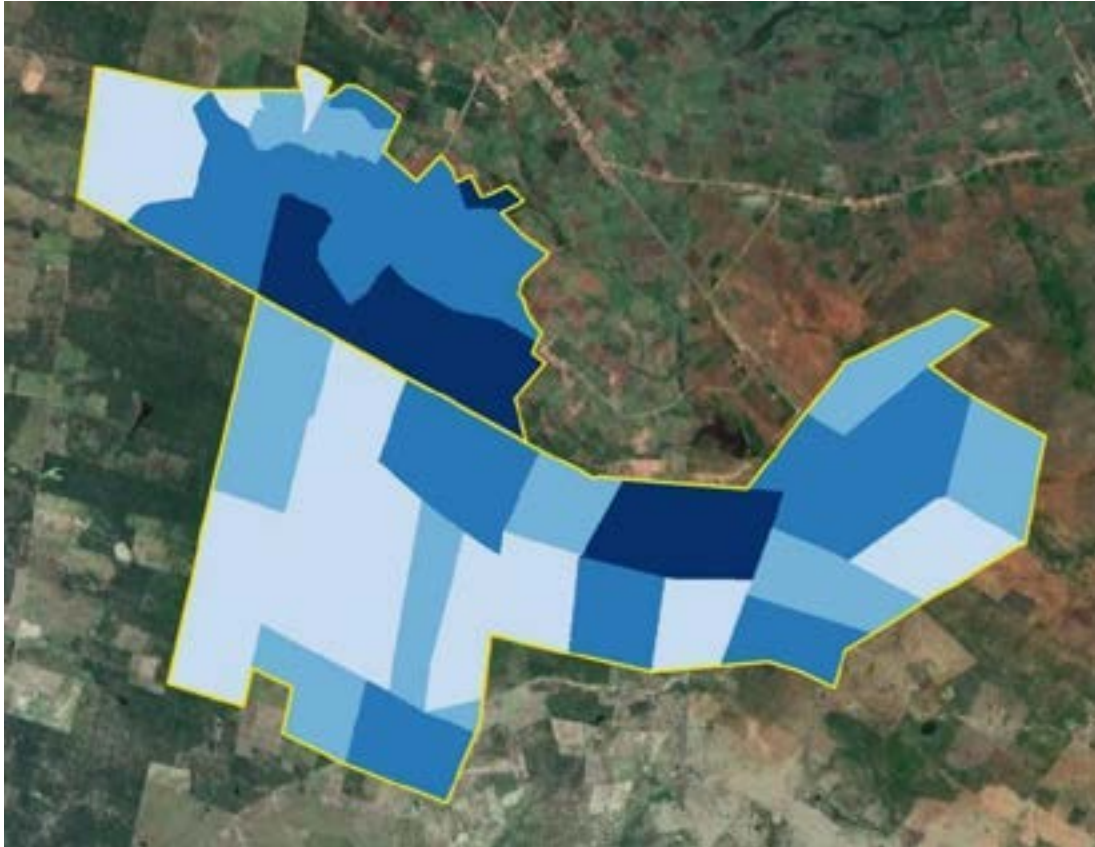


Figure 5 – Preliminary spatialisation of water security in the Braço Erguido and Nossa Senhora da Conceição agro-villages

Description: Intense blue, greater security, light blue, less security.

Source: Authors.

Within the energy security and a comparison of the security levels between the 4 pilot agrovillages of this study was carried out, the study revealed that only the Braço Erguido agrovillage presents a very high or acceptable level of energy security for most of the lots (Jean *et al.*, 2024). The lots in the other three agrovillages (São José, Samariva Daniel and Nossa Senhora da Conceição) generally present low or very low levels of energy security, which may indicate a trend to be observed throughout the settlement. It is also important to note that more than 66% of the 109 families studied consider access to energy to be precarious in their settlement, which reinforces the viability of the trend of the results described in this work (Jean *et al.*, 2024). The cost of local energy is considered high by local standards, as emphasised above, which also reinforces the issue of energy insecurity (Jean *et al.*, 2024).

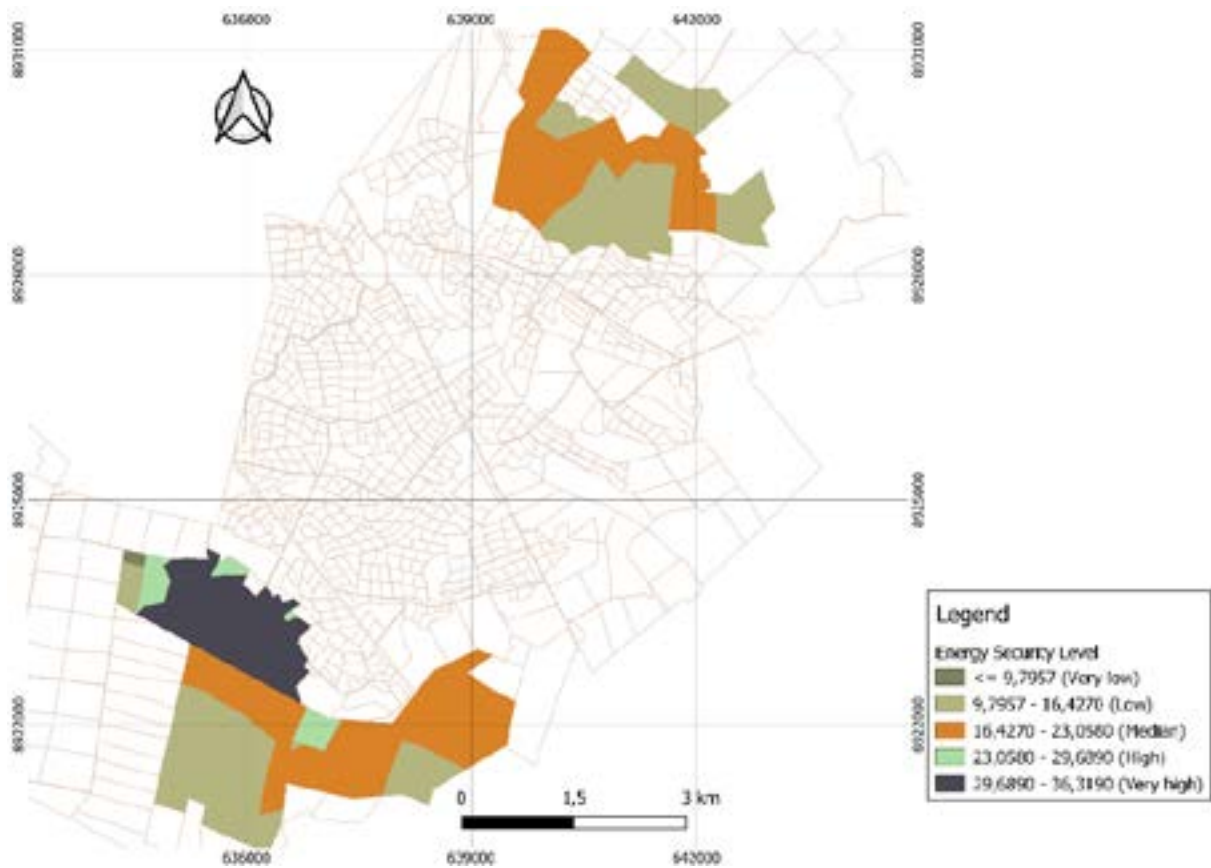


Figure 6 – Comparison of energy security assessments among the four (4) agricultural villages

Source: Authors.

In recent years, some studies involving the incorporation of social cartography techniques linked to the NEXUS approach have already been carried out, however, these were applied to highlight and encourage the cohesive use of natural resources, subsidising the improvement of the quality of life of residents, prioritising the idea of food sovereignty, access to treated water and a stable energy source, guiding the preservation of the environment in which they are inserted (Gorayeb, 2023).

Tavares (2023) proposes to fill knowledge gaps relevant to the nexus in Eastern Amazonia and to describe methodological procedures to enrich human and socio-environmental geography. The authors apply qualitative and quantitative methodologies (SWOT Matrix and Q Method) to determine “bottom-up” understandings of the water-energy-food nexus of rural and riverside communities in Northeast Pará. They empirically identify four subjectivities that show how communities understand the nexus: Factor 1: Income and water; Factor 2: Energy priority in the nexus; Factor 3: Food is the priority; and Factor 4: Water-energy-food connection.

Zara (2020), on the other hand, explores the social, cultural, and political implications of relationships and understandings of the water-energy-food nexus, showing how young people express a range of sociopolitical sensibilities that articulate with food and expand nexus thinking in several interconnected ways. First, by exposing the multi-scalar and multi-temporal processes underlying their everyday “nexus.” Second, by destabilising the water-energy-food nexus to include ever-new elements that emerge from lived experiences of accessing resources. Third, by showing the embeddedness of resources in the cultures, policies, and social fabric of communities. Fourth, by uncovering the functioning of social difference in the articulation of dis /connections of the nexus. It is through these encounters with young people in Brazil that we propose a (re)politicisation and critical transfiguration of the nexus thinking.

Bottom-up research methodology can be based on the SWOT matrix and participatory mapping, or by exploring the social, cultural and political implications of a specific sector of society, as is the case of young people in Zara's (2020) research. The authors observed rhythms, experiences, sociopolitical feelings, multi-scalar and multi-temporal processes on a topic and in a specific area, but they did not measure a problem in terms of vulnerability, as is done here, demonstrating its need for analysis and specificities.

5 CONCLUSIONS

The Nexus+ approach requires both academia and other stakeholders to make a joint effort to coordinate particular interests towards the common interest of contributing to the construction of a more resilient society, including social and institutional participation (Araújo, 2019). Its implementation in social cartography and the incorporation of the AHP methodology have demonstrated that a transdisciplinary approach makes it possible to better address complex socio-environmental problems.

This approach showed that a new ontological, epistemological and methodological understanding of scientific knowledge is possible, making its implementation valid for understanding complex issues. Therefore, it is suggested that it be replicable in research projects that promote solutions to socio-environmental problems based on the Nexus+ approach. Another key element in this process was the promotion and establishment of the co-construction of knowledge, involving researchers from different areas and regions, which enabled an even more refined process of data collection, systematisation and analysis.

On the other hand, it was observed that the use of geographic information data and webmap applications is viable, since it helps in the identification of attributes, as well as in the understanding of changes in the territory, understanding the social and environmental reality of the region, as well as the problems, needs and demands of the population in relation to aspects linked to water, energy, food, territory and environment. The mapped knowledge was only possible through the participants, the authors of the present work, who guided and consolidated the process through the intermediation between local empirical knowledge and methodological techniques, making co-construction in the research process viable.

Among the most important data, it was observed that there are several points in the study area with problems of salinisation, conflict over the use of pesticides and water use, and low water quality and supply, requiring the internal organisation of the community to solve these problems. On the other hand, the methodology supported the identification of land use and occupation, mapping the types of production and crops established, as well as the number of areas occupied by the mentioned activities.

The study showed that production in dryland and irrigated areas generates disparities in terms of harvesting and income generation, leading to greater vulnerability in some regions, but mainly in terms of food security. This is an example of a result that the implementation of social mapping made it possible to achieve. However, the analysis of vulnerability by security and the agro-villages studied projected on the vulnerability maps allows us to observe the real situation in each area in relation to the aforementioned security, motivating social actors and community researchers to demand concrete actions from decision-makers .

The study had some limitations, including the use of other techniques for representing space, such as dance, painting, and crafts, among others, since they represent aspects that could have been better utilised in a very vivid and non-two-dimensional way, bringing new information to the study. The objective here was not to deal with this type of analysis, but it is recommended that these techniques be incorporated into social cartography and applied in Brazil.

Finally, we hope that the records and data produced thus far will serve as a basis for the generation of appropriate and effective public policies, motivating decision-makers to develop them by listening to the beneficiary population.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by INCT/Odisseia-Observatory of socio-environmental dynamics: sustainability and adaptation to climate, environmental and demographic changes under the National Institutes of Science and Technology Program (Call INCT – MCTI/CNPq/CAPES/FAPs n.16/2014), with financial support from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes): Grant 23038.000776/2017-54; National Council for Scientific and Technological Development (CNPq): Grant 465483/2014-3; Research Support Foundation of the Federal District (FAP-DF): Grant 193.001.264/2017.

REFERENCES

ACSELRAD, H., COLI, L. Disputas territoriais e disputas cartográficas. In: **Cartografias sociais e território**. ACSELRAD, H. (org.). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008, n. 1, 168 p. (Coleção Território, ambiente e conflitos sociais).

ALMEIDA, A. Nova cartografia social: territorialidades específicas e politização da consciência das fronteiras. In: **Povos e Comunidades Tradicionais**. Manaus: PNCSA/UEA, 2013. p.157-173.

ARAÚJO, M.; OMETTO, J.; RODRIGUES FILHO, S.; BURSZTYN, M.; LINDOSO, D.; LITRE, G.; GAIVIZZO, L.; FERREIRA, J.; REIS, R.; ASSAD, E. **The socio-ecological Nexus+ approach used by the Brazilian Research Network on Global Climate Change, Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 39, p. 62-70, 2019. ISSN 1877-3435. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.08.005>.

ATAIDE, M. **A Etnocartografia no Brasil – 10 Anos Depois**. Equipe de Conservação da Amazônia – ACT Brasil. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA - Curitiba-PR - Brasil, 21 a 24 de agosto de 2011.

BARGAS, J. R.; CARDOSO, L. F. **Cartografia social e organização política das comunidades remanescentes de quilombos de Salvaterra, Marajó, Pará, Brasil**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. Hum., Belém, v. 10, n. 2, p. 469-488 maio-ago. 2015.

BARNESLEY, J. **El cuerpo como territorio de la rebeldía**. 2. ed. Caracas: Unearte. 231 p. 2006. Available at: https://mediacionartistica.files.wordpress.com/2017/08/el_cuerpo_como_territorio_de_la_rebeldia.pdf. Access at: 9 jun. 2022.

CHAPIN, M. *et al.* Mapping Indigenous Lands. **Annu. Rev. Anthropol.**, v. 34, p. 619–638. 2005.

CODEVASF. **Projeto Público de Irrigação Jacaré-Curitiba**. Available at: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocios/agricultura-irrigada/projetos-de-irrigacao/em-producao/jacare-curitiba>. Access at: 5 abr. 2023.

DALTON, C. M.; STALLMANN, T. **Counter-mapping data science**. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, v. 62, n. 1, p. 93-101, 2018. Available at: https://www.countercartographies.org/wpcontent/files/Dalton_countermapping_data_science.pdf

DIEZ, J. **Cartografía social: teoría y método estrategias para una eficaz transformación comunitaria**. Editorial Biblos, 15 de mai. de 2018. 102 p Available at: <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549/interespaço.v2n6p273-293>

ESCOBAR, A. **Sentipensar con la tierra: nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia**. Cartilla, Universidad Nacional de Colombia. 2014.

FOX, J. *et al.* O poder de mapear: efeitos paradoxais das tecnologias de informação espacial. In: **Cartografias sociais e território**. ACSELRAD, H. (or.). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008, n. 1,168 p. (Coleção Território, ambiente e conflitos sociais).

GORAYEB, A. *et al.* Participatory Mapping of the Water Food-Energy Nexus in the Brazilian Semi-arid Region to meet the SDGs. **Abstracts of the ICA**, v. 6, p. 1-2, 2023. Available at: <https://ica-abs.copernicus.org/articles/6/75/2023/ica-abs-6-75-2023.pdf>

HERLIHI, P. H.; KNAPP, G. (eds.). Maps of, by and for the Peoples of Latin America. Human Organization. **Journal of the Society for Applied Anthropology**, v. 62, n. 4, Winter 2003.

HURTADO, Y. **Diálogo de saberes artísticos**. Vivencia teórico-prática. p. 139-154, 2013.

JEAN, W. *et al.* A GIS for Rural Electrification Strategies in the Brazilian Amazon. **Papers in Applied Geography**, v. 7, n. 3, p. 239-255, 2021. DOI: 10.1080/23754931.2020.1870539

JEAN, W. *et al.* Linking Energy Transition to Income Generation for Vulnerable Populations in Brazil: a win-win strategy. **Sustainability**, n. 16, 7527, 2024. Available at: <https://doi.org/10.3390/su16177527>

JEAN, W. *et al.* Energy security assessment in rural communities in Brazil: a contribution to public policies. 2024. Em revisão. **Revista Energy nexus**. Submetida em agosto 2024.

LIMA, R. **Preservação digital e “divulgação” científica na Amazônia**. Manaus: UFAM /Dissertação, 2018. Available at: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6049>. Access at: 27 out. 2024.

LINDOSO, D. P. *et al.* **Uma Odisseia no campo socioambiental da pesquisa transdisciplinar**. Bases epistemológicas para a coconstrução do conhecimento do projeto INCT-Odisseia, estudo de caso do Baixo São Francisco. Brasília: Capes/CNPQ/FAPDF, 2021. Available at: <https://odisseia.unb.br/wp-content/uploads/2020/10/Working-Paper-1.pdf>.

MARINS, C. *et al.* **O uso do método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões Gerenciais: um estudo de caso**. XLI SBPO – Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, 2009. p. 1778.

MENDES, J. S. *et al.* Impactos Socioambientais em Comunidades Atingidas pelos Empreendimentos de Energia Eólica: o caso de Xavier, Camocim, Ceará. In: GORAYEB, A.; MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V. (Org.). **Cartografia Social e Cidadania: experiências de mapeamento participativo dos territórios de comunidades urbanas e tradicionais**. Fortaleza. Expressão Gráfica, 2005, p. 135-166.

MIARA, M. A.; OKA-FIORI, C. Análise por múltiplos critérios para a definição de níveis de fragilidade ambiental – um estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Cará-Cará, Ponta Grossa-PR. **R. RA´E GA**, n. 13, 2007.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill. 1991.

SANTOS, D. Cartografia social: o estudo da cartografia social como perspectiva contemporânea da Geografia. **InterEspaço**, Grajaú/MA, v. 2, n. 6 p. 273-293, 2016.

SILVA, L.; GOMES, M.; FREITAS, V. B. A Cartografia Social como Processo Organizativo de Visibilidade e Mobilização Social: relato da experiência com moradores em áreas sujeitas a inundação na cidade de Guarapuava-PR, entre 2015 e 2016. **Geografia**, Londrina-PR, v. 27, n. 2. p. 225–245, agosto. 2018.

TAVARES, G. *et al.* Análise bottom-up do nexus água, energia-alimento na Amazônia oriental. **Revista de Geografia**, Recife-PE, v. 40, p. 225-254, 2023. Available at: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/25756>

ZARA, C. *et al.* Geographies of food beyond food: transfiguring nexus-thinking through encounters with young people in Brazil. **Social & Cultural Geography**, 2020. DOI: 10.1080/14649365.2020.1809010

A Cartografia Social como caminho para a transdisciplinaridade dentro do aspecto socioambiental da abordagem NEXUS+: um estudo de caso no Assentamento Jacaré-Curituba, Brasil

Social Cartography as a path to transdisciplinarity within the socio-environmental aspects of the NEXUS+ approach: a case study in the Jacaré-Curituba Settlement, Brazil

Nelson Bernal Davalos ¹

Elton S. Oliveira ²

Roseli Santos ³

Guadalupe Satyr ⁴

Wesly Jean ⁵

Paula Rodrigues Alves Brown ⁶

Juliana Dalboni ⁷

Daniela Nogueira ⁸

¹ *Doutorado em Desenvolvimento Sustentável, Pesquisador, Projeto INCT-Odisseia, Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, DF, Brasil
E-mail: neleduberdav@gmail.com*

² *Doutorado em Geociências Aplicadas, Pesquisador, Projeto INCT-Odisseia, Professora, Centro das Humanidades, Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, Bahia, BA, Brasil
E-mail: cesoliveira@ufob.edu.br*

³ *Técnica em Administração, Pesquisadora comunitária, Projeto INCT-Odisseia, Universidade Tiradentes UNIT, Nossa Senhora da Glória, SE, Brasil
E-mail: ros.ely2010@hotmail.com*

⁴ *Doutorado em Desenvolvimento Sustentável, Pesquisadora, Projeto INCT-Odisseia, Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, DF, Brasil
E-mail: guadalupesatiro@gmail.com*

⁵ *Doutorado em Ciências Mecânicas, Pesquisador, Projeto INCT-Odisseia, Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, DF, Brasil
E-mail: weslyjean999@gmail.com*

⁶ Especialista em Agroecologia, Pesquisadora, Projeto INCT-Odisseia,
Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, DF, Brasil
E-mail: pacastanho@gmail.com

⁷ Doutorado em Desenvolvimento Sustentável, Pesquisadora, Projeto INCT-Odisseia,
Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, DF, Brasil
E-mail: juliana.rocha@unb.br

⁸ Doutorado em Sociologia, Coordenadora do Projeto Semiárido, Projeto INCT-Odisseia,
Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, DF, Brasil
E-mail: danielanogueiracds@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.53909

Received: 14/05/2024
Accepted: 12/12/2024

ARTICLE-VARIA

RESUMO

Neste artigo apresentam-se resultados da implementação de uma “cartografia social” no projeto de pesquisa INCT-Odisseia, cuja área de estudo é o assentamento de reforma agrária Jacaré-Curituba, localizado no interior do estado de Sergipe, Brasil. A incorporação da cartografia social como instrumento metodológico na pesquisa permitiu identificar atributos na área de estudo, organizados mediante duas abordagens: “Analytic Hierarchy Process” (AHP) e Nexus+ (segurança alimentar, hídrica, energética e socioecológica). Por meio dessas abordagens, foi possível delimitar a área de estudo em agrovilas e identificar mais de 720 atributos ou pontos de referência, que vão desde atividades antrópicas à infraestrutura local. A identificação dos atributos foi realizada mediante técnicas de investigação-ação, observação participativa e pesquisa colaborativa, usando aplicativos de informação geográfica e imagens de satélite. Foi possível gerar informações relevantes da área de estudo em função das potencialidades, infraestrutura, culturas, produção, além de gerar mapas da situação de vulnerabilidade vinculadas às seguranças do Nexus+ (energética e hídrica), recomendando ser replicado, já que permite evidenciar as características sociais, econômicas, ambientais e de infraestrutura de uma determinada área.

Palavras-chave: Cartografia Social. Processo de Hierarquia Analítica. Assentamento Jacaré-Curituba. NEXO+. Mudanças Climáticas. Vulnerabilidade Social

ABSTRACT

This article presents the results of the implementation of a “social cartography” in the INCT-Odisseia research project, in the study area of the Jacaré-Curituba agrarian reform settlement, located in the interior of the State of Sergipe, Brazil. The incorporation of social cartography as a methodological instrument in the research allowed the identification of attributes in the study area, organised using two approaches: “Analytic Hierarchy Process” (AHP) and Nexus+ (food, water, energy and socio-ecological security). Through these, it was possible to delimit the study area into agro-villages and identify more than 720 attributes or reference points, ranging from human activities to local infrastructure. The attributes were identified through action research techniques, participatory observation and collaborative research, using geographic information applications and satellite images. It was possible to generate relevant information about the study area in terms of potential, infrastructure, crops, and production, in addition to generating maps of the vulnerability situation linked to Nexus+ security (energy and water), which should be replicated since it allows highlighting the social, economic, environmental and infrastructure characteristics of a given area.

Keywords: Social Cartography; Analytic Hierarchy Process; Jacaré-Curitiba Settlement; NEXUS+; Climate change; Social vulnerability.

1 INTRODUÇÃO

Desde 1990, diversas iniciativas de mapeamento surgiram propondo envolver populações locais nos processos de produção de mapas. Pela diversidade de enfoques, fins, interpretação e conexão com a população envolvida, as iniciativas de mapeamento variam consideravelmente em suas metodologias e terminologias (Acselrad *et al.*, 2008; Chapin *et al.*, 2005).

Segundo Herlihi e Knapp (2003), o mapeamento participativo é o processo mediante o qual se reconhece o conhecimento espacial e o ambiental de populações locais e os insere em modelos mais convencionais de conhecimento. As representações do território passam assim a recortar a real exposição de uma área, mostrando as suas características e descrevê-lo ou defini-lo e, simbolicamente, estabelecê-lo ou possuí-lo (Bargas; Cardoso, 2015).

Reconhecido também por alguns autores como uma metodologia de cartografia social, o mapeamento participativo é uma forma de construção coletiva do conhecimento; representa o encontro com os outros para poder abordar o território a partir da experiência dos moradores e do espaço vivido, permitindo a criação de mapas carregados de histórias, sentimentos, governança e relações sociais da vida cotidiana (Diez, 2018). Essa técnica foi se consolidando ao longo dos últimos anos como instrumento de luta nas questões socioambientais, por meio do reconhecimento e da construção do conhecimento dos territórios, sendo cada vez mais utilizada por populações locais e comunidades tradicionais (Diez, 2018; Jean *et al.*, 2021).

É por essa razão que dita técnica foi implementada no projeto INCT-Odisseia Sítio Catinga. Dito projeto, qual significa, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) – Observatório de Dinâmica Socioambiental (Odisseia), ver <https://odisseia.unb.br/>, busca compreender como se dão as dinâmicas socioambientais, nos diferentes biomas do Brasil, analisando as complexidades inerentes ao acesso e à distribuição dos recursos naturais dos sistemas socioambientais. Tem como prioridade as populações mais vulneráveis, nos meios rural e urbano, de três biomas brasileiros: Amazônia, Cerrado e Caatinga. Como ferramenta teórico-analítica, utiliza a abordagem Nexus+ (Araújo *et al.*, 2019), que possibilita a compreensão das vulnerabilidades e capacidades adaptativas dos sistemas socioambientais, mediante análises integradas das seguranças: alimentar, hídrica, energética e socioambiental.

O primeiro elemento observado para a implementação dessa técnica metodológica dentro do projeto foi a diversidade de informações e dados que o mapeamento participativo, social, étnico ou cartográfico possibilita obter, resgatando informações-chaves da área de estudo para compreender com maior precisão aspectos sobre o território, seus recursos naturais, além dos conflitos sociais e ambientais existentes. Além de que permite compreender as dinâmicas sociais e ambientais do AJC a partir da percepção dos atores e moradores locais, em função das questões relacionadas à terra, água, alimentos, energia e ambiente.

Portanto, o objetivo central deste artigo é mostrar à comunidade científica as vantagens da aplicação da cartografia social, bem como os procedimentos incorporados e os resultados alcançados em um projeto com uma abordagem fortemente socioambiental e transdisciplinar, compreendendo que os mapas são produtos cartográficos resultantes de uma abstração do mundo real, elaborados por uma série de pessoas a partir de algum ponto de vista, objetivo ou por simples autopertencimento ao local.

2 O MAPEAMENTO PARTICIPATIVO E A CARTOGRAFIA SOCIAL

Ao longo do tempo, em âmbito mundial, na América Central e do Sul, houve um grande movimento dentro da cartografia social. Protagonismos, como do Brasil, Colômbia, Equador e México, destacam-se no processo de consolidação dessa metodologia, já que possuem importantes profissionais que aportaram de maneira significativa no processo cartográfico.

Diferentes nomenclaturas da cartografia social foram estabelecidas até hoje, porém, podem ser agrupadas em dois grandes conjuntos: 1) Nomenclaturas usadas no Norte; e 2) Nomenclaturas usadas na América do Sul e resto do mundo.

No primeiro caso, as nomenclaturas recorrentemente mais usadas são: estudo de uso tradicional da terra, estudos de uso da terra e do conhecimento tradicional, estudos de ocupação e uso da terra, estudos de ocupação e uso da terra de aborígenes, mapeamento da subsistência e mapeamento de uso dos recursos (Diez, 2018; Jean *et al.*, 2021). No segundo caso, alguns autores indicam que prevalecem as terminologias: mapeamento participativo, mapeamento participativo de uso da terra, mapeamento participativo de recursos naturais, mapeamento comunitário, mapeamento de comunidades localizadas, etn-cartografia, autodemarcação e delimitação de domínio ancestral (Chapin, 2005).

Segundo Acselrad e Coli (2008), essas terminologias estão associadas às diversas tramas territoriais, fundiárias, além de conflito armado, étnicos e políticos, a partir das quais diversas iniciativas de mapeamento foram realizadas. Até o ano de 2005, por exemplo, a etn-cartografia buscou evidenciar problemáticas não tratadas por técnicas metodológicas comuns, já que em alguns casos isso estava vinculado a responder necessidades, mimetizando relações de poder. Por essa razão, a cartografia não era conhecida no âmbito da sociedade e pouco falada dentro da Sociedade Brasileira de Cartografia, sendo discutida só entre indigenistas, antropólogos e ambientalistas.

Segundo Chapin, Lamb e Threlkeld (2005), os mapeamentos participativos no Brasil surgiram nos anos 1990, porém, incipientemente. Somente a partir de 2001, que se adotou um caráter mais técnico. Nessas experiências, os mapeamentos também obtiveram diversas terminologias, entre elas levantamentos etnoecológicos, mapeamento etnoambiental dos povos indígenas, mapeamento dos usos tradicionais dos recursos naturais e formas de ocupação do território, mapeamento comunitário participativo, mapeamentos culturais, macrozoneamento participativo, etnozoneamento, etnomapeamento, diagnóstico etnoambiental, cartografia social, entre outras. Para Corrêa (2007), essas variações nos termos usados refletem as diferentes estratégias metodológicas utilizadas.

Em essência, o mapeamento participativo promove o reconhecimento espacial e ambiental de populações locais promovendo a inserção de modelos convencionais de conhecimento. Afirma-se que suas raízes metodológicas estariam ligadas às técnicas de observação participativa e metodologias de pesquisa. Nesse sentido, métodos de pesquisa participativa combinados com geotecnologia, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e sensoriamento remoto, foram adotados para a elaboração dos mapas, gerando um novo horizonte de produção e uso de tais instrumentos de representação espacial (Herlihi, 2003).

Esse mapeamento participativo envolve diretamente os membros da comunidade no levantamento de dados sobre o uso da terra e das fronteiras de seus domínios. As tecnologias empregadas variam conforme os projetos implementados, no entanto, a noção de mapeamento participativo surge a partir das comunidades e grupos sociais marginalizados, permitindo identificar referências e pontos-chaves dentro de um determinado território (Acselrad, 2008). No processo de mapeamento participativo, algumas iniciativas focam sua atenção em identificar atividades ligadas à produção econômica, zoneamento ecológico-econômico, planejamento, ordenamento territorial, conflito e risco, incorporando atores e setores da sociedade nas ações de planejamento e no processo de tomada de decisão local (Ataide, 2011; Dalton, 2018).

A cartografia social incorpora novos elementos de práticas cartográficas. Nesse processo, a construção dos mapas é realizada considerando os diversos campos de possibilidades existentes nas localidades estudadas, passando a serem resultantes de uma relação entre pesquisadores e agentes sociais, na qual se indaga a prática cartográfica e legitima-se mediante a academia (Santos, 2016; Silva, 2018). Nesse sentido, vale a pena repensar em incorporar esses novos elementos dentro do levantamento de informações e processo de consolidação de uma cartografia social, já que esse processo envolve pesquisadores de diferentes formações e possui, como elemento fundamental, a participação dos agentes sociais durante a elaboração dos mapas ou representações de territórios, no qual métodos de pesquisa participativa, combinados com geotecnologias, arte, desenho, entre outros, possibilitam a delimitação, descrição e representação de áreas (Santos, 2016; Silva, 2018).

No processo da cartografia social são problematizados não somente os usos dos resultados dos mapeamentos nos quais se ressalta a apropriação territorial, mas também a postura ética dos pesquisadores diante do conhecimento tradicional das populações estudadas (Vaian, 2008). Almeida (2013) afirma que o processo de elaboração dos mapas sob essa abordagem é considerado como um procedimento metodológico e não uma metodologia (Santos, 2016).

No Brasil, a cartografia social ganhou visibilidade principalmente na Amazônia, sendo utilizada como instrumento de luta das comunidades tradicionais da floresta (Acselrad, 2008; Jean, 2021) e possibilitando a espacialização de diversos atributos presentes no território, elencando os conflitos existentes e mostrando a realidade local. Segundo Mendes (2005), esse processo tem contribuído de forma significativa na luta social, política e territorial dessas comunidades, fazendo com que a sua implementação seja bastante útil.

Autores da América do Sul, especificamente do Equador, Colômbia e Brasil, recentemente incorporaram dentro dessa técnica novos tipos de representação, constituindo-se muito importantes para o debate atual. Autores, como Alfredo Wagner, Mike McCall, ou grupos de trabalho, como Estepa da Colômbia, Geobrujas e Unam-Ciga do México, Geografia Crítica do Equador e da Costa Rica, entre outros, indicam que outras formas de representar o território existem, sendo necessárias considerá-las dentro da cartografia social com a finalidade de sair da bidimensionalidade da cartografia.

Segundo McCall e Barragan (2023), por exemplo, indica-se que a criação cartográfica vai além dos mapas comuns, existindo representações corporais (Barnsley, 2006) ou espaciais, como a dança, por exemplo, dos aborígenes da Austrália, ou recriações do espaço por meio de penteados, como pode ser visto em imagens do Museu Nacional de Bogotá onde apresentam-se imagens de mulheres da comunidade negra. Por outro lado, indica-se que a introdução de um artefato falante tridimensional de cerâmica, por exemplo, narra a perspectiva do território de uma maneira particular, tornando possível compartilhar um processo de cocriação, uma multiplicidade de emoções, sentimentos e pensamentos que muitas vezes vem à tona mediante um silêncio caloroso e passivo, acompanhado pela modelagem da argila e pelo ritmo de tambores ressonantes.

Sons ancestrais que evocam memórias e sentimentos, e convocam para uma introspecção dos participantes, gerando espaços poéticos e de reflexões que aproximam cada vez mais das narrativas das territorialidades vivenciadas por cada um dos participantes (Escobar, 2014; Hurtado, 2013). Portanto, consideramos fundamental abordarmos essas novas técnicas dentro das pesquisas socioambientais, já que em essência entra-se num diálogo da representação físico-cultural, interligada ao ambiente local.

No Brasil, o Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia (PNCSA) é referência em nível nacional e mundial sobre a aplicação dessa técnica. O projeto tem como objetivo dar ensejo à autocartografia dos povos e comunidades tradicionais na Amazônia. Busca, mediante o material produzido, agregar maior conhecimento sobre o processo de ocupação dessa região, e sobretudo uma maior ênfase e um novo instrumento para o fortalecimento dos movimentos sociais que nela existem.

Indica-se que tais movimentos sociais consistem em manifestações de identidades coletivas, referidas a situações sociais peculiares e territorializadas (Lima, 2018). Territorialidades construídas socialmente pelos diversos agentes sociais. Aqui a cartografia se mostra como um elemento de combate, e o PNCSA busca materializar a manifestação da autcartografia dos povos e comunidades mediante o uso de algumas ferramentas. Ensinando técnicas de GPS e de mapeamento, além de conversar com os agentes e coletar depoimentos sobre a história social e problemas da comunidade, os agentes sociais produzem croquis, mapeando sua região e indicando quais os elementos relevantes para a sua composição.

Essas ilustrações compreendem desenhos, esboços e reproduções de símbolos e objetos (remos, casas, embarcações, instrumentos de trabalho, animais, plantas, etc.) que são transformados, a partir do trabalho da equipe de pesquisadores e comunidade, em ícones para compor as legendas dos mapas.

3 ÁREA DE ESTUDO E MÉTODO

No bioma Catinga, encontra-se o assentamento "Jacaré Curitiba" (AJC), localizado entre os municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo no estado de Sergipe (Ver Mapa 1). No âmbito do INCT Odisseia, essa região é chamada de Sítio São Francisco. Segundo a Codevasf (2018), até aquele ano, no AJC moravam mais de 800 famílias. Escolheu trabalhar nessa área devido a diferentes fatores, entre eles porque é considerada como um dos maiores assentamentos da América do Sul, por sua dinâmica socioeconômica e produtiva, bem como suas características ambientais.

A aplicação da cartografia social partiu do estabelecimento de técnicas de investigação, ação, observação participativa e pesquisa colaborativa, que somadas permitiram estabelecer a coconstrução do conhecimento. A vinculação de atores sociais ao processo de coconstrução aconteceu mediante a incorporação de três pesquisadores comunitários ao projeto – compreendidos estes como agentes sociais e legítimos possuidores do conhecimento local –, permitindo coletar dados primários e validar dados secundários.

Em um primeiro momento, foi realizada a revisão de dados geoespacializados utilizando imagens de satélite (Cbers 4A, Câmera WPM - PAN de resolução espacial de 2 metros) e mapas providenciados por diferentes entidades públicas e privadas. Paralelamente, promoveu-se uma aproximação da população local via conversações, buscando compreender a área estudada.

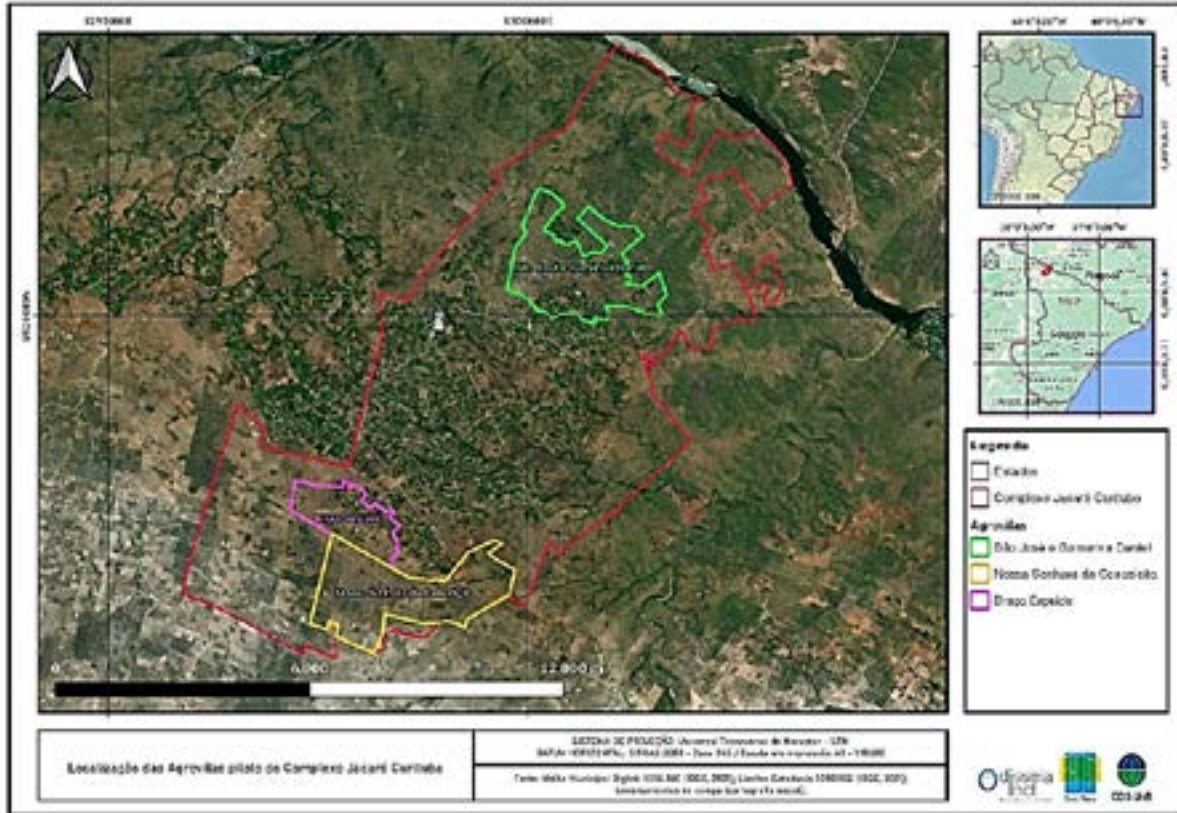


Figura 1 – Mapa do assentamento com as agrovilas identificadas

Fonte: Autores

Posteriormente, usando o aplicativo Tracklia, que permite desenvolver mapeamentos através de sistema de *webmap*, impulsionou-se a delimitação das quatro áreas-piloto da área de estudo, sendo elas as agrovilas: São José, Braço Erguido, Samariva Daniel e Nossa Senhora da Conceição (Figura 1). Feito isso, identificaram-se diversos atributos presentes no território, que foram estabelecidos mediante uma guia de levantamento de pontos, em função das seguranças da abordagem Nexus+ mencionadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos a serem identificados no assentamento e áreas-piloto

<i>Points Identified in relation to the NEXUS+ approach</i>				
<i>Socioecológica/ Fundriária</i>	<i>Hídrica</i>	<i>Alimentar</i>	<i>Energética</i>	<i>Socioecológica</i>
Limites do assentamento e Agrovilas	Rede de abastecimento de água	Roças das famílias	Rede elétrica do local	Áreas de moradia
Dimensões dos lotes	Rede de esgoto	Áreas de produção	Fontes de energia renováveis	Áreas degradadas
Identificação de agrovilas e limites	Área de irrigação ou irrigada	Tipos de produção por áreas	Centrais elétricas de distribuição	Locais de reuniões
Delimitação das áreas das agrovilas	Áreas de risco por contaminação de rio, reservatório, etc.	Áreas de Pesca	Iluminação pública	Áreas de risco por uso de agrotóxicos

<i>Points Identified in relation to the NEXUS+ approach</i>				
<i>Socioecológica/ Fundriária</i>	<i>Hídrica</i>	<i>Alimentar</i>	<i>Energética</i>	<i>Socioecológica</i>
Limites do assentamento e Agrovilas	Rede de abastecimento de água	Roças das famílias	Rede elétrica do local	Áreas de moradia
Dimensões dos lotes	Rede de esgoto	Áreas de produção	Fontes de energia renováveis	Áreas degradadas
Identificação de agrovilas e limites	Área de irrigação ou irrigada	Tipos de produção por áreas	Centrais elétricas de distribuição	Locais de reuniões
Delimitação das áreas das agrovilas	Áreas de risco por contaminação de rio, reservatório, etc.	Áreas de Pesca	Iluminação pública	Áreas de risco por uso de agrotóxicos
Áreas de sequeiro	Áreas de conflito por uso de água para irrigação	Produção agroecológica	Subcentrais elétricas de distribuição	Áreas de conflito por uso de agrotóxicos
Áreas de irrigação	Pontos de abastecimento de água	Áreas de criação de gado e identificação de animais	Transformadores de energia nas agrovilas	Áreas contaminadas por resíduos orgânicos e sólidos
Invasões	Localização das bombas de água		Transformadores de energia nas casas de bomba	Área de conservação
Conflito por terras	Reservatórios, cisternas de água, tanques, outros.			Recreação das famílias
Pastagens	Poços			Convenções ou socialização
Lotes irregulares	Rios			Áreas de contaminação hídrica
	Nascentes			Extrativismo
				Cooperativas
				Queima de áreas para cultivo
				Áreas de queimada de resíduos
				Extrativismo vegetal
				Áreas de despejo de resíduos (entulhos)
				Território Salinizado

Fonte: Elaboração dos autores.

A implementação da cartografia social no projeto passou por cinco etapas: 1) Análise de dados secundários da área de estudo; 2) Identificação do aplicativo, capacitação e elaboração da guia cartográfica; 3) Delimitação das agrovilas e identificação dos atributos da área de estudo; 4) Espacialização das informações; 5) Validação dos dados em campo e devolutiva.

A etapa cinco (5), validação dos dados e devolutiva, foi a mais importante, já que a população local, com o apoio dos pesquisadores de Brasília e também locais, verificou e validou os atributos identificados no assentamento, ajustando a localização e incluindo informações (Figura 2). Essa etapa foi proposta de maneira a garantir a qualidade dos dados e estabelecer a coconstrução do conhecimento, proporcionando, em conjunto, um panorama do assentamento próximo à realidade atual.

Para isso, foram organizadas quatro oficinas participativas na área de estudo, nas quais foram apresentados os mapas elaborados correspondentes a cada agrovila (4), mais um do assentamento (1). Na ocasião, impulsionou-se a participação de trabalhadores rurais, camponeses, comerciantes, donas de casa, empreendedores comunitários individuais, técnicos locais, membros de associações, de centros educativos e de entidades de apoio ou cooperativas, que, em conjunto, possibilitaram estabelecer uma compreensão abrangente das problemáticas sociais e ambientais locais, bem como identificar possíveis alternativas de solução sugeridas. Ao todo, participaram 57 pessoas nas diferentes oficinas realizadas, que compareceram em resposta a um convite realizado a cada uma das famílias das agrovilas abordadas. Cabe mencionar que, para cumprir as considerações éticas da pesquisa, para todas as atividades realizadas, entre elas registro de falas, imagens e dinâmicas sociais, procedeu-se à assinatura de termos de autorização de uso de informação e imagens com cada participante.



Figura 2 – Oficina de validação de informações da cartografia social

Fonte: Autores (março de 2021).

As oficinas de trabalho, como mencionado, possibilitaram a validação do mapeamento e o adição de novos elementos aos dados coletados mediante um novo processo participativo, chegando ao registro de 720 informações, que, pelas características e robustez, demandaram organização e ponderação.

Esses elementos foram organizados por classe, facilitando uma hierarquização em função de aspectos ambientais, recursos naturais, infraestrutura, físicos e produtivos. Adicionalmente, mapeou-se a distribuição das moradias a partir de 10 critérios, com a finalidade de compreender a situação de cada uma em relação à ocupação (Tabela 2). A escolha dos critérios foi o resultado da coconstrução, já que a sua definição foi consolidada junto com os moradores e pesquisadores comunitários.

Tabela 2 – Principais atributos identificados pela cartografia social

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Quantidade de pontos	
Antrópica rural	Residência rural	Residência de lote/Lote da associação/ Residência	28	
	Lote rural	Lote de sequeiro ou irrigado	17	
	Pesca	Artesanal	2	
	Agrovila	Nome da agrovila	11	
	Conflitos	Invasão	1	
	Espaços sociais	Igreja/Campo de futebol/Quadra de futebol/ Salão de reuniões/Centro comunitário/ Escritório/Nome do encontro/Pontos de encontro	30	
	Comércio	Serviços (borracharia e bares)	11	
	Infraestrutura	Escola/Estradas/Silagem/Casa de bombeamento/Tanque de resfriamento/ Posto de saúde/Subestação de energia/ Ordenha/Energia eólica/Energia solar/Fábrica/ Confinamento/Coleta de leite	96	
	Antrópica não agrícola	Áreas degradadas	Lixo/Esgoto/Queimada/Salinizada/ Desmatamento	30
		Área de Mineração		0
Antrópica agrícola	Cultura temporária	"Hortaliças, quiabo, milho, feijão, sorgo, maracujá, macaxeira, feijão-de-corda, pimenta, macaxeira, capim asu, batata-doce, melancia, pimenta-de-cheiro, maracujá e abóbora."	147	
	Cultura permanente	Acerola, acerola e capim, banana, bananeira, caju, coqueiro, goiaba, laranja, limão, macaxeira, manga, maracujá, milho, palma, quiabo, tomate e uva.	161	
	Pastagem	Gado e ovelha/Lote de sequeiro/Lote de pastagem	18	
	Piscicultura	Tanques de criação/Sem peixes no momento do levantamento	2	
	Terra arada	Roça em preparo	1	
	Pecuária	Nome da criação	48	
	Silvicultura	Extração de madeira	1	

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Quantidade de pontos
Água	Massas d'água	Barragem/Açude	15
	Curso de água	Riacho	15
	Área úmida	Área alagada	4
	Infraestrutura	Cisterna/Caixa-d'água/Poço/Coleta de água	37

Fonte: Autores.

Tabela 3 – Relação de ocupação das casas por agrovilas

Critério	Situação	Descrição
A	Casa fechada	A casa não tem ocupantes, mas os vizinhos informam que a família mora no lote (Ej.)
B	Alugada	A casa está alugada a parentes, pessoas do assentamento ou de fora.
C	Própria RB	A casa está ocupada por beneficiários da primeira geração.
D	Cedida	A casa foi deixada para algum membro da família ou amigo que não está em situação de RB.
E	Emprestada	Casa emprestada para morar.
F	Cuidada	Casa deixada aos cuidados de alguém em troca de manutenção e alimentação de animais.
G	Ocupada por filho de assentado	Casa herdada dos beneficiários a familiares de primeiro grau
H	Em juízo	Casa em processo de litígio
I	Com morador que só tem casa na agrovila	Casa com morador que só reside ali e não tem lote.
J	Outras	Descrever

Fonte: Autores.

Paralelamente e a partir do guarda-chuva da abordagem Nexus+, incorporamos dentro da cartografia social o método Analytic Hierarchy Process (AHP).

O método AHP, proposto por Saaty (1991), é eficiente por analisar elementos da paisagem levando em consideração a influência que cada variável desempenha sobre os fenômenos a serem analisados (Miara; Oka-Fiori, 2007), assim, o AHP permite entender o problema de forma organizada e hierarquizada (Marins *et al.*, 2009). Porém, a sua estruturação e atribuição de pesos, para as variáveis utilizadas, depende da compreensão e comparação entre elas, formando assim uma matriz de relação.

Essa definição de prioridades está fundamentada na capacidade de percepção do pesquisador sobre o fenômeno e as situações observadas (Marins *et al.*, 2009). Nesse sentido, Saaty (1991) propôs a escala disposta na Tabela 4, com valores que variam de 1 a 9, em que 1 indica que os elementos são de igual importância e 9 representa extrema importância de um elemento sobre o outro, existindo valores intermediários entre eles.

Tabela 4 – Definição de parâmetros utilizando no AHP

Intensidade	Definição	Explicação
1	Mesma importância	Dois elementos contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.

<i>Intensidade</i>	<i>Definição</i>	<i>Explicação</i>
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é fortemente favorecida em relação à outra e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência a favor de um elemento sobre o outro é da maior ordem de afirmação.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Fonte: Saaty (1991).

A partir disso, definem-se parâmetros prioritários no estudo e os pesos cumulativos associados a cada um para determinar a importância relativa de cada alternativa em termos de cada critério.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesquisadores de campo, através do uso do Tracklia, levantaram 720 atributos no assentamento (Tabela 2). Estes contemplam desde áreas específicas nas agrovilas e lotes até infraestrutura local, seja de residência, produção, acesso a recursos naturais e serviços básicos, comércio e recreação.

Espacializadas as informações observadas nas quatro agrovilas, observa-se que existe uma totalidade de 173 moradias, distribuídas da seguinte maneira: São José 27; Samariva Daniel 37; Braço Erguido 70 e Nossa Senhora da Conceição 39. Sobre a situação de cada uma delas, esta difere por agrovila mostrando uma interessante dinâmica em relação à ocupação, transferência, presença dos donos e arrendamento, principalmente em Samariva Daniel e Nossa Senhora da Conceição.

Levantados todos os atributos no assentamento e por agrovilas, estes foram espacializados e plotados num mapa (Figura 3). Como pode ser observado, existe uma maior concentração de atividades e infraestrutura no centro do assentamento, área que, de fato, concentra a maior quantidade de moradias, lotes produtivos e atividades locais. Um dos aspectos mais importantes que se identificou foi a distribuição de atividades produtivas na área, que, vinculada ao perímetro, seja irrigado ou de sequeiro, moldou o tamanho dos lotes, a criação de animais e a produção de derivados, assim como a concentração de infraestrutura de serviços básicos e abastecimento de água.

Outros dados de interesse que foi possível obter e descrever no mapa foram: áreas de reserva, irrigadas, de queimada, produtivas, práticas locais, de sociabilização, além de problemáticas na área de estudo, entre elas salinidade da terra, problemáticas para a produção e o comércio, conflito por uso de agrotóxicos e uso de água, e precária qualidade da água e abastecimento. Com relação à salinização, observa-se em âmbito do assentamento a existência de um importante número de áreas afetadas, entre essas áreas estão algumas das agrovilas estudadas, Samariva Daniel, São José e Nossa Senhora da Conceição. Sobre o problema da comercialização, foram identificados pontos de coleta de produtos lácteos e agrícolas, e, com isso, as dificuldades que as famílias atravessam para chegar até os seus destinos, por conta da acessibilidade e situação das estradas.

Em relação à produção, observamos que esse tema está vinculado principalmente às áreas (sequeiro e irrigado) e à quantidade de água acessada, aspecto que, por conta da pressão da água, origina conflitos

Tabela 5 – Organização dos atributos por seguranças do Nexust+, prioridade e transversalidade
(P: Prioritária; T: Transversal)

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Ciclo	Utilidade do dado Geoespacial	"Alimentar P ou T"	"Hídrica P ou T"	"Fundiária P ou T"	"Energética P ou T"	Socioecológica P ou T
	Residência rural	Residência de lote / Lote da associação / Residência							
	Lote rural	Lote de sequeiro ou irrigado							
	Pesca	Artesanal							
	Agrovila	Nome da agrovila							
	Conflitos	Invasão							
Antrópica rural	Espaços sociais	Igreja / Campo de futebol / Quadra de futebol / Salão de reuniões / Centro comunitário / Escritório / Nome do encontro / Pontos de encontro	Tempo médio para ciclo da cultura, considerando a fase de colheita em áreas irrigadas	Descreve como cada dado pode ser aplicado ao estudo e qual a sua relação com a segurança analisada de modo principal e transversal	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "P".	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "P".	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "P".	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "P".	Segurança transversal à variável. Pode ser utilizada, porém não apresenta prioridade máxima. Marcar utilizando um "T".
	Comércio	Serviços (borracharia e bares)							
	Infraestrutura	Escola / Estradas / Silagem / Casa de bombeamento / Tanque de resfriamento / Posto de saúde / Subestação de energia / Ordenha / Energia eólica / Energia solar / Fábrica / Confinamento / Coleta de leite							
Antrópica não agrícola	Áreas degradadas	Lixo / Esgoto / Queimada / Salinizada / Desmatamento							
	Área de Mineração	Não							



Classe 1	Classe 2	Classe 3	Ciclo	Utilidade do dado Geoespacial	"Alimentar P ou T"	"Hídrica P ou T"	"Fundiária P ou T"	"Energética P ou T"	Socioecológica P ou T
		"Hortaliças, quiabo, milho, feijão, sorgo, maracujá, macaxeira, feijão-de-corda, pimenta, macaxeira, capim asu, bata-ta-doce, melancia, pimentão-de-cheiro, maracujá e abóbora."							
	Cultura temporária								
		Acerola, acerola e capim, banana, bananeira, caju, coqueiro, goiaba, laranja, limão, macaxeira, manga, maracujá, milho, palma, quiabo, tomate e uva.							
Antrópica agrícola		Curral	Tempo médio para ciclo da cultura, considerando a fase de colheita em áreas irrigadas.	Descrever como cada dado pode ser aplicado ao estudo e qual a sua relação com a segurança analisada de modo principal e transversal.	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "p".	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "p".	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "p".	Segurança prioritária para a variável. Marcar utilizando um "p".	Segurança transversal à variável. Pode ser utilizada, porém não apresenta prioridade máxima. Marcar utilizando um "T".
	Pastagem	Gado e ovelha / Lote de sequeiro / Lote de pastagem							
	Piscicultura	Tanques de criação							
	Terra arada	Roça em preparo							
	Pecuária	Nome da criação							
	Silvicultura	Extração de madeira							
Natural vegetation	Caatinga	Delimitação da área							
	Massas d'água	Barragem / Açude							
	Curso de água	Riacho							
	Área úmida	Área alagada							
Water	Infraestrutura	Cisterna / Caixa-d'água / Poço / Coleta de água							

Fonte: Autores.

4.1 A APLICAÇÃO DO AHP DENTRO DA CARTOGRAFIA SOCIAL E RESULTADOS

A utilização do AHP em consonância com a cartografia social permitiu que as seguranças fossem avaliadas de forma quali-quantitativa, reduzindo com isso o caráter subjetivo existente na ponderação dos pesos das variáveis utilizadas. As informações em conjunto com dados secundários adquiridos proporcionaram a criação de uma rotina de análise com conjunto de dados específicos para cada uma das seguranças.

Tendo em vista que o projeto se encontra em andamento, algumas análises de seguranças apresentam dados preliminares ou recortes, portanto, mostra-se aqui o que vem sendo desenvolvido em algumas análises de vulnerabilidade das seguranças, bem como alguns resultados. Nesse sentido, uma das seguranças que já estão num estágio mais avançado nas análises é a energética e hídrica. Abaixo exibe-se o fluxograma da segurança hídrica, que guiou as etapas e dados analisados (Figura 4).



Figura 4 – Fluxograma de etapas e dados utilizados na segurança hídrica.

Fonte: Os autores.

Nesse processo a utilização dos dados secundários: rede de água; informações oriundas do sensoriamento remoto: barragens, rios e açudes; além das informações levantadas pela cartografia social: cisternas, situação da rede, casa de bomba e tipos de lotes permitiram iniciar o processo para mensurar qual o estágio da segurança hídrica na área das agrovilas-piloto, tudo isso por meio da ponderação dos pesos de cada uma das camadas de dados utilizadas (Figura 5).

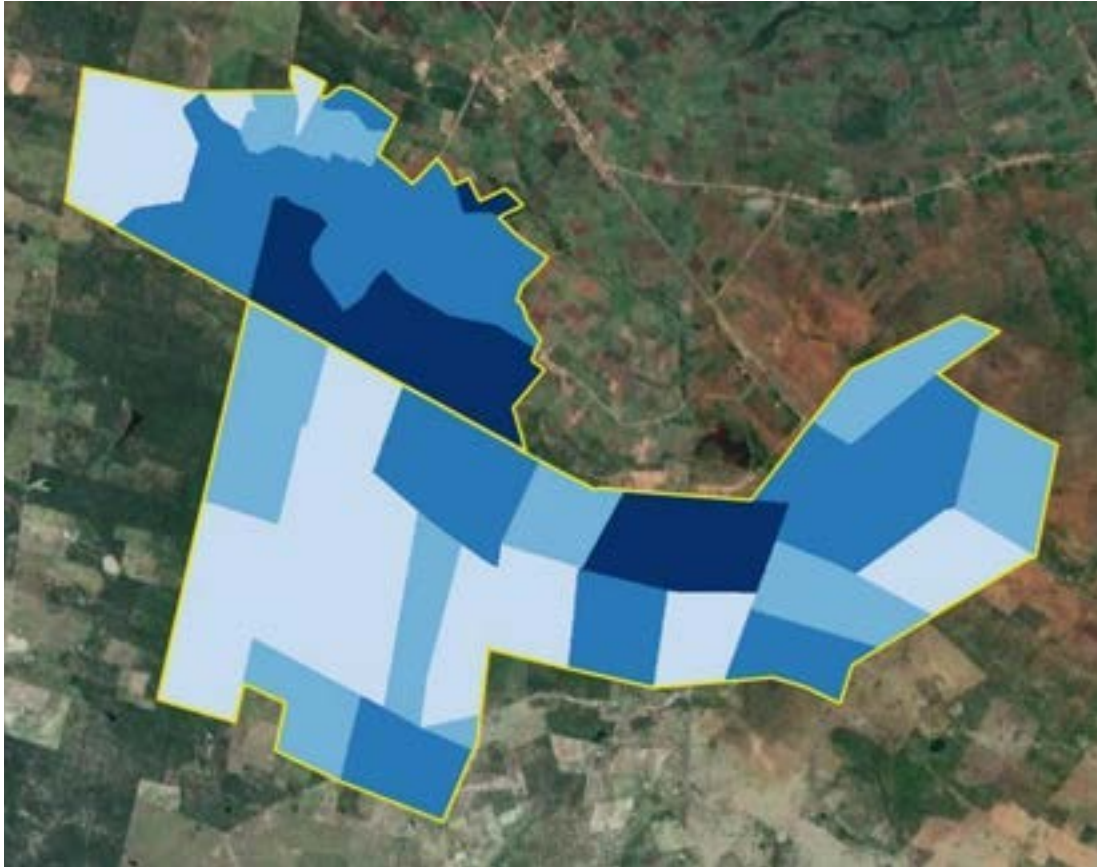


Figure 5 – Espacialização preliminar da segurança hídrica nas agrovilas Braço Erguido e Nossa Senhora da Conceição.

Descrição: Azul intenso, maior segurança; azul claro, menor segurança.

Fonte: Autores.

Dentro da segurança energética é realizada uma comparação dos níveis de segurança entre as quatro agrovilas-piloto deste estudo. Este revelou que apenas a agrovila Braço Erguido apresenta um nível de segurança energética muito alto ou aceitável para a maioria dos lotes (Jean *et al.*, 2024). Os lotes nas outras três agrovilas (São José, Samariva Daniel e Nossa Senhora da Conceição) geralmente apresentam níveis baixos ou muito baixos de segurança energética, o que pode indicar uma tendência a ser observada em todo o assentamento. Também é importante notar que mais de 66% das 109 famílias estudadas consideram o acesso à energia precário em seu assentamento, o que reforça a viabilidade da tendência dos resultados descritos neste trabalho (Jean *et al.*, 2024). O custo da energia local é considerado alto pelos padrões locais, conforme enfatizado acima, o que também reforça a questão da insegurança energética (Jean *et al.*, 2024).

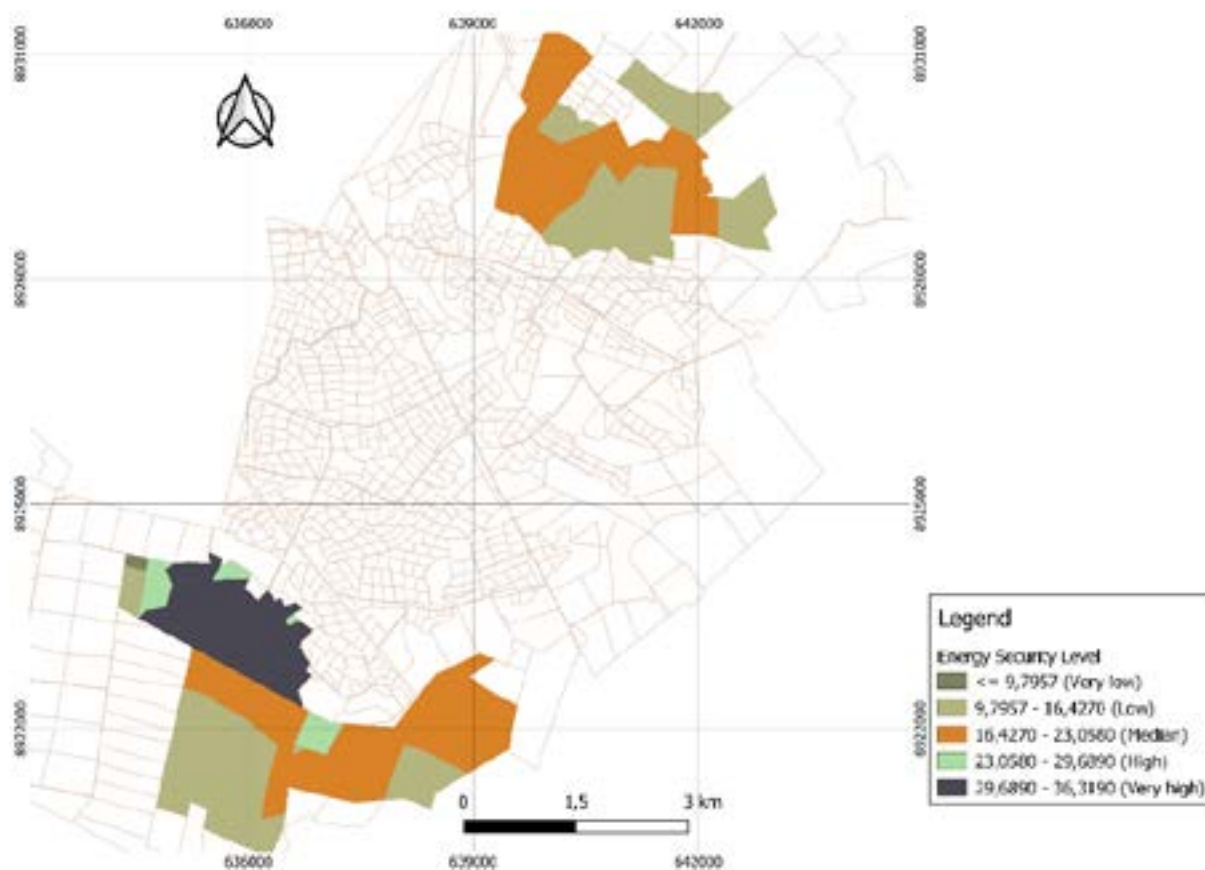


Figura 6 – Comparação das avaliações de segurança energética entre as quatro (4) aldeias agrícolas

Fonte: Autores.

Nos últimos anos alguns estudos que envolveram a incorporação da técnica da cartografia social vinculados à abordagem NEXUS já foram realizados, porém, eles foram aplicados para evidenciar e incentivar o uso coeso dos recursos naturais, subsidiando a melhoria da qualidade de vida dos moradores, priorizando a ideia de soberania alimentar, acesso à água tratada e fonte de energia estável, norteando a preservação do meio ambiente em que estão inseridos (Gorayeb, 2023).

Tavares (2023) propõe preencher lacunas de conhecimento relevantes ao nexus na Amazônia oriental e a descrever os procedimentos metodológicos para enriquecer a geografia humana e socioambiental. Os autores aplicam metodologias quali-quantitativas (Matriz SWOT e Método Q) para determinar entendimentos “de baixo para cima” do nexus água-energia-alimento de comunidades rurais e ribeirinhas do nordeste paraense. Identificam de maneira empírica quatro subjetividades que mostram como as comunidades entendem o nexus: Fator 1: Renda e água; Fator 2: Prioridade energia no nexus; Fator 3: Alimento é a prioridade; e Fator 4: Conexão água-energia-alimento.

Zara (2020), por outro lado, explora as implicações sociais, culturais e políticas com as relações e as compreensões sobre o nexu água-energia-alimento, mostra como os jovens expressam uma gama de sensibilidades sociopolíticas que se articulam com a comida e expandem o pensamento de nexu de várias maneiras interconectadas. Primeiro, expondo os processos multiescalares e multitemporais subjacentes aos seus "nexos" cotidianos. Segundo, desestabilizando o nexu água-energia-alimento para incluir elementos sempre novos que emergem de experiências vividas de acesso a recursos. Terceiro, mostrando a inserção dos recursos nas culturas, políticas e tecido social das comunidades. Quarto, descobrindo o funcionamento da diferença social na articulação de des/conexões do nexu. É por meio desses encontros com jovens no Brasil que propomos uma (re)politização e transfiguração crítica do pensamento do nexu.

Como observado, as únicas pesquisas publicadas sobre o uso da cartografia social dentro da abordagem NEXUS empregam uma metodologia de pesquisa baseada no bottom-up a partir da matriz SWOT e mapeamento participativo, ou se explora as implicações sociais, culturais e políticas de um setor específico da sociedade, como é o caso dos jovens na pesquisa de Zara (2020). Os autores observam: ritmos, experiências, sentimentos sociopolíticos, processos multiescalares e multitemporais sobre um tema e numa área determinada, mas não dimensionam uma problemática em função da vulnerabilidade, como é feito aqui, demonstrando a sua necessidade de análise e especificidades.

5 CONCLUSÕES

A abordagem Nexus+ exige tanto da academia quanto das demais partes interessadas, um esforço conjunto para coordenar interesses particulares em direção ao interesse comum de contribuir para a construção de uma sociedade mais resiliente, incluindo a participação social e institucional (Araújo, 2019). A sua implementação na cartografia social e a incorporação da metodologia AHP permitiram demonstrar que uma abordagem transdisciplinar possibilita abordar melhor problemas socioambientais complexos.

Esse enfoque mostrou que uma nova compreensão ontológica, epistemológica e metodológica do conhecimento científico é possível, tornando válida a sua implementação para compreender questões complexas. Portanto, sugere-se a sua replicabilidade em projetos de pesquisa que promovam soluções de problemáticas socioambientais a partir da abordagem Nexus+. Outro elemento-chave nesse processo foi a promoção e o estabelecimento da coconstrução do conhecimento, envolvendo pesquisadores de diferentes áreas e regiões, o que possibilitou um processo de coleta, sistematização e análise de dados ainda mais refinado.

Por outro lado, observou-se que a utilização de dados de informação geográfica e aplicativos de *webmap* é viável, uma vez que auxilia na identificação de atributos, assim como na compreensão das alterações no território, compreendendo a realidade social e ambiental da região, assim como as problemáticas, necessidades e demandas da população em relação a aspectos vinculados à água, energia, alimentação, território e meio ambiente. O conhecimento mapeado só foi possível por meio dos participantes, os autores do presente trabalho, que guiaram e consolidaram o processo através da intermediação entre conhecimento empírico local e técnicas metodológicas, tornando-se viável a coconstrução no processo de pesquisa.

Entre os dados mais importantes, observou-se que existem diversos pontos na área de estudo com problemas de salinização, conflito por uso de agrotóxicos e uso de água, baixa qualidade da água e do abastecimento, demandando a organização interna da comunidade para solucionar esses problemas. Por outro lado, a metodologia subsidiou a identificação do uso e ocupação do solo, mapeando os tipos de produção e culturas estabelecidas, assim como a quantidade de áreas ocupadas pelas atividades mencionadas.

O trabalho permitiu observar que a produção em áreas de sequeiro e de irrigação gera disparidade em relação à colheita de produtos e geração de renda, provocando maior vulnerabilidade em algumas regiões, porém, principalmente em relação à segurança alimentar. Esse é um exemplo de resultado que a implementação da cartografia social possibilitou alcançar. No entanto, a análise da vulnerabilidade por seguranças e as agrovilas estudadas projetadas nos mapas de vulnerabilidade permitem observar a situação real por cada área em relação às seguranças mencionadas, motivando atores sociais e pesquisadores comunitários a demandarem ações concretas aos tomadores de decisão.

O trabalho teve algumas limitações, entre elas empregar outras técnicas de representação do espaço, como as de dança, pintura e artesanato, já que representam de maneira muito viva e não bidimensional a representação de uma cultura ou povo, aspectos que poderiam ter sido mais bem aproveitados, trazendo novas informações dentro do estudo. Aqui, o objetivo não foi tratar desse tipo de análise, porém, recomenda-se a incorporação dessas técnicas dentro da cartografia social e sua aplicação no Brasil.

Por fim, esperamos que os registros e dados produzidos até aqui sirvam de bases para a geração de políticas públicas adequadas e efetivas, motivando os tomadores de decisão a elaborá-las ouvindo a população beneficiária.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho teve o apoio do Projeto INCT/Odisseia-Observatório das dinâmicas socioambientais: sustentabilidade e adaptação às mudanças climáticas, ambientais e demográficas (chamada INCT – MCTI/CNPq/CAPES/FAPs n.16/2014), com suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) processo 465483/2014-3; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) processo 23038.000776/2017-54; e Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) processo 193.001.264/2017.

REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H., COLI, L. Disputas territoriais e disputas cartográficas. In: **Cartografias sociais e território**. ACSELRAD, H. (org.). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008, n. 1, 168 p. (Coleção Território, ambiente e conflitos sociais).
- ALMEIDA, A. Nova cartografia social: territorialidades específicas e politização da consciência das fronteiras. In: **Povos e Comunidades Tradicionais**. Manaus: PNCSA/UEA, 2013. p.157-173.
- ARAÚJO, M.; OMETTO, J.; RODRIGUES FILHO, S.; BURSZTYN, M.; LINDOSO, D.; LITRE, G.; GAIVIZZO, L.; FERREIRA, J.; REIS, R.; ASSAD, E. **The socio-ecological Nexus+ approach used by the Brazilian Research Network on Global Climate Change, Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 39, p. 62-70, 2019. ISSN 1877-3435. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.08.005>.
- ATAIDE, M. **A Etnocartografia no Brasil – 10 Anos Depois**. Equipe de Conservação da Amazônia – ACT Brasil. XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA - Curitiba-PR - Brasil, 21 a 24 de agosto de 2011.
- BARGAS, J. R.; CARDOSO, L. F. **Cartografia social e organização política das comunidades remanescentes de quilombos de Salvaterra, Marajó, Pará, Brasil**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. Hum., Belém, v. 10, n. 2, p. 469-488 maio-ago. 2015.
- BARNESLEY, J. **El cuerpo como territorio de la rebeldía**. 2. ed. Caracas: Unearte. 231 p. 2006. Available at: https://mediacionartistica.files.wordpress.com/2017/08/el_cuerpo_como_territorio_de_la_rebeldia.pdf. Access at: 9 jun. 2022.
- CHAPIN, M. *et al.* Mapping Indigenous Lands. **Annu. Rev. Anthropol.**, v. 34, p. 619–638. 2005.
- CODEVASF. **Projeto Público de Irrigação Jacaré-Curituba**. Available at: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocios/agricultura-irrigada/projetos-de-irrigacao/em-producao/jacare-curituba>. Access at: 5 abr. 2023.
- DALTON, C. W.; STALLMAN, J. L. **Counter-mapping data science: new terrain cartography applications**. *Geog. Files*, Dalton_countermapping_data_science.pdf
- DIEZ, J. **Cartografía social: teoría y método estrategias para una eficaz transformación comunitaria**. Editorial Biblos, 15 de mai. de 2018. 102 p Available at: <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549/interespaco.v2n6p273-293>
- ESCOBAR, A. **Sentipensar con la tierra: nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia**. Cartilla, Universidad Nacional de Colombia. 2014.
- FOX, J. *et al.* O poder de mapear: efeitos paradoxais das tecnologias de informação espacial. In: **Cartografias sociais e território**. ACSELRAD, H. (or.). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2008, n. 1,168 p. (Coleção Território, ambiente e conflitos sociais).
- GORAYEB, A. *et al.* Participatory Mapping of the Water Food-Energy Nexus in the Brazilian Semi-arid Region to meet the SDGs. **Abstracts of the ICA**, v. 6, p. 1-2, 2023. Available at: <https://ica-abs.copernicus.org/articles/6/75/2023/ica-abs-6-75-2023.pdf>

HERLIHI, P. H.; KNAPP, G. (eds.). Maps of, by and for the Peoples of Latin America. Human Organization. **Journal of the Society for Applied Anthropology**, v. 62, n. 4, Winter 2003.

HURTADO, Y. **Diálogo de saberes artísticos**. Vivencia teórico-prática. p. 139-154, 2013.

JEAN, W. *et al.* A GIS for Rural Electrification Strategies in the Brazilian Amazon. **Papers in Applied Geography**, v. 7, n. 3, p. 239-255, 2021. DOI: 10.1080/23754931.2020.1870539

JEAN, W. *et al.* Linking Energy Transition to Income Generation for Vulnerable Populations in Brazil: a win-win strategy. **Sustainability**, n. 16, 7527, 2024. Available at: <https://doi.org/10.3390/su16177527>

JEAN, W. *et al.* Energy security assessment in rural communities in Brazil: a contribution to public policies. 2024. Em revisão. **Revista Energy nexus**. Submetida em agosto 2024.

LIMA, R. **Preservação digital e “divulgação” científica na Amazônia**. Manaus: UFAM /Dissertação, 2018. Available at: <http://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6049>. Access at: 27 out. 2024.

LINDOSO, D. P. *et al.* **Uma Odisseia no campo socioambiental da pesquisa transdisciplinar**. Bases epistemológicas para a coconstrução do conhecimento do projeto INCT-Odisseia, estudo de caso do Baixo São Francisco. Brasília: Capes/CNPQ/FAPDF, 2021. Available at: <https://odisseia.unb.br/wp-content/uploads/2020/10/Working-Paper-1.pdf>.

MARINS, C. *et al.* **O uso do método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões Gerenciais**: um estudo de caso. XLI SBPO – Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, 2009. p. 1778.

MENDES, J. S. *et al.* Impactos Socioambientais em Comunidades Atingidas pelos Empreendimentos de Energia Eólica: o caso de Xavier, Camocim, Ceará. In: GORAYEB, A.; MEIRELES, A. J. A.; SILVA, E. V. (Org.). **Cartografia Social e Cidadania**: experiências de mapeamento participativo dos territórios de comunidades urbanas e tradicionais. Fortaleza. Expressão Gráfica, 2005, p. 135-166.

MIARA, M. A.; OKA-FIORI, C. Análise por múltiplos critérios para a definição de níveis de fragilidade ambiental – um estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Cará-Cará, Ponta Grossa-PR. **R. RA´E GA**, n. 13, 2007.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill. 1991.

SANTOS, D. Cartografia social: o estudo da cartografia social como perspectiva contemporânea da Geografia. **InterEspaço**, Grajaú/MA, v. 2, n. 6 p. 273-293, 2016.

SILVA, L.; GOMES, M.; FREITAS, V. B. A Cartografia Social como Processo Organizativo de Visibilidade e Mobilização Social: relato da experiência com moradores em áreas sujeitas a inundação na cidade de Guarapuava-PR, entre 2015 e 2016. **Geografia**, Londrina-PR, v. 27, n. 2. p. 225–245, agosto. 2018.

TAVARES, G. *et al.* Análise bottom-up do nexus água, energia-alimento na Amazônia oriental. **Revista de Geografia**, Recife-PE, v. 40, p. 225-254, 2023. Available at: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/25756>

ZARA, C. *et al.* Geographies of food beyond food: transfiguring nexus-thinking through encounters with young people in Brazil. **Social & Cultural Geography**, 2020. DOI: 10.1080/14649365.2020.1809010

Rethinking Oran Young's model for studying the effectiveness of international institutions: absorption and incorporation, and vulnerability as new variables

Repensando o modelo de estudo da efetividade das instituições internacionais de Oran Young: absorção, incorporação e vulnerabilidade como novas variáveis

Rafaela Resende Sanches ¹

¹ Phd in International Relations, Professora, Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH), Centro Universitário UNA, Ânima Educação, Belo Horizonte, MG, Brazil
E-mail: contato.rafaelasanches@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v15n3.2024.55623

Received: 24/09/2024
Accepted: 27/11/2024

ARTICLE-VARIA

ABSTRACT

This article proposes a theoretical reflection on the effectiveness of international institutions, expanding Oran R. Young's classic model and incorporating two new variables: "Absorption and Incorporation" and "Vulnerability". Starting from a visit to the contributions of authors such as Duffield, Keohane and Nye on the subject, the work explores how the capacity of States to internalise institutional norms and rules, as well as their vulnerability to global problems, have a direct impact on the effectiveness of these institutions. Without claiming to be an immediate empirical analysis, the article offers a theoretical contribution to the field of International Relations, expanding Young's model and suggesting that future research apply these new variables in case studies. In doing so, it aims to advance the understanding of the mechanisms through which international institutions influence the behaviour of States and generate tangible results in global governance.

Keywords: International Institutions. Effectiveness. Governance. Absorption and Incorporation. Vulnerability.

RESUMO

Este artigo propõe uma reflexão teórica sobre a efetividade das instituições internacionais, expandindo o modelo clássico de Oran R. Young e incorporando duas novas variáveis: "Absorção e Incorporação" e "Vulnerabilidade". Partindo da visita às contribuições de autores, como Duffield, Keohane e Nye, a respeito da questão, o trabalho explora a forma e a capacidade dos Estados para interiorizarem as normas e regras institucionais, bem como a sua vulnerabilidade aos problemas globais que têm impacto direto na efetividade dessas instituições. Sem pretender fazer uma análise empírica imediata, o artigo oferece uma contribuição teórica para o campo das Relações Internacionais, expandindo o modelo de Young e sugerindo que investigações futuras apliquem essas novas variáveis em estudos de caso. Ao fazê-lo, pretende-se avançar na compreensão dos mecanismos através dos quais as instituições internacionais influenciam o comportamento dos Estados e geram resultados tangíveis da governança global.

Palavras-chave: Instituições internacionais. Efetividade. Governança. Absorção e Incorporação. Vulnerabilidade.

1 INTRODUCTION

In an increasingly interconnected and human-altered world, a series of problems have become part of everyday life: climate change, trade disputes, the search for sustainable development, natural resource management, the use of non-renewable natural resources, and predatory fishing, among others. These problems can go beyond the territorial limits of countries or even affect very restricted geographical regions, depending on the problem.

These adversities have led States to organise themselves through coordination and/or international cooperation arrangements to mitigate or solve these problems and others that have arisen with the increase in interdependence between countries. This has given rise to the demand for governance arrangements on certain issues, such as climate change, international trade, and disasters, among others. In the words of Oran R. Young (2018),

to meet these needs, States have negotiated hundreds of multilateral environmental agreements, creating regimes to deal with issues that range from curbing pollution to managing harvests of renewable resources and regulating the extraction of non-renewable resources (Young, 2018, p. 461).

The creation of international institutions precedes governance on a given issue; that is, governance is a consequence of the existence of institutions since they influence the behaviour of international actors (Young, 1994). In other words, the creation and operation of international institutions lead to the creation of international governance (Sanches, 2018; Young, 1994). This paper does not focus on research into the governance structures in force at the international level. Nevertheless, it is important to note that international institutions can be the sources for establishing governance on a given issue (Rosenau, 2000). This is discussed in greater depth by James N. Rosenau in his seminal book *Governance Without Government* (2000).

Before going any further, it is important to point out that this work calls upon a series of authors who produce knowledge about environmental regimes but deals with international institutions. This is due to the author's understanding that international regimes can be considered a type of international institution, i.e., they are similar concepts.

This paper adopts the definition of institutions created by John Duffield (2007), who does not differentiate between institutions and organisations and has a different approach to the sources of effectiveness of institutions. According to the author, institutions are “relatively stable sets of related constitutive, regulative, and procedural norms and rules that pertain to the international system, the actors in the system (including States as well as non-State entities), and their activities” (Duffield, 2007, p. 7-8). In addition, according to Young (1989, p. 32), “the existence of an institution sets up a network or pattern of behavioural relationships that lends order or predictability [interactions between international actors]”. Thus, adherence to institutions can change the behaviour of the actors.

For Duffield (2007), norms and rules are distinct concepts. Taking an impartial view, the former are intersubjective and define how something should be, given their consensual nature. There is a feeling that they should be complied with by the actors, but they have no legal or binding character and vary in terms of their strength (strong, emerging, weak or non-existent). It is related to customs (Duffield, 2007). The latter, rules, on the other hand, are formal elements that are made official, usually in written form, such as laws, treaties, and agreements, among others. These define how something is and how a certain thing should be done. They vary in degrees of formalisation (the more formalised they are, the stronger they are) and can be binding. The author also points out that these elements are not static,

since a norm can become so strong to the point of becoming a rule. The opposite can also happen with rules. Finally, an institution can have a combination of both elements or just one, as long as this element has a constitutive character (Duffield, 2007).

Given the number of international institutions, including regimes, in operation and those that have ceased to exist, a theme that has taken up part of academic production in International Relations (IR) is related to the effectiveness of these international arrangements. There is a search for an answer to the question: Do regimes matter? This question guides a major debate within the field of IR, which is related to the effectiveness of international institutions. This controversial subject still requires scientific effort to be understood and explained.

Given the discussions on the effectiveness of international institutions, this paper aims to expand Oran R. Young's model in *The Effectiveness of International Institutions: hard cases and critical variables*, by inserting two new sources of effectiveness: absorption and incorporation; and vulnerability. This paper is divided into three sections: the first one presents Oran R. Young's construct for understanding the seven sources of effectiveness of international institutions; the second deals with the two additions to the model; and the third section is dedicated to the final considerations.

Finally, it should be noted that this article adopts a predominantly theoretical approach, based on the review and reflection on Oran R. Young's model, to offer a conceptual contribution to International Relations studies, especially in the study of the effectiveness of international institutions. The analysis proposed here seeks to expand Young's original model by introducing new variables, such as "Absorption and Incorporation" and "Vulnerability", which will be detailed throughout the paper. This is not an empirical study or case study analysis, but a theoretical proposal that aims to stimulate future research that can apply these variables in practical investigations, measuring their effectiveness in different international regimes. Future work could expand this contribution with more detailed empirical analyses, applying these new variables to specific contexts.

2 ORAN R. YOUNG'S SEVEN CRITICAL VARIABLES FOR EFFECTIVENESS

Young (1992) presents seven variables that can be considered sources of the effectiveness of international institutions, based on the understanding that they influence, through their existence and absorption, the behaviour of international actors, especially States. Hence, for the author, an effective institution alters the behaviour of its members to solve or alleviate the problems that gave rise to it. In the aforementioned work, the author focuses on discussing the sources of the effectiveness of institutions by studying cases considered difficult (Young, 1992).

For each variable, the author created a corresponding proposition that varies in the category, with endogenous ones being those that concern the institution and exogenous ones being those that are related to the broader contexts in which these institutions are inserted. The author organises the seven variables based on their categorisation (whether they are internal and directly linked to institutions) and the level to which the variable is linked (to the institution itself, to the State or to some characteristic/phenomenon of the international system) (Young, 1992).

Table 1 – Individual characteristics of the study participants by baru production chain agent categories.

<i>Category</i>	<i>Level</i>	<i>Variable</i>	<i>Proposition</i>
Endogenous	Institutional	Transparency	"The effectiveness of international institutions varies directly with the ease of monitoring or verifying performance in the light of their main conduct requirements."

<i>Category</i>	<i>Level</i>	<i>Variable</i>	<i>Proposition</i>
Endogenous	Institutional	Resistance	"The effectiveness of international institutions is a function of the strength of the social option mechanisms employed."
Endogenous	Institutional	Rules of Transformation	"The effectiveness of international institutions varies directly with the rigour of the recognised rules that govern changes in their substantive norms."
Endogenous	State	Government capacity	"The effectiveness of international institutions varies directly with the capacity of member governments to implement their norms."
Endogenous	System	Distribution of Power	"The acute asymmetries in the distribution of power (in the material sense) between the participants circumscribes the effectiveness of international institutions."
Exogenous	System	Interdependence	"The effectiveness of international institutions varies directly with the level of interdependence of the participants."
Exogenous	Institutional	Intellectual Order	"International institutions cannot maintain their effectiveness for long after the erosion or collapse of their intellectual substructures."

Source: Elaborated by the author with data from Young (1992; 2000).

By systematising each variable and its respective proposition, the author seeks to make a comprehensive effort in relation to what makes an institution more or less effective. Another of the author's objectives with this work was to demonstrate that the study of the effectiveness of institutions was a promising field that required new research and new views on the subject, especially those related to the sources of effectiveness (Young, 1992).

The "Transparency" variable is related to monitoring both the implementation and compliance of its members with the behavioural prescriptions issued by the international institution. According to the author, this monitoring can have positive effects. This is justified by the fact that actors who do not agree with the norms and rules of the institutions or who try to break them may suffer some form of social coercion (Young, 1992).

"Resistance", in turn, is related to the institution's ability to resist changes in the context within which it operates or in the intellectual order that gave rise to it. This variable is related to the institution's ability to adapt to such changes. For the author, this is a complex variable, given the two elements that constitute it (Young, 1992). On the other hand, according to the same author, this is a key variable for understanding the effectiveness of institutions, because "[...] it is the robust institutional arrangements that play an important, ongoing role as determinants of individual and collective behaviour in international society, whether or not we find the outcomes they produce appealing in normative terms" (Young, 1992, p. 180).

The "Rules of Transformation" variable is related to changing the elements that make up the institution. In other words, according to Young (1992), these should contain procedures that deal with altering its subjective provisions and should be specific in this regard, while preventing malicious members from altering it to satisfy desires that are not always beneficial to other members. Another aspect of this variable is that the members of the institution must be aware of these rules or procedures and these transformation procedures must not plaster the institution, as this could weaken it in the face of changes in context or intellectual order (Young, 1992).

The "Capacity of Governments" is directly related to the capacity of governments or their members to implement the institution's norms. The author draws attention to the fact that most countries have limited capacities, especially those related to economic power for implementation and also when

interest groups are involved, which can make implementation difficult or even unfeasible. He also mentions that States tend to prefer institutions that deal with specific issues to those that are too broad, due to the ability to monitor implementation and compliance (Young, 1992).

The “Distribution of Power”, in turn, refers to the distribution of power among the members of the institution. In other words, asymmetry in the distribution of this element can have a direct impact on the effectiveness of an institution, as members with more power may behave in a deviant way (non-compliance) or try to force other members (with less power) to implement it. In this sense, in a scenario of power symmetry, the process of forming an institution would be more difficult, but it would be more effective since its members would have similar power. On the other hand, as the author points out, in an asymmetric power scenario, the process of establishing an institution would be easier, but its effectiveness would depend on the power relationship between its members (Young, 1992).

In the “Interdependence” variable,

Interdependence arises when the actions of individual members of a social system impact (whether materially or perceptually) the welfare of other members of the system. Those who are interdependent are affected by and react in a sensitive manner to each other's behaviour; the higher the level of interdependence, the more pronounced these impacts and reactions will be. (Young, 1992, p. 188).

According to the author, this variable is subdivided into two: internal interdependence and external interdependence. The first is related to domestic issues and the second to external issues. For Young (1992), the ratio between the two spheres is what matters. In other words, when the ratio leans towards internal interdependence, the member in question is more concerned with internal affairs and, for this reason, tends to interact less with other external members. The opposite applies to external interdependence. The key, for the author, is to find a balance between the two (Young, 1992).

Finally, the last variable is “Intellectual Order”. This variable is related to the system of ideas that form the basis of institutions. Therefore, any change in these systems of ideas can lead to changes in the institution or even its total ruin. The justification for this is that institutions are social constructs made operational by humans. Therefore, they cannot exist if there is no coherent system of ideas, nor can they be effective (Young, 1992).

Taking into account the seven critical variables that are the sources of effectiveness, one can observe that Young (1992) has been careful to create a model that is balanced between the number of variables about institutions and those related to the context in which they are inserted. Despite this, only one variable, “Capacity of Governments”, deals with issues related to their members. This is an easily identifiable limitation to the model, since, for the author, institutions, through their behavioural prescriptions and existence, influence the behaviour of their members in relation to certain objectives.

This limitation can be related to two factors. The first is the context in which the study was produced. During the 1980s, a large part of International Relations studies was dominated by theoretical lines linked to institutionalism and realist currents, and the historical context was the Cold War. The predominance of studies at the time was on the “international scenario” and the creation and functioning of institutions, with little consideration given to the internal conditions of the members that could be sources of effectiveness.

The suggestion that it was necessary to go down to the domestic level of countries to understand the effectiveness of institutions came from Keohane and Nye (1987), where the actors conclude that this is imperative for the field of the effectiveness of institutions to advance in this discussion. The second factor is the evolution of studies and the maturing of the field, in addition to the maturing of institutions. It is plausible to say that studies on the effectiveness of institutions began to be recorded

in the early 1990s. Therefore, when Young (1992) proposed this model, the studies were still very recent, and he was creating the theoretical framework that would pave the way for further studies. In recent years, the field has evolved towards quantifying effectiveness, but it still hasn't overcome the barrier of having a widely accepted definition of the term, and the methodology for measuring it still varies from case to case and according to the objectives of the researchers (Young, 2011).

This model developed by the author Oran R. Young can be considered one of the pioneers in the field of effectiveness studies and his studies have, in a way, guided much of the research carried out in IR on effectiveness. It is common knowledge that studies on the effectiveness of international institutions, and later of international environmental regimes, intensified in the 1990s. Since then, much progress has been made in the field and what drives it today is the challenge to measure effectiveness, whether in quantitative or qualitative terms or a combination of the two, and also the quest to understand it.

In his book *Governing Complex Systems: Social Capital for the Anthropocene*, Young (2017) points out that the effectiveness of international governance depends on its ability to overcome collective problems, such as global externalities, path dependence and risks associated with uncertainty. To exemplify, he brings out issues such as climate change, where coordinated actions by multiple countries are necessary to reduce greenhouse gas emissions, but challenges such as a lack of global solidarity and transition costs make collaboration difficult. The work highlights the importance of adaptable governance systems, capable of responding quickly to changes in complex systems, such as socio-ecological ones. Young (2017) also advocates that institutional innovation, including approaches such as governance by goals, be integrated into traditional practices, such as the creation of rules and regulations. He suggests that governance should be resilient and agile, balancing predictability with the ability to adjust to the dynamic conditions of the global scenario.

In more recent publications, Oran Young is concerned with discussing new international governance arrangements and their importance for solving contemporary problems, such as issues linked to climate change, and cyberspace (as in Young; Yang; Guttman, 2020) and others. In *The politics of multilateral environmental agreements lessons from 20 years of INEA*, Kalfagianni and Young (2022) explore the concept of effectiveness in relation to Multilateral Environmental Agreements (MEAs) as a crucial aspect for assessing the impact and success of these initiatives. They point out that effectiveness cannot only be measured by formal compliance with agreed commitments but must include analysis of how MEAs influence behaviour, political processes and environmental outcomes.

In this logic, despite not focusing specifically on the effectiveness of international institutions or updating the model proposed in 1992, the author discusses effectiveness at multiple levels, starting with institutional design. The authors point out that successful agreements often have clear institutional structures, with specific rules and goals that are accompanied by robust monitoring and compliance mechanisms. In addition, it is essential that these arrangements consider the particularities of socio-economic and ecological systems to avoid mismatches between the institutions and the challenges they aim to address. Another point addressed is implementation, which varies significantly between countries due to differences in their administrative capacities, economic resources and political systems. The effectiveness of a MEA also depends on how the parties involved translate international obligations into viable and coherent national policies. The authors also highlight the relevance of institutional policy for effectiveness. This includes the ability to deal with complex dynamics between different regimes and the need for coordination between multiple actors – from states to non-governmental organisations and companies. This interaction between regimes can either strengthen or weaken the effectiveness of an agreement, depending on how synergies are managed (Kalfagianni; Young, 2022).

Before moving on to the next section, it should be noted that Oran Young's most recent work does not deal directly with the effectiveness of international institutions, nor does it seek to update the model proposed earlier. Despite this, it is notable, as presented in the previous paragraphs, that although the author does not update the model, he still reflects on the effectiveness of these mechanisms. Thus,

the inclusion of the variables proposed below is in line with the author's most recent reflections, to demonstrate that institutions produce concrete results and that they are not mere epiphenomena. With this in mind, the next section will include two new variables in the model proposed by Young (1992), since the aim of this work is not to develop a methodology for measuring effectiveness but rather to shed light on gaps found in previous research.

3 AN OLD MODEL AND TWO NEW SOURCES OF EFFECTIVENESS

What makes an international institution effective? What are the sources or processes that make it effective? In the search for an answer, Young (1992) listed seven sources of institutional effectiveness that were presented and discussed in the previous section. As this is a model of understanding, and given the nature of the object of study, it is practically impossible to create a model that is comprehensive and applicable to all the cases that can be studied.

Returning to Duffield's (2007) definition of institutions and considering the most current debates on the adaptation and vulnerability of countries to climate change, this topic will present the two new variables that seek to expand the proposed model of understanding. They are: absorption and incorporation, and vulnerability. These will be dealt with in this order.

3.1 ABSORPTION AND INCORPORATION

Based on the concept of institutions created by Duffield (2007) and presented by Sanches (2018), it was noted that, in general terms, there is a relationship between the degree to which norms and rules are absorbed and incorporated by States and the effectiveness of the institution. To demonstrate this relation, it is important to present the table that locates the institutional elements proposed by Duffield (2007).

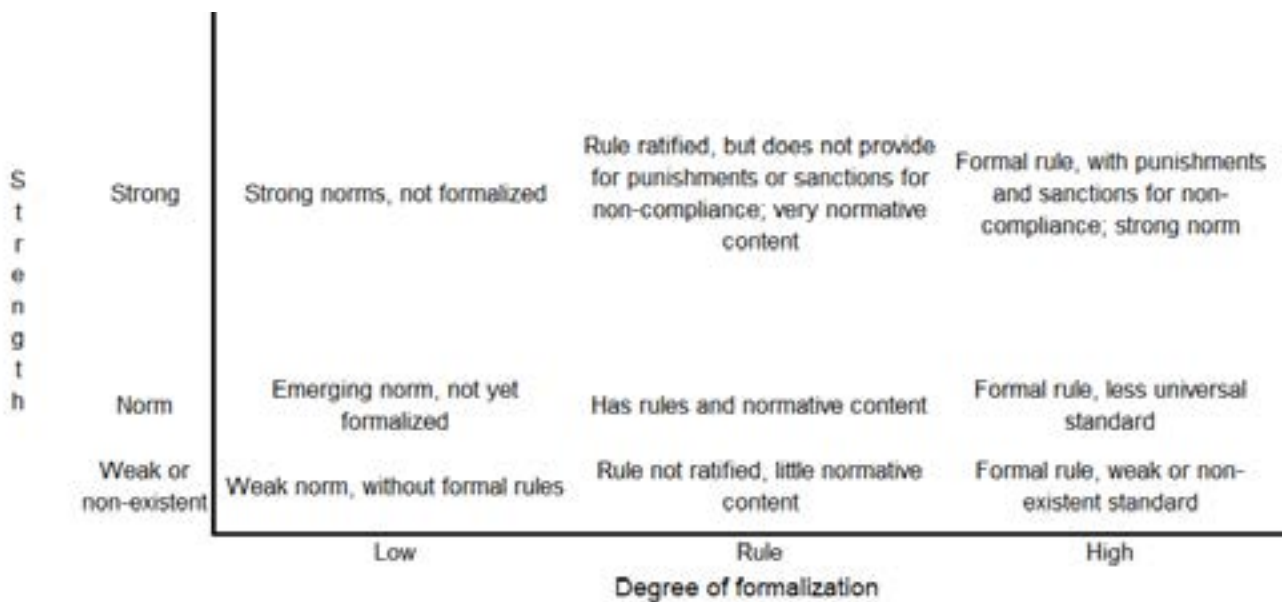


Figure 1 – Location of Duffield's Institutional Elements (2007).

Source: Adaptation from Duffield (2007, p.11).

In short, norms vary in terms of strength, since they deal with how something should be and have a moral value attached to them. In other words, the stronger they are, the greater the social pressure to comply with them. Rules, in a different way, vary in their degree of formalisation, i.e., the higher the degree of formalisation, the more robust it is, as it provides for punishments for those members who do not comply with its prescriptions. There is not always a moral factor attached to it (Duffield, 2007). Figure 1 shows the spectrum within which the strength of norms and degree of formalisation of rules can vary, ranging from the lowest point, where norms are weak or non-existent and there are no rules, to the highest point, where norms are strong, and rules have a high degree of formalisation and are therefore more robust.

According to Sanches (2018), there is a relationship between the absorption and incorporation of the rules and norms that make up an institution by its members and its effectiveness. In other words, a source of effectiveness is the degree to which the members of an institution absorb and incorporate the rules and norms emanating from an institution domestically. Therefore, and in line with the idea that an effective institution changes the behaviour of its members to solve a given problem (Young, 2011), by incorporating these two elements domestically, States would be changing their behaviour in relation to a given thematic area.

Therefore, following Young's (1992) model, the proposition of this source of effectiveness is: that the effectiveness of international institutions varies directly in relation to the degree to which their members absorb and incorporate norms and rules into the domestic sphere. Incorporating this variable into the model makes it possible to verify whether the behavioural prescriptions of institutions are in fact being absorbed and incorporated into the domestic order of States. It opens the way to understanding the relationship between effectiveness and domestic issues, a limitation of the previous model, as well as making it possible to check whether these prescriptions are found, for example, in laws and public policies, the maximum expression of the ability of these institutions to penetrate internally.

3.2 VULNERABILITY

According to Keohane and Nye (2012), the vulnerability variable is also linked to the State. According to the authors:

Sensitivity involves degrees of responsiveness within a policy framework - how quickly do changes in one country bring costly changes in another. [...] Vulnerability can be defined as an actor's liability to suffer costs imposed by external events even after the policies have been altered. (Keohane; Nye, 2012, p. 10-11)

For the new source of effectiveness, the vulnerability variable will be isolated. In the context of Keohane and Nye's work (2012), vulnerability is related to States' ability to adapt to changes in the international sphere in the medium and long term, as well as dealing with the possible costs that these changes may cause. Therefore, this element would be related to the Government Capacity variable of Young's old model (1992). To overcome this focus on changes at the international level, this variable is also based on other studies.

Based on studies related to climate change, disasters and the vulnerability of people and communities to the first two elements in the works of Birkmann (2007), Cains and Henshel (2019), Leal Filho *et al.* (2019), Mendes-Victor and Gonçalves (2012), Sanches (2024) and Wisner *et al.* (2004), the vulnerability variable takes a different course. Based on the study of the aforementioned works and the influence of others, it appears that a State's vulnerability to a given issue can influence the degree of effectiveness of an institution in a specific thematic area. Therefore, the proposition of this variable is: the effectiveness of an institution varies directly with the degree of vulnerability of the State in relation to the issue that gave rise to this institution.

The support for the inclusion of this new variable is based on Sanches' (2018, 2024) impression that countries more vulnerable to natural disasters tend to implement the International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) System's guidelines to a greater extent. This system consists of two elements: the Sendai Framework, which is a set of guidelines for disaster reduction and prevention, and the second element is an office aimed at implementing and monitoring the United Nations (UN) members' implementation of this Framework for Action (Sanches, 2018, 2024). In this sense, the definition of vulnerability would be related to the conditions that make a given country susceptible to the impact of the problem that led to the creation of an international institution. In other words, the more vulnerable a country is to this problem, the greater its tendency to absorb the norms and rules of the institutions, which makes them effective, as they change the behaviour of actors through this internalisation. In this sense, considering the presentation of the variables Absorption and Incorporation, and Vulnerability, the altered model would be configured as follows:

Table 2 – Seven Critical Variables for the Effectiveness of International Institutions by Oran Young.

<i>Category</i>	<i>Level</i>	<i>Variable</i>	<i>Proposition</i>
Endogenous	Institutional	Transparency	"The effectiveness of international institutions varies directly with the ease of monitoring or verifying performance in the light of their main conduct requirements."
Endogenous	Institutional	Resistance	"The effectiveness of international institutions is a function of the strength of the social option mechanisms employed."
Endogenous	Institutional	Rules of Transformation	"The effectiveness of international institutions varies directly with the rigour of the recognised rules that govern changes in their substantive norms."
Endogenous	State	Government capacity	"The effectiveness of international institutions varies directly with the capacity of member governments to implement their norms."
Endogenous	State	Absorption and Incorporation	The effectiveness of international institutions varies directly in relation to the degree to which their members absorb and incorporate norms and rules into the domestic sphere.
Endogenous	State	Vulnerability	The effectiveness of an institution varies directly with the degree of vulnerability of the State in relation to the issue that gave rise to this institution.
Endogenous	System	Distribution of Power	"The acute asymmetries in the distribution of power (in the material sense) between the participants circumscribes the effectiveness of international institutions."
Exogenous	System	Interdependence	"The effectiveness of international institutions varies directly with the level of interdependence of the participants."
Exogenous	Institutional System	Intellectual Order	"International institutions cannot maintain their effectiveness for long after the erosion or collapse of their intellectual substructures."

Source: Elaborated by the author with data from Young (1992; 2000).

The introduction of this variable into Young's model (1992) allows for an understanding of the relationship between a State's internal vulnerability to a problem, which may be domestic and/or international, and the effectiveness of the international institution created to address it. That is, the understanding

of how a domestic factor influences the effectiveness of an institution. This variable also forms the link that Keohane and Nye (1987) mention through the need to understand the domestic issues that influence the effectiveness of an institution. “[...] vulnerability not only captures susceptibility and coping capacity [when faced with a problem], but also adaptive capacity, exposure and the interaction with perturbations and stresses [caused by climate change, disasters, among others, for example].” (Birkmann, 2007, p. 21).

The inclusion of the “Absorption and Incorporation” and “Vulnerability” variables in Oran Young's model allows for a deeper understanding of the effectiveness of international institutions. However, it is necessary to detail how these variables operate in specific scenarios to demonstrate their practical relevance. In the case of “Absorption and Incorporation”, the internalisation of norms and rules by states can be illustrated by concrete examples and identified through the study of domestic mechanisms aimed at this process, such as bills and public policies. For example, in the context of climate change, countries like Germany have successfully incorporated international standards, such as those of the Paris Agreement, into their national environmental legislation. The transformation of global goals into local policies, such as the abandonment of coal and investment in renewable energy, shows the absorption of norms that are created, discussed and disseminated at the international level. On the other hand, countries with weak legislation or a lack of political will can illustrate the difficulty of internalising these standards, as seen in some developing States with limited resources.

The “Vulnerability” variable can be explored by studying disaster reduction regimes such as the ISDR System and the Sendai Framework, as Sanches (2018, 2024) does. Highly vulnerable countries such as Bangladesh, which face significant risks from floods and cyclones, often adopt international norms more vigorously. This contrasts with less vulnerable countries, which may prioritise other political agendas. Thus, vulnerability acts as a catalyst for active engagement with international institutions, demonstrating how this variable shapes the implementation.

Finally, it is possible to consider hypothetical scenarios that can illustrate the dynamics of these variables in new contexts. For example, in a situation where an international institution regulates the application of artificial intelligence (AI), countries with high technological vulnerability, such as emerging economies, may adhere more quickly to global standards to protect their data systems and digital economies. The adoption and incorporation of these rules into domestic law would depend not only on their vulnerability but also on their ability to transform standards into legislation and public policies.

These examples and scenarios make the impact of the proposed variables more tangible, showing how they can shape State behaviour and contribute to the effectiveness of international institutions in different global contexts. The expansion of this debate, combined with future empirical analysis, reinforces the relevance of these variables in Oran Young's extended model.

FINAL CONSIDERATIONS

This study aimed primarily to expand the effectiveness sources model developed by Oran R. Young (1992). The incorporation of these two variables (Absorption and Incorporation, and Vulnerability) can make Young's model (1992) even more complete and balanced, considering that the proportion of variables per level, after the insertion, stands at 3:3:3. Another relevant point to consider is that, by expanding the model, research can be enriched, as it sheds light onto domestic elements that contribute to the effectiveness and shifts the previous focus solely centred on institutional and governmental capacities, as well as the influence of the international context.

Although the objective of this work is ambitious, it is grounded in the works of Keohane and Nye (1987), and Sanches (2018), which are related to the inclusion of variables that have domestic indicators in studies

on institutions. Therefore, this paper is a preliminary research effort that still needs to test its dynamics through case studies to verify its contribution to the understanding of the phenomenon in question.

Furthermore, it should be noted that Young's specific work has some shortcomings, such as the fact that the author does not explain or delve into the discussions on the relationship between the effectiveness of international institutions and the domestic capacities and resources that States have at their disposal to carry out implementation. For this article, and due to space limitations, it was decided not to delve into a direct critique of the model. This will be done in future work.

Finally, for future research, we recommend quantifying 'Absorption and Incorporation' through an analysis of the presence of international standards in domestic legislation and public policies, while 'Vulnerability' could be measured using economic, social and environmental indicators that reflect the State's capacity to deal with environmental crises (some of these possible indicators can be found, for example, on the World Bank, V-Dem and Fragile States Index websites).

These new variables are especially relevant in environmental regimes, where the vulnerability of States more exposed to climate change can directly influence their adherence to international norms. They can also be applied to human rights regimes, where the incorporation of norms can vary according to institutional capacity and internal pressures. To conclude, future research could employ comparative methodologies between countries to verify the correlation between State vulnerability and the effectiveness of international regimes, or detailed case studies to explore how norms are absorbed and incorporated across different domestic contexts.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (Capes) – Finance Code 002 and derives from the author's doctoral thesis.

REFERENCES

BIRKMANN, J. Risk and vulnerability indicators at different scales: applicability, usefulness and policy implications. **Environmental Hazards**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 20-31, 2007. Available at: <https://groups.nceas.ucsb.edu/sustainability-science/2010%20weekly-sessions/session-3-09.27.2010/supplemental-readings-from-princeton-group/misc-ideas-papers/Birkman%202007%20vuln%20indics%20at%20scales.pdf>. Access at: 21 ago. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envhaz.2007.04.002>

CAINS, M. G.; HENSHEL, D. Community as an equal partner for region-based climate change vulnerability, risk, and resilience assessments. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, [s.l.], v. 39, p. 24-30, ago. 2019. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187734351830126X>. Access at: 21 ago. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.005>

DUFFIELD, J. What Are International Institutions? **International Studies Review**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 1-22, maio 2007. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1468-2486.2007.00643.x>

JUHOLA, S. K. Responsibility for climate change adaptation. Wiley Interdisciplinary Reviews. **Climate Change**, [s.l.], p. 1-10, 17 jul. 2019. Available at: <https://doi.org/10.1002/wcc.608>

KALFAGIANNI, A.; YOUNG, O. R. *The politics of multilateral environmental agreements lessons from 20 years of INEA. International Environmental Agreements. Politics, Law and Economics*, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 245-262, 23 fev. 2022. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/s10784-022-09567-6>.

KEOHANE, R. O.; NYE, J. S. Power and Interdependence Revisited. **International Organization**, [s.l.], v. 41, n. 04, p. 725-753, set. 1987. Available at: <http://dx.doi.org/10.1017/S0020818300027661>

KEOHANE, R. O.; NYE, J. S. **Power and Interdependence**. 4. ed. Glenview: Logman, 2012. 365 p.

LEAL FILHO, W. *et al.* Assessing the impacts of climate change in cities and their adaptive capacity: towards transformative approaches to climate change adaptation and poverty reduction in urban areas in a set of developing countries. **Science of the Total Environment**, [s.l.], jul. 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.227>

MENDES-VICTOR, L. A.; GONÇALVES, C. D. **Risks: vulnerability, resilience and adaptation**. 2012. Available at: http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/WCEE2012_3284.pdf. Access at: 21 ago. 2024.

ROSENAU, J. N. Governança, ordem e transformação na política internacional. In: ROSENAU, J. N.; CZEMPIEL, E. O. **Governança sem governo: ordem e transformação na política mundial**. Brasília: Ed. UNB; São Paulo: Imprensa Oficial, 2000.

SANCHES, R. R. **Estudo da Efetividade do Sistema ISDR: Chile, Colômbia e Peru**. 2018. 129 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Relações Internacionais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), Belo Horizonte, 2018.

SANCHES, R. R. **Desastres e Relações Internacionais: estudo sobre a implementação de normas para Redução de Desastres**. 2024. 217 f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais. Available at: https://bib.pucminas.br/teses/RelacoesInternacionais_RafaelaResendeSanches_30960_TextoCompleto.pdf. Access at: 9 abr. 2024.

WISNER, B. *et al.* **At Risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. 2. ed. Londres: Routledge, 2004.

YOUNG, O. R. Effectiveness of international environmental regimes: existing knowledge, cutting-edge themes, and research strategies. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [s.l.], v. 108, n. 50, p. 853-860, 5 dez. 2011.

YOUNG, O. R. A eficácia das instituições internacionais: alguns casos difíceis e algumas variáveis críticas. In: ROSENAU, J. N.; CZEMPIEL, E. O. **Governança sem governo: ordem e transformação na política mundial**. Brasília: Ed. UNB; São Paulo: Imprensa Oficial, 2000.

YOUNG, O. R. **International Governance: protecting the environment in a stateless society**. Nova York: Cornell University Press, 1994.

YOUNG, O. R. Research Strategies to Assess the Effectiveness of International Environmental Regimes. **Nature Sustainability**, [s.l.], v. 1, n. 9, p. 461-465, set. 2018. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0132-y>

YOUNG, O. R. The Effectiveness of International Institutions: hard cases and critical variables. In: ROSENAU, J. N.; CZEMPIEL, E.-O. (Ed.). **Governance without Government: order and change in world politics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. p. 160-194.

YOUNG, O. R. The Politics of International Regime Formation: managing natural resources and the environment. **International Organization**, Cambridge, v. 43, n. 3, p. 349- 375, jun. 1989. Available at: <http://dx.doi.org/10.1017/S0020818300032963>

YOUNG, O. R.; YANG, J.; GUTTMAN, D. Meeting Cyber Age Needs for Governance in a Changing Global Order. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 14, p. 5557-5570, 10 jul. 2020. Available at: <http://dx.doi.org/10.3390/su12145557>.



In this last edition of 2024, *Sustainability in Debate* highlights critical intersections of environmental sustainability, governance, and societal adaptation. Capri and Baptista critique Bolivia's neo-extractivist policies, balancing social gains with environmental conflicts, while Ronquim *et al.* address sugarcane expansion in São Paulo and its ecological trade-offs. Food systems emerge as a central theme, with Triches *et al.*, Strasburg, and Wolstenholme *et al.* exploring the environmental impacts of meat consumption and dietary shifts in Brazil, Uruguay, and the UK. Resilience in agriculture is highlighted by Sousa *et al.*, who document agroecological practices in Brazil's Cerrado-Caatinga ecotone, and Pauletto *et al.*, who analyse agroforestry adoption in Pará. The edition also addresses human and institutional responses to crises, including Correia's study on drought-induced migration in Brazil, Soma's examination of artisanal gold mining in Burkina Faso, and Bernal *et al.*'s use of social cartography to map vulnerabilities in Sergipe. Concluding the edition, Sanches proposes enhancements to Oran Young's model of international governance, addressing state capacities and vulnerabilities to global challenges.

Nesta última edição de 2024, *Sustainability in Debate* destaca interseções críticas entre sustentabilidade ambiental, governança e adaptação societal. Capri e Baptista criticam as políticas neoextrativistas da Bolívia, equilibrando ganhos sociais com conflitos ambientais, enquanto Ronquim *et al.* abordam a expansão da cana-de-açúcar em São Paulo e seus impactos ecológicos. Os sistemas alimentares emergem como um tema central, com Triches *et al.*, Strasburg e Wolstenholme *et al.* explorando os impactos ambientais do consumo de carne e mudanças alimentares no Brasil, Uruguai e Reino Unido. A resiliência na agricultura é destacada por Sousa *et al.*, que documentam práticas agroecológicas no ecótono Cerrado-Caatinga no Brasil, e Pauletto *et al.*, que analisam a adoção de sistemas agroflorestais no Pará. A edição também aborda respostas humanas e institucionais às crises, incluindo o estudo de Correia sobre migração induzida pela seca no Brasil, a análise de Soma sobre a mineração artesanal de ouro em Burkina Faso, e o uso da cartografia social por Bernal *et al.* para mapear vulnerabilidades em Sergipe. Concluindo a edição, Sanches propõe aprimoramentos ao modelo de governança internacional de Oran Young, abordando as capacidades dos estados e suas vulnerabilidades frente a desafios globais.

Execution



LEA-UnB

Editing



Support

